



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

**Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y
biocolina en la dieta**

TESIS

**Presentada para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor: Bach. Bardález Huamán, Rafael

Asesor: Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

**Lambayeque
PERÚ
05/ 08/ 2022**

Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta

TESIS

**Presentada para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor: Bardález Huamán, Rafael

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

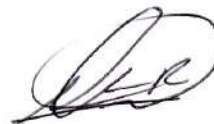
**Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc.
Presidente**



**Ing. Flores Paiva, Alejandro
Secretario**



**Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr. C.
Vocal**



**Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr. C.
Asesor**



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bardález Huamán, Rafael, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, febrero de 2021.


Bardález Huamán, Rafael


Del Carpio Ramos, Pedro Antonio



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 011- 2022/FIZ

Siendo las 10:00 am del día viernes 5 de agosto de 2022, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 090-2022-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 20 de julio de 2022, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "RENDIMIENTO COMPARATIVO DE POLLOS DE CARNE CON CLORURO DE COLINA Y BIOCOLINA EN LA DIETA" presentado por el bachiller RAFAEL BARDALEZ HUAMAN, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/iar-wsax-dud?authuser=0> los miembros de jurado designados por Resolución 091-2019-CF/FIZ, de fecha 04 de octubre de 2019 modificada por la Resolución N° 086-2022-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 6 de julio de 2022 por cese en función docente del Presidente Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, MSc. quedando conformado: Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, MSc., (Presidente); Ing. Alejandro Flores Paiva (Secretario); Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Vocal) e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. (Patrocinador); para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N 077-2021-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 26 de diciembre de 2021.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/mxf-nouw-xcv> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "RENDIMIENTO COMPARATIVO DE POLLOS DE CARNE CON CLORURO DE COLINA Y BIOCOLINA EN LA DIETA" presentada por el bachiller RAFAEL BARDALEZ HUAMAN; habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 18.00 equivalente al calificativo de MUY BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia RAFAEL BARDALEZ HUAMAN, se encuentra APTO para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 11:00 am horas se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, MSc
Presidente

Ing. Alejandro Flores Paiva
Secretario

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Asesor

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico, principalmente, a Dios ya que de Él depende la vida y es dueño de toda creación, sabiduría e inteligencia del ser humano, **“TODO LO PUEDO EN CRISTO QUE ME FORTALECE” (Filipenses 4:13).**

A la memoria de **DON RICARDO BARDÁLEZ GOLA (1922–2012)**, un buen ejemplo como abuelo y agradecimiento a sus consejos, del cual me siento orgulloso. Gracias por todo el cariño que me diste, siempre te recordaré.

A la memoria del **Ing. JORGE ARTEMIO GUERRERO QUIJANO, Mg. Sc. (1952–2015)** e **Ing. FRANCIS VILLENA RODRÍGUEZ, M. S. (1946–2019)**, por sus enseñanzas por las que desarrollé mi aprendizaje profesional, me siento orgulloso de haber sido alumno y de ustedes mis maestros.

A mis padres **Ing. YSABEL DEL ROSARIO HUAMÁN MARTÍNEZ** e **Ing. LEORNARDO BARDÁLEZ VILLACORTA**, por darme la vida, agradezco su cariño y consejos los cuales me formaron en la persona que ahora soy, han sido para mí los mejores, y yo su mejor hijo.

AGRADECIMIENTO

Al **Ing. PEDRO ANTONIO DEL CARPIO RAMOS, Dr. C.**, por la excelente labor profesional demostrada en el asesoramiento para que este trabajo de investigación, durante su ejecución he podido corroborar lo aprendido durante mi formación profesional. Pero, sobre todo, le agradezco por honrarme con su amistad.

A todas las personas que, directa e indirectamente, me apoyaron para que el trabajo de investigación plasmado en el presente documento sea una realidad.

A los profesores de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, en general, y a los de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, en particular, por la formación profesional recibida en los años de mi vida universitaria.

Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta

Resumen

Existe una tendencia actual a revisar el empleo de productos sintéticos portadores de nutrientes y su sustitución por otros de origen natural en la dieta de aves productoras de carne, como es el caso del cloruro de colina (sintético) y la colina herbal (biocolina). Se realizó un ensayo con 77 pollos Ross de un día de edad, distribuidos en tres tratamientos (T1, testigo, sin colina; T2, cloruro de colina; T3, biocolina) y en tres fases de crianza (Inicio, Crecimiento, Acabado). Respectivamente para las tres fases de crianza se suministró 0.2, 0.15 y 0.1% de cloruro de colina en T2 y 0.03, 0.02 y 0.01% de biocolina en T3. Finalizada la fase experimental de 42 días y evaluadas las carcasas y el grado de aceptación de la carne, se pudo determinar que las fuentes de colina se comportaron de manera similar en las variables evaluadas, pero fueron superiores ($P < 0.05$) al testigo. El ensayo mostró la importancia de la suplementación de colina.

Palabras clave: Dieta, pollos de carne, cloruro de colina, biocolina.

Comparative performance of broiler chickens with choline chloride and biocholine in the diet

Abstract

There is a current trend to review the use of synthetic nutrient-bearing products and their substitution by others of natural origin in the diet of meat-producing birds, such as choline chloride (synthetic) and herbal choline (biocholine). A test was carried out with 77 one-day-old Ross chickens, distributed in three treatments (T1, control, without choline; T2, choline chloride; T3, biocholine) and in three rearing phases (Start, Growth, Finish). Respectively for the three rearing phases, 0.2, 0.15 and 0.1% of choline chloride were supplied in T2 and 0.03, 0.02 and 0.01% of biocholine in T3. After the experimental phase of 42 days and evaluated the carcasses and the degree of acceptance of the meat, it was possible to determine that the choline sources behaved in a similar way in the variables evaluated, but they were superior ($P < 0.05$) to the control. The trial showed the importance of choline supplementation.

Keywords: Diet, broiler chickens, choline chloride, biocholine.

ÍNDICE		
Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	vii
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	04
	1.2. Lugar y Duración	04
	1.3. Tratamientos Evaluados	05
	1.4. Animales Experimentales	05
	1.5. Alimento Experimental	05
	1.6. Instalaciones y Equipo	05
	1.7. Técnicas Experimentales	07
	1.8. Variables Evaluadas	08
	1.9. Evaluación de la Información	10
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	12
	2.1.1. De la Colina	12
	2.1.2. De la Respuesta a la Suplementación con Cloruro de Colina y Biocolina	14
	2.1.3. Bases Teóricas	19
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Consumo de Alimento	20
	3.2. Incremento de Peso	21
	3.3. Conversión Alimenticia	24
	3.4. Mérito Económico	25
	3.5. Rendimiento de Carcasa	28
	3.6. Rendimiento de Grasa Abdominal	29
	3.7. Grado de Aceptación de la Carne	30
IV	CONCLUSIONES	32
V	RECOMENDACIONES	33
	BIBLIOGRAFÍA	34
	ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Composición (%) de las raciones en tratamiento testigo	06
2	Composición (%) de raciones en tratamiento con Cloruro de colina	06
3	Composición (%) de raciones en tratamiento con Biocolina	07
4	Esquema del análisis de varianza	11
5	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	20
6	Peso vivo y cambios en el peso de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	22
7	Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	24
8	Mérito económico de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	26
9	Peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	28
10	Peso rendimiento de grasa abdominal de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	29
11	Grado de aceptación de la carne de pollo que recibió Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento, por etapas</i>	21
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para cambios en el peso vivo, por etapas</i>	23
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia, por etapas</i>	25
4	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico, por etapas</i>	26

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Peso vivo inicial, Kg.	36
2	Peso vivo a los 7 días, Kg.	36
3	Peso vivo a los 14 días, Kg.	37
4	Peso vivo a los 21 días, Kg.	37
5	Peso vivo a los 28 días, Kg.	38
6	Peso vivo a los 35 días, Kg.	38
7	Peso vivo a los 42 días, Kg.	39
8	Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento testigo	39
9	Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento con cloruro de colina	39
10	Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento con biocolina	40
11	Grado de aceptación de la carne de pollo según tratamientos	40
12	Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de Inicio	40
13	Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de Crecimiento	41
14	Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de Acabado	41
15	Análisis de la varianza con el incremento de peso acumulado	41
16	Análisis de la varianza con el peso de la carcasa	41
17	Análisis de la varianza con el rendimiento de carcasa, cada valor convertido a arco seno	41
18	Análisis de la varianza con el peso de grasa	41
19	Análisis de varianza del rendimiento de la grasa abdominal, cada valor convertido a arco seno	42
20	Análisis de varianza para el grado de aceptación de la carne	42

INTRODUCCIÓN

En la producción comercial de aves tres factores interactúan para obtener los elevados rendimientos típicos de las aves de carne y de postura; es de suponer que estos factores son la alimentación, el manejo y la sanidad. En el primero, los requerimientos nutricionales, el aporte de sustancias que no son aún reconocidas como nutrientes, nuevos insumos alimenticios, etc., son trascendentes; en tanto que en el segundo, el saber hacer las cosas consolida fundamentos de corte científico (a lo que deberíamos denominar como la tecnología de producción de aves); y por último el tercero es también crítico, no son comunes las mortandades inmensas debido a las vacunaciones los programas de bioseguridad, etc., no obstante, los problemas sanitarios de corte subclínico ocasionan grandes pérdidas económicas.

A pesar de lo sostenido en el párrafo anterior, se sabe que alrededor del 80% del costo total de producción corresponde a la inversión en alimentación, por lo que esta tiene que ser, cada vez, más eficiente. Por ejemplo, Kanduri et al. (2014) han indicado que “muchos problemas nutricionales aún permanecen como no resueltos y constituyen un desafío para los investigadores en este campo en todo el mundo”; mencionan que una de las producciones pecuarias más pujantes a nivel mundial es la del pollo de carne, en la que la mejora genética juega un rol muy importante acompañada de un desarrollo interesante de la nutrición, con relación a esta última consideran a los aminoácidos como la piedra de toque para que el pollo de carne logre sus mejores indicadores productivos.

Los mismos autores resaltan que:

Metionina, colina y lisina son reconocidos universalmente como los aminoácidos más limitantes en las dietas de pollos de carne basadas en maíz-soja. Su

suplementación es muy común en la industria avícola. La metionina y colina sintéticas se encuentran entre las sustancias sintéticas prohibidas y su empleo ha sido cuestionado en las prácticas granjera orgánicas. El concepto de granjas orgánicas surgió recientemente con varios objetivos en general y evitar los efectos residuales de las drogas sintéticas en particular.”

Comúnmente la colina se suplementa en las dietas con la finalidad de mejorar la productividad y salud de los animales. La fuente común utilizada, es la sintética o en forma de sales de colina, lo que puede representar, también, varios desafíos para los nutricionistas debido a sus características físico-químicas. El cloruro de colina tiene una alta capacidad higroscópica que puede mermar su estabilidad, dando lugar a preocupaciones sobre su real aporte en colina pura y los efectos colaterales que puede ejercer sobre la estabilidad de otras vitaminas (alimento o pre-mezclas). Al respecto, se están generando otras fuentes aprovisionadoras de colina; así, se sabe que “muchas hierbas son una fuente rica... y también imitan la actividad como la de la metionina, colina o la biotina y se pueden suplementar junto con la ración para reemplazar lo sintético en el alimento” (Kanduri et al., 2014).

Formulación del Problema

En el metabolismo del pollo de engorde se conoce que la producción de colina endógena podría ser deficiente, por eso se requiere el suministro de colina para asegurar el adecuado potencial productivo. Pero, se ha determinado que cuando se suministra colina, en la forma de cloruro, tan solo un tercio es absorbido por el organismo y el resto podría ser transformado en trimetilamina, la que es responsable de olor desagradable en la carne y que motiva su rechazo.

La investigación realizada respecto a esto sugiere el empleo de fuentes múltiples de colina eliminarían este problema. Habiendo ingresado al mercado fuentes naturales de colina

(biocolina), cabe preguntar: ¿Será el rendimiento de los pollos de carne similar al recibir cloruro de colina o biocolina en la dieta?

Hipótesis

Los pollos de carne que reciben cloruro de colina y biocolina en la dieta tendrán similar expresión de los indicadores del rendimiento.

Justificación del Estudio

La ejecución del presente ensayo permitirá acrecentar el conocimiento que se tiene de dos fuentes de colina y su efecto sobre el rendimiento en los pollos de carne; toda vez que, son escasas las investigaciones con colina natural en nuestro medio.

Objetivos:

General:

- Comparar el rendimiento de pollos de carne a la suplementación de colina sintética y natural a través de la dieta.

Específicos:

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento.
2. Determinar y evaluar el peso e incremento de peso.
3. Determinar y evaluar la conversión alimenticia.
4. Determinar y evaluar el mérito económico.
5. Determinar y evaluar el rendimiento de carcasa.
6. Determinar y evaluar el grado de engrasamiento de la carcasa.
7. Determinar y evaluar el grado de aceptación de la carne.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

En el presente trabajo es de tipo cuantitativo–propositivo. Lo primero se sustenta en el uso de información cuantificada (datos), generada a partir del comportamiento de las aves, utilizando equipo de medición; lo segundo se sustenta en que el ensayo propone solución al problema (¿Será el rendimiento de los pollos de carne similar a recibir cloruro de colina o biocolina en la dieta?), para cada variable. Las definiciones se obtuvieron de Hernández *et al.* (2010) y Bunge (1972).

En tanto que, es un estudio de diseño experimental; por lo tanto, el investigador decidió la constitución de la variable independiente (Hernández *et al.*, 2010).

1.2. Lugar y Duración

La presente investigación se ejecutó en el Fundo San Lorenzo, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque; entre los meses de noviembre y diciembre de 2019, con una duración efectiva de 42 días.

En la página web <https://www.districto.pe/districto-pimentel.html>

“el distrito de Pimentel es uno de los veinte distritos de la Provincia de Chiclayo, ubicado en el departamento de Lambayeque, en el norte de Perú, a 6°50'13"S 79°56'10"W, su territorio es llano, con suaves ondulaciones, encontrándose pequeños cerros como Pimentel y El Molino. Sus playas son bajas y arenosas, con clima templado, con moderado calor al medio día, atemperado por suaves vientos por

la cercanía del mar. Normalmente no caen lluvias. Presenta suelos aptos para el cultivo, además de pastos naturales y tierras eriazas de característica salitrosa”.

1.3. Tratamientos Evaluados

En el presente trabajo de investigación en el que se hizo el comparativo del efecto del **cloruro de colina** y **biocolina** en la dieta de pollos, se implementaron los siguientes tratamientos:

T₁: Lote testigo a la que no se suministró suplemento alguno de colina.

T₂: incorporación de 0.20, 0.15 y 0.10% de cloruro de colina en el alimento de inicio, crecimiento y acabado; sin biocolina.

T₃: incorporación de 0.03, 0.02 y 0.01% de biocolina en el alimento de inicio, crecimiento y acabado; sin cloruro de colina.

1.4. Animales Experimentales

Se empleó 75 pollitos de línea Ross de un día de edad, de ambos sexos; los que provinieron de una planta incubadora de la ciudad de Trujillo.

1.5. Alimento Experimental

Se formuló las raciones para cubrir los requerimientos nutritivos de cada fase de crianza y se empleó insumos disponibles en la zona, tal como se detalla en las Tablas 1, 2, 3.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Criadora a gas
- Cercos de material sintético (Nordex)
- Corrales con malla de pescar y con cama de cascarilla de arroz.

Tabla 1.
Composición (%) de las raciones en tratamiento testigo.

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz	57.00	58.00	59.01
Torta de soja	28.03	28.00	25.00
Soja integral	5.00	7.00	10.00
Harina de pescado	4.00	1.00	–
Afrecho de trigo	1.00	1.02	1.00
Aceite vegetal de cocina	1.00	2.00	3.00
Carbonato	1.93	1.42	0.91
Sal	0.18	0.18	0.18
Bicarbonato	0.05	0.05	0.05
Pre-mezcla	0.10	0.10	0.10
Fosfato di-cálcico	1.13	0.77	0.40
Mold zapp	0.05	0.05	0.05
Bio mos	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Dl metionina	0.18	0.11	0.05
Lisina	0.20	0.15	0.10
Total	100	100	100
Proteína, %*	21.55	20.72	19.77
E.M. Mcal/Kg*	3.23	3.32	3.41

*Según McDowell *et al.* (1974)

Tabla 2.
Composición (%) de raciones en tratamiento con Cloruro de colina.

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz	57.00	58.00	59.01
Torta de soja	28.03	28.00	25.00
Soja integral	5.00	7.00	10.00
Harina de pescado	4.00	1.00	–
Afrecho de trigo	1.00	1.02	1.00
Aceite vegetal de cocina	1.00	2.00	3.00
Carbonato	1.93	1.42	0.91
Sal	0.18	0.18	0.18
Bicarbonato	0.05	0.05	0.05
Pre-mezcla	0.10	0.10	0.10
Fosfato di-cálcico	1.13	0.77	0.40
Mold zapp	0.05	0.05	0.05
Bio mos	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Dl metionina	0.18	0.11	0.05
Cloruro de colina	0.20	0.15	0.10
Total	100	100	100
Proteína, %*	21.52	20.49	19.75
E.M. Mcal/Kg*	3.23	3.31	3.40

*Según McDowell *et al.* (1974)

- Comederos de bandeja y tolva.
- Bebederos de sifón.

- Balanza electrónica.
- Registros de producción.
- Equipo para beneficio de las aves.
- Además del equipo típico de una granja avícola.

Tabla 3.
Composición (%) de raciones en tratamiento con Biocolina.

Insumo	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz	57.00	58.00	59.01
Torta de soja	28.03	28.00	25.00
Soja integral	5.00	7.00	10.00
Harina de pescado	4.00	1.00	—
Afrecho de trigo	1.00	1.02	1.00
Aceite vegetal de cocina	1.00	2.00	3.00
Carbonato	1.93	1.42	0.91
Sal	0.18	0.18	0.18
Bicarbonato	0.05	0.05	0.05
Pre-mezcla	0.10	0.10	0.10
Fosfato di-cálcico	1.13	0.77	0.40
Mold zapp	0.05	0.05	0.05
Bio mos	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05
Dl metionina	0.18	0.11	0.05
Biocolina	0.03	0.02	0.01
Lisina	0.17	0.13	0.09
Total	100	100	100
Proteína, %*	21.55	20.51	19.77
E.M. Mcal/Kg*	3.23	3.32	3.41

*Según McDowell *et al.* (1974)

1.7. Técnicas Experimentales

Las instalaciones fueron acondicionadas considerando una densidad de 6 pollos por metro cuadrado. Se colocó cascarilla de arroz como cama y se puso manta blanca como paredes. Se preparó tres corrales, cada uno con 25 pollos (machos y hembras), para cada tratamiento.

Los pollitos se asignaron al azar a cada uno de los tratamientos. Se identificaron con una cinta de plástico numerada y sujeta en la pata y se procedió tomar el peso inicial y luego se pesaron al finalizar cada una de las siguientes fases: Inicio (14 días), crecimiento (14 días)

y acabado (14 días). Se supervisó diariamente la identificación de cada pollito para reponerla cuando se desprendía; las cintas se cambiaron conforme los pollos crecían.

El alimento se preparó por un proveedor local de acuerdo con la fórmula para cada tratamiento, con insumos de disponibilidad local, en el proceso se utilizó mezcladora mecánica. El consumo se determinó por diferencia entre las cantidades ofertadas y residuales de cada día.

Para el proceso de faenado, se siguió: aturdimiento, degüello, escaldado, desplumado, eviscerado. El aturdimiento se hizo con fractura de la cuerda cervical, de la manera más rápida posible para evitar el maltrato animal. El degüello se aplicó con los pollos fijos en el embudo de sacrificio, evitando el aleteado. La temperatura del agua de escaldado fue de 70°C, esta parte se realizó cuando se verificó la muerte de las aves; el desplumado se hizo manualmente. Para el eviscerado se utilizó un cuchillo de acero inoxidable de elevada capacidad de corte; las vísceras se extrajeron en forma manual. Una vez extraídas las vísceras se extrajo la grasa de la zona abdominal adyacente al corte del vientre.

El rendimiento de carcasa (expresado porcentualmente), se determinó por la relación entre el peso de la carcasa caliente y el peso vivo antes del sacrificio, el resultado se multiplicó x 100.

El grado de aceptación de la carne, se determinó mediante una encuesta en la que se cuantificó la aceptación a través de una escala graduada de 0 a 15, donde: 0 = no se acepta completamente, 15 = se acepta completamente. Ninguno de los degustadores supo de que tratamiento provenía la carne. Todas las muestras fueron cocinadas de la misma manera, sólo

fueron sancochadas con sal (misma cantidad de agua, misma cantidad de sal y mismo tiempo en el fuego).

Se implementó un programa de bioseguridad para prevenir enfermedades que puedan perjudicar la salud de las aves (limpieza, desinfección, vacunación, control de ingreso de personas, control de roedores y aves silvestres).

1.8. Variables Evaluadas

- Consumo de alimento, Kg/pollo.
- Incremento de peso, Kg/pollo.
- Conversión alimenticia, Kg.
- Mérito económico, S/.
- Rendimiento de carcasa, %.
- Rendimiento peso de grasa abdominal, % y gr.
- Grado de aceptación de la carne, escala en prueba de degustación.

Como se indicó en 1.7., el **consumo de alimento** se determinó por diferencia entre las cantidades ofrecidas y el residuo del día siguiente; correspondió al consumo de cada una de las repeticiones (corrales) y se expresaron en promedio por pollo.

Los **cambios en el peso** se determinaron por diferencia entre las pesadas en curso con las del período anterior, se realizaron con cada uno de los pollos.

La **conversión alimenticia** se determinó por la relación entre la cantidad de alimento consumido y el cambio (incremento) del peso vivo; valores menores indicaron mayor eficiencia en la utilización del alimento y viceversa.

El **mérito económico** se determinó por la relación entre gasto (dinero) en alimento y el cambio en el peso vivo, como en el caso de la conversión alimenticia, los valores menores indicaron mayor eficiencia económica y viceversa.

El **rendimiento de carcasa** se determinó por la relación del peso de la carcasa entre el peso vivo antes del sacrificio por 100.

El **rendimiento de grasa abdominal** se determinó por la relación del peso de la grasa abdominal entre el peso de la carcasa x 100.

El **grado de aceptación de la carne** se determinó mediante una prueba de degustación en la que se cuantificó a través de una escala graduada de 0 a 15, donde: 0 = no se acepta completamente, 15 = se acepta completamente.

1.9. Evaluación de la Información

Se consideró el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_1: \text{Al menos una media difiere del resto}$$

Para contrastarlas y tomar la decisión de rechazar una de ellas se utilizó el Diseño Completamente al Azar descrito mediante el siguiente modelo aditivo lineal (Ostle, 1979):

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} , es la variable evaluada;

u , es el verdadero efecto medio;

t_i , es el verdadero efecto del i-ésimo ($i = 1, 2, 3$) tratamiento;

E_{ij} , es el verdadero efecto de la j-ésima ($j= 1$ a 25) unidad experimental sujeta a los efectos del i-ésimo tratamiento.

Al rechazar o no una de las hipótesis se estuvo dispuesto a tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Scheffler, 1982).

El comportamiento entre tratamientos se evaluó a través de la aplicación del análisis de varianza (Tabla 4). Solo cuando el valor de F fue significativo se aplicó la prueba de recorrido múltiple de Duncan.

Tabla 4.
Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Tratamientos	Tyy	t – 1 = 2	T	T/E
Residual	Eyy	t(r-1)=72	E	
Total	Σy^2	tr - 1= 74		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. De la Colina

Según la excelente revisión bibliográfica citada por Chaudhari et al. (2018), se indica que:

La colina es un componente incoloro, soluble en agua con propiedades como de vitamina, no como un catalizador metabólico sino formando un componente estructural esencial de los tejidos corporales. Está distribuida ubícuotamente en todas las células de plantas y animales; principalmente en la forma de fosfolípidos, fosfatidilcolina (lecitina), lisofosfatidilcolina, plasmalógenos de colina y esfingomielina, que son componentes esenciales de las membranas. Se degrada en álcalis calientes creando trimetilamina. Tiene la habilidad de formar sales con muchos ácidos orgánicos e inorgánicos. Es muy soluble en agua y etanol, pero no en éter. Químicamente es un álcali fuerte y tiene naturaleza higroscópica. Es aminoetilalcohol y tiene tres grupos metilo sobre el átomo de nitrógeno, químicamente denominada como (2-Hidroxietil)trimetilamonio. Su fórmula química es $C_5H_{14}NO^+$ y la del cloruro de colina es $(HOCH_2CH_2N(CH_3)_3HCl)$. El cloruro de colina tiene un peso molecular de 139.63 g/ mol, un punto de fusión de 247°C, se descompone en calor, una densidad relativa de 1.1 g/ cm³ a los 20°C (70% de cloruro de colina en agua) y es prácticamente estable a los 20-30°C. [p. 2804]

Con relación a las funciones del cloruro de colina remarcan principalmente cuatro, indicando de cada una de ellas que:

1. Es metabólicamente esencial para la construcción y mantenimiento de la estructura celular. La colina es una parte estructural de la lecitina, ciertos plasmalógenos y esfingomielinas. La lecitina es una parte de las membranas de células animales y de compuestos de transporte de lípidos en membranas celulares del plasma. Los fosfolípidos están presentes en las bicapas de la membrana celular, y su función primaria es regular la integridad y porosidad de la membrana celular. La colina se requiere como un constituyente de los fosfolípidos necesarios para la maduración normal de la matriz del cartílago de los huesos.
2. La colina es referida como un factor “lipotrópico” debido a su función de actuar sobre el metabolismo de la grasa, acelerando la remoción o disminuyendo la deposición de grasa en el hígado. Jugando un rol esencial en el metabolismo de la grasa en el hígado. Previene la acumulación anormal de grasa (hígado graso) promoviendo su transporte como lipoproteína y lecitina o incrementando la utilización de ácidos grasos en el hígado.

3. La colina es una fuente de grupos metilo lábiles para la formación de metionina a partir de homocisteína y de creatina a partir de ácido guaninoacético. [...] Para ser una fuente de grupos metilo, la colina debe ser convertida a betaína, que rinde funciones de metilación. Puesto que la colina contiene grupos metilo biológicamente activos, se puede ahorrar parcialmente metionina por colina y homocisteína. [pp. 2805-2806]

Así mismo, Khose et al. (2018) han indicado que “el uso de dietas de alto contenido de energía con el fin de acortar el período de crianza puede incrementar desórdenes metabólicos, tales como el síndrome de hígado grado (SHG) en pollos de carne. Otros desórdenes asociados a dietas de alto contenido de energía son incrementos en almohadillas de grasa abdominal, incidencia de problemas de patas e hipertensión” [p. 1054].

Igwe et al. (2015) realizaron una revisión bibliográfica con relación a las aves domésticas, en la que se determinó que “en las aves, el grupo metil de la colina está disponible después de la conversión a betaína en el hígado. [...] En pollos en crecimiento puede usarse la betaína intercambiabilmente con la colina para la función de metilación, pero no puede reemplazar a la colina para prevenir la perosis”.

En la misma fuente se indica que:

El requerimiento de colina en los pollos en crecimiento disminuye con la edad; así, generalmente no es posible producir una deficiencia en aves por encima de las 8 semanas de edad. Se ha observado que la metilación de aminoetanol a metilaminoetanol parece ser el paso tasa-limitante en la biosíntesis de colina en las aves jóvenes. Por lo que, altos niveles de metionina dietética o de otros donadores de grupos metilo pueden no ser completamente excesivos para los requerimientos de colina dietética del pollo en contraste a lo observado en mamíferos en crecimiento, tales como el cerdo o la rata”.

Debido a su rol con la síntesis de metionina y la presencia de nitrógeno en su composición, a la colina se le considera como aminoácido por algunos autores. En la revisión realizada por Khose et al. (2018) se menciona que:

La colina es un aminoácido crítico redescubierto para las aves y comúnmente se adiciona a las dietas avícolas en la forma de cloruro de colina sintético; sin embargo, este tiene varios inconvenientes, es altamente higroscópico y acelera la pérdida oxidativa de vitaminas en la dieta y la formación de trimetilamina en el tracto gastrointestinal de las aves; además, es mucho menos absorbido desde el intestino. La suplementación de colina en las raciones avícolas está bien establecida para mejorar el crecimiento, el rendimiento y calidad de la carcasa en los broilers. [p. 1054]

Toda vez que los problemas relacionados al cloruro de colina (fuente sintética de colina) pueden complicar la calidad de los productos avícolas, se está recurriendo a fuentes naturales; es decir, colina obtenida o portada por fuentes orgánicas; como ha sido indicado por Khose et al (2018):

Una planta también contiene colina en la forma de fosfatidilcolina, colina libre y esfingomielina. Actualmente hay productos naturales, producidos a partir de plantas selectas, con alto contenido de colina de forma esterificada y con alta biodisponibilidad, que pueden ser alternativas importantes al cloruro de colina sintético. [p. 1055]

Mendoza et al. (2018) indican que “la biocolina es un producto herbal elaborado con plantas de la India que incluyen *Achyranthes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*, que contiene colina en forma de conjugados de colina principalmente en fosfatidilcolina”.

2.1.2. De la Respuesta a la Suplementación con Cloruro de Colina y Biocolina

El efecto del suplemento de colina sobre la carcasa, sus componentes o el grado de acumulación de grasa abdominal ha sido evidenciado desde hace algún tiempo; así, Fouladi et al. (2008) desarrollaron un experimento para evaluar el empleo de diferentes niveles de un suplemento de cloruro de colina (60%) (0, 500 y 1000 mg/ kg) en la dieta basal (maíz – harina de soja) y sus efectos sobre las diferentes partes del peso de carcasa (pechuga y muslo) y peso de órganos internos (hígado, corazón, bazo, molleja, proventrículo y grasa abdominal) en pollos de carne. Los resultados mostraron que el suplemento de cloruro de colina en todos

los niveles no tuvo efecto significativo sobre el peso de carcasa, pechuga, muslo, molleja y proventrículo. Pero, los resultados mostraron que el suplemento de cloruro de colina en niveles de 1000 y 500 mg/ kg disminuyeron significativamente el peso del hígado, bazo y corazón y la deposición de grasa abdominal ($P<0.0001$) en comparación con la dieta basal, el mayor efecto se dio con la menor cantidad de suplemento.

El problema de la grasa no sólo se relaciona con su acumulación extra visceral sino también con la que se deposita al interior de los órganos, como el hígado. Kanduri et al. (2014) condujeron un estudio para determinar los efectos comparativos de un producto herbal que contenía una fuente natural de colina, metionina, lisina y biotina con aminoácidos sintéticos sobre el rendimiento del crecimiento y la hepatoprotección en pollos de carne. Se consideró tres grupos (I, control positivo, dieta basal estándar sin suplementación alguna; II, dieta basal suplementada con fito aditivo herbal; III, dieta basal suplementada con cloruro de colina, metionina, lisina y biotina sintéticos). Respectivamente para los tres grupos se obtuvo 810.16, 1739.67 y 1755.84 gramos de ganancia de peso corporal; 2.27, 1.83 y 1.81 de conversión alimenticia. El suplemento de colina, tanto natural como sintético, mejoró el rendimiento en comparación al testigo, si bien en ganancias de peso el grupo III superó ($P<0.05$) al grupo II, en conversión alimenticia fueron estadísticamente iguales. El suplemento, tanto natural como sintético, propició la presencia de hígados normales, en el testigo el hígado se apreció agrandado, con tejido necrótico y con petequias.

La conveniencia del empleo del suplemento de colina, tanto natural como sintético, también ha sido reportado por Calderano et al. (2015), quienes evaluaron cinco niveles de cloruro de colina al 60% (400, 500, 600, 700 y 800 mg/kg) y cinco niveles de una fuente vegetal de colina (100, 150, 200, 250 y 300 mg/ kg). No encontraron diferencias

significativas entre tratamientos, indicando que la fuente vegetal de colina puede reemplazar a la fuente sintética ya que se obtuvo pesos, incrementos de peso, conversión alimenticia y viabilidad similares.

Igwe et al. (2015) condujeron un estudio para investigar el efecto de diferentes niveles de colina sobre el rendimiento del crecimiento, rendimiento de carcasa, órganos internos y parámetros hematológicos de pollos de carne. El estudio contó con cinco tratamientos (T₁, testigo; T₂, 500 mg; T₃, 1000 mg; T₄, 1500 mg y T₅, 2000 mg de cloruro de colina por kg de alimento. Respectivamente para los tratamientos desde T₁ a T₅ se obtuvo: 1114.29, 1130.96, 1178.57, 1300.49 y 1396.97 g de ganancia promedio de peso; 4.45, 3.37, 3.97, 3.34 y 3.38 de conversión alimenticia; 79.29, 72.46, 75, 72.6 y 72.09% de rendimiento de carcasa; 2.05, 2.01, 2.48, 2.24 y 2.37% de hígado; 2.87, 3.1, 3.75, 3.1 y 3.13% de molleja; 0.50, 0.57, 0.56, 0.51 y 0.56% de corazón. Hubo diferencias significativas ($P<0.05$) en ganancia promedio de peso y conversión alimenticia conforme se incrementó la suplementación de 500 a 2000 mg/kg. El rendimiento de carcasa y los órganos internos no mostraron diferencia significativa. Los autores concluyeron que el cloruro de colina debería incluirse en 2000 mg/ kg de alimento.

Khosravinia et al. (2015) condujeron un experimento de 42 días con 576 pollos de carne de un día de edad de la línea Vencobb 308, para evaluar los efectos de extracto de lecitina (0.5 g/ kg), cloruro de colina 60% (1 g/ kg) y biocolina (1 g/ kg) en dietas de moderado y alto contenido de energía. La inclusión de biocolina y extracto de lecitina en la dieta incrementó significativamente la ganancia diaria y mejoró la conversión alimenticia general ($P<0.05$). El índice de eficiencia del rendimiento se mejoró en las aves que recibieron biocolina en comparación con los que recibieron la dieta control. Los pollos que recibieron

dietas con biocolina y extracto de lecitina presentaron menor porcentaje de grasa abdominal que los que recibieron las dietas con cloruro de colina y control. Sin tener en consideración el nivel dietético de energía, la suplementación con biocolina, cloruro de colina y extracto de lecitina disminuyó significativamente ($P<0.05$) la concentración lipídica hepática. Los resultados obtenidos por estos investigadores revelaron que la suplementación dietética de compuestos lipotrópicos comerciales removería potenciales efectos negativos de las dietas con alto contenido de energía, reduciendo la grasa hepática y manteniendo la salud del hígado.

Sharma y Ranjan (2015) evaluaron tres tratamientos (I, control; II, suplementado con colina natural; III, suplementado con colina sintética) y encontraron que la media máxima de ganancia de peso se observó en el tratamiento II a los 21 y 42 días (749.2 y 1623.8 g, respectivamente); en tanto que la media mínima de ganancia de peso se observó en el tratamiento I (612.3 y 1333.2 g, respectivamente). Así mismo, determinaron que la ganancia media de peso corporal se registró significativamente más alta en los tratamientos II y III que en el I desde el primer al cuadragésimo segundo día experimental; sin embargo, no hubo diferencias entre los tratamientos II y III hasta los 21 días de edad. Al día 42 la ganancia de peso corporal media del tratamiento II fue significativamente superior al tratamiento III.

Kumar y Sharma (2016) realizaron un ensayo con pollos de carne, evaluaron dos tratamientos, T₁ con un kilo de cloruro de colina por tonelada de alimento y T₂ con 500 g de Cholmax (colina herbal); respectivamente para ambos tratamientos se obtuvo 725 y 790 g de incremento de peso a los 21 días, 2008 y 2121 g a los 42 días; conversión alimenticia de 1.52 y 1.39 a los 21 días y de 1.83 y 1.71 a los 42 días. Los pollos que fueron suplementados con Cholmax mostraron significativamente menor ingestión de alimento. Los resultados

obtenidos por estos autores mostraron la conveniencia técnica y económica de emplear la fuente natural de colina.

Farina et al. (2017) realizaron dos experimentos para evaluar la bioequivalencia de una fuente natural de fosfatidilcolina (Biocolina) como una alternativa al cloruro de colina y los requerimientos de colina de una línea de pollos de carne de rápido crecimiento. En el experimento I, 672 pollos recibieron cuatro niveles de biocolina (0, 100, 200 o 300 mg/ kg) y tres niveles de colina (200, 400 o 600 mg/ kg) como cloruro de colina, entre los 4 y 28 días de edad. En el experimento II, 462 pollos recibieron dietas suplementadas con 0, 200, 400, 600 u 800 mg de colina como cloruro de colina. En ambos ensayos las dietas se basaron en arroz blanco, harina de soja y gluten de maíz. En el experimento I, las aves que recibieron cloruro de colina presentaron más alta ingestión de alimento que los que recibieron biocolina. Ambos suplementos de colina mejoraron linealmente la conversión alimenticia entre los 15 y 28 días, pero las curvas mostraron diferentes pendientes mostrando que una unidad de biocolina fue equivalente a 2.52 de la colina suplementada con el cloruro de colina. En el experimento II, la suplementación de colina tuvo un efecto cuadrático sobre la ganancia de peso, pero no afectó a la conversión alimenticia. Los requerimientos de colina para incremento de peso se determinaron en 778, 632 y 645 mg/ kg para 1-7, 1-35, y 1-42 días de edad, respectivamente.

Khose et al. (2018) realizaron un ensayo en el que compararon cinco tratamientos, T₁: testigo, T₂: 1 kg de cloruro de colina por tonelada de alimento, T₃, T₄ y T₅ con 0.250, 0.350 y 0.500 kg por tonelada, respectivamente, de colina herbal. No encontraron diferencias significativas para índices hematológicos (hemoglobina, glóbulos rojos, glóbulos blancos, etc.) a los 21 días, ni para la proporción de peso de órganos internos con el peso corporal a

los 42 días de edad. Sin embargo, las fuentes sintética y herbal de colina permitieron incrementar algunos índices sanguíneos, indicando beneficios sobre la hemopoyesis.

2.1.3. Bases Teóricas

La colina es un donador de grupos metilo, como tal participa en una serie de reacciones vitales para el organismo; en el caso de la producción aviar se le ha sindicado como muy importante para evitar problemas relacionadas con el hígado graso o de doblamiento de extremidades en especies de rápido crecimiento, como pollos, pavos, etc. destinados a la producción de carne; además de permitir mejor aprovechamiento de las raciones formuladas con alto contenido de energía. Se ha indicado que bajo determinadas condiciones el cloruro de colina produce trimetilamina en el tracto gastrointestinal que ocasiona olor a pescado que hace poco agradable a la carne del pollo (Kanduri et al., 2014; Chaudhari et al., 2017; Khose et al., 2018). Por lo expuesto, en el presente ensayo se pretende determinar bajo condiciones locales si la fuente natural de colina puede reemplazar a la fuente sintética en los indicadores del rendimiento de pollos de carne y si se ejerce algún efecto sobre el grado de aceptación de la carne.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de Alimento

Los resultados con el consumo de alimento se presentan en la Tabla 5, para cada una de las fases.

Tabla 5.
Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	25	26	26
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Consumo (g/pollo/periodo) en:			
Inicio	0.493	0.503	0.521
Crecimiento	1.595	1.728	1.726
Acabado	2.486	2.533	2.546
Acumulado	4.573	4.764	4.793

El mayor consumo de alimento se presentó en los pollos que recibieron biocolina en la dieta, comparado a los que recibieron cloruro de colina y el menor consumo se registró en el testigo.

En la Figura 1 se puede apreciar que, en todas las fases de edad, el consumo de alimento de los tratamientos 2 y 3 fue muy parecido; por lo que también sucedió en el consumo acumulado, en el que estos tratamientos consumieron más que el testigo por encima del 4%.

Con relación a la cantidad ingerida de alimento se puede apreciar que ambas fuentes de colina ejercieron similar efecto, algo que también ha sido observado por otros investigadores (Kanduri et al., 2014; Calderano et al., 2015; Sharma y Ranjan, 2015; Farina

et al., 2017; Khose et al., 2018). Sin embargo, corrobora la conveniencia de incluir un suplemento de colina en el alimento. Es de suponer que el promocionar mayor consumo de alimento se debería a una mayor tasa de utilización del alimento para procesos de síntesis de músculo.

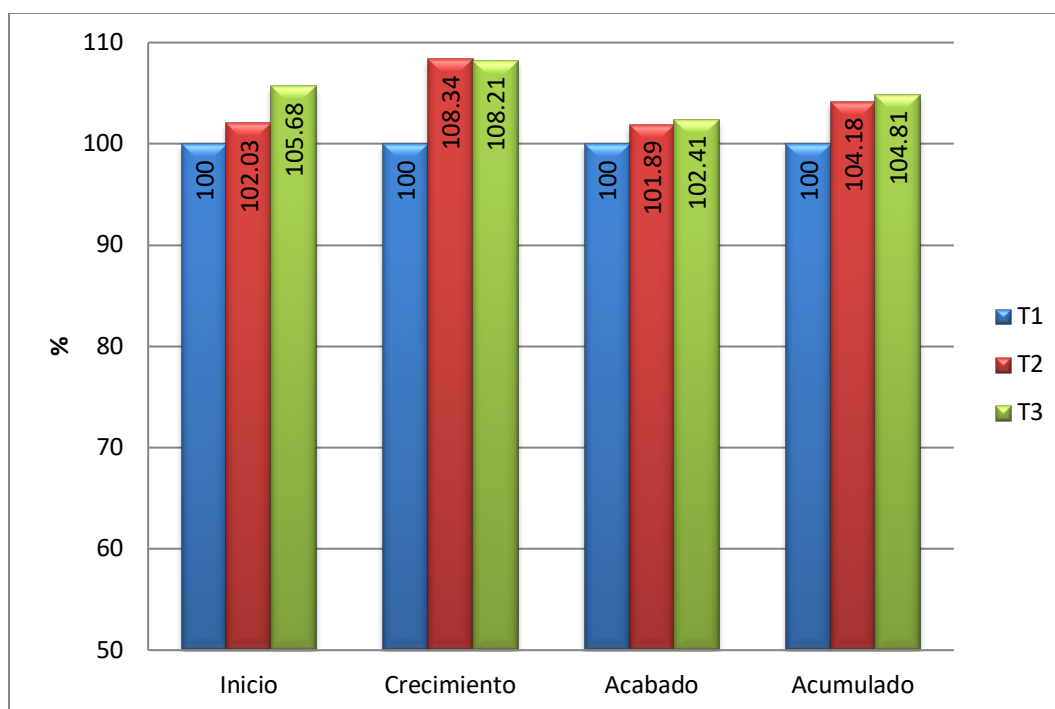


Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento, por etapas.

Kumar y Sharma (2016) y Farina et al. (2017), evaluando suplementos naturales (Cholmax o Biocolina) y sintético (cloruro) de colina, encontraron que el consumo de alimento con las fuentes naturales fue inferior al registrado con la fuente sintética. Esto indica que el comportamiento del consumo de alimento puede estar afectado por diferentes factores y que puede obtenerse resultados contradictorios en los ensayos que se implementen.

3.2. Incremento de Peso.

Los resultados referentes al peso vivo y modificaciones en el peso se presentan en la Tabla 6.

Como se puede apreciar, los pesos logrados al finalizar cada uno de los períodos etarios favorecieron a los tratamientos 2 y 3, es decir a los que tuvieron la suplementación de colina. Por tal motivo, se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos en los incrementos de peso. En el Inicio, los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente iguales pero superiores al testigo. En el Crecimiento ocurrió de manera similar. En el Acabado, el mejor tratamiento fue el que recibió la fuente sintética de colina, seguido del que recibió la fuente natural y por último el testigo. En tanto que, al observar el incremento de peso acumulado, se puede apreciar que ambas fuentes de colina se comportaron de manera similar superando al testigo, con una ventaja ligeramente por encima de 11%, en ambos casos.

Tabla 6.
Peso vivo y cambios en el peso de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	25	26	26
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Peso vivo (Kg/pollo/periodo) en:			
Inicial	0.049	0.049	0.050
Inicio	0.381	0.423	0.441
Crecimiento	1.497	1.629	1.656
Acabado	2.685	2.980	2.982
Cambios en el peso (Kg/pollo/periodo) en:			
Inicio	0.332 ^b	0.374 ^a	0.391 ^a
Crecimiento	1.116 ^b	1.206 ^a	1.215 ^a
Acabado	1.188 ^c	1.351 ^a	1.326 ^b
Acumulado	2.636 ^b	2.930 ^a	2.932 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los incrementos indica significativa ($P\leq 0.05$) entre tratamientos diferentes ($a>b$, $P<0.05$, Duncan).

Frente a un incremento de 4% en el consumo de alimento, una mejora de 11% en los incrementos de peso es indicativo de una mejor tasa de conversión del alimento ingerido en peso vivo. En la Figura 2 se aprecia que la mayor eficiencia del uso de la fuente natural de

colina se dio en los primeros 14 días de edad, superando por encima del 17% al testigo, en tanto que la fuente sintética superó al testigo en 12%.

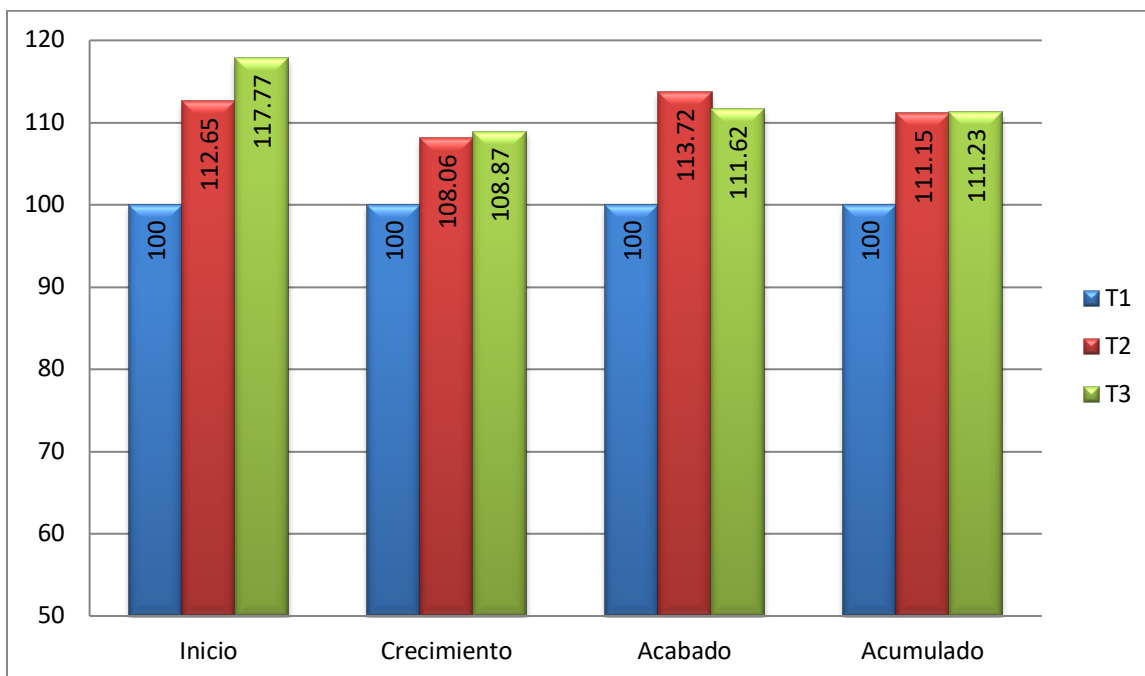


Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para cambios en el peso vivo, por etapas.

Diferentes investigadores (Kanduri et al., 2014; Calderano et al., 2015; Sharma y Ranjan, 2015; Farina et al., 2017; Khose et al., 2018) indicaron que la eficiencia de la suplementación de colina (natural o sintética) tiende a ser similar, pero que la conveniencia del empleo de la fuente natural está por el lado de la eficiencia en la utilización del alimento y en la menor deposición de grasa; a similar ingestión de alimento y menor deposición de grasa la conversión alimenticia sería mejor, toda vez que se requiere de 2.25 veces más energía para incrementar una unidad de peso en forma de grasa que en forma de proteína (músculo).

Desde el incremento de peso vivo como referente se puede asumir, como resultado de este estudio que la fuente natural de colina puede reemplazar a la fuente sintética.

3.3. Conversión Alimenticia

Los resultados referentes a la conversión alimenticia (kilos de alimento consumido para incrementar un kilo vivo) se presentan en la Tabla 7. En tanto que en la Figura 3 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos.

Exceptuando el período Crecimiento (tercera y cuarta semanas de edad), se apreció que la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso vivo fue considerablemente mejor con ambas fuentes de colina. Esto se corroboró con la conversión alimenticia acumulada, en esta los tratamientos 2 y 3 superaron al testigo en alrededor de 6%, que es una ventaja considerable.

Tabla 7.
Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	25	26	26
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Conversión alimenticia en:			
Inicio	1.485	1.345	1.332
Crecimiento	1.429	1.433	1.421
Acabado	2.093	1.875	1.920
Acumulado	1.735	1.626	1.635

Kanduri et al. (2014) encontraron valores de conversión alimenticia similares entre el cloruro de colina y la colina herbal, aun cuando con la fuente sintética de colina se logró mayor incremento de peso. Estos investigadores indicaron en que, además de la mayor eficiencia en la utilización del alimento para incrementar peso vivo, la suplementación de

colina (natural o sintética) propicia la presencia de hígados normales; es decir, se logra mejores condiciones de salud y bienestar en los animales.

Por otro lado, Khosravinia et al. (2015) obtuvieron un índice de eficiencia del rendimiento combinando cifras de consumo, incremento de peso, conversión alimenticia y determinaron que con biocolina las aves mejoraron este índice, lo que estaría vinculado a la dosis de colina que se suministra con el producto natural y a su costo.

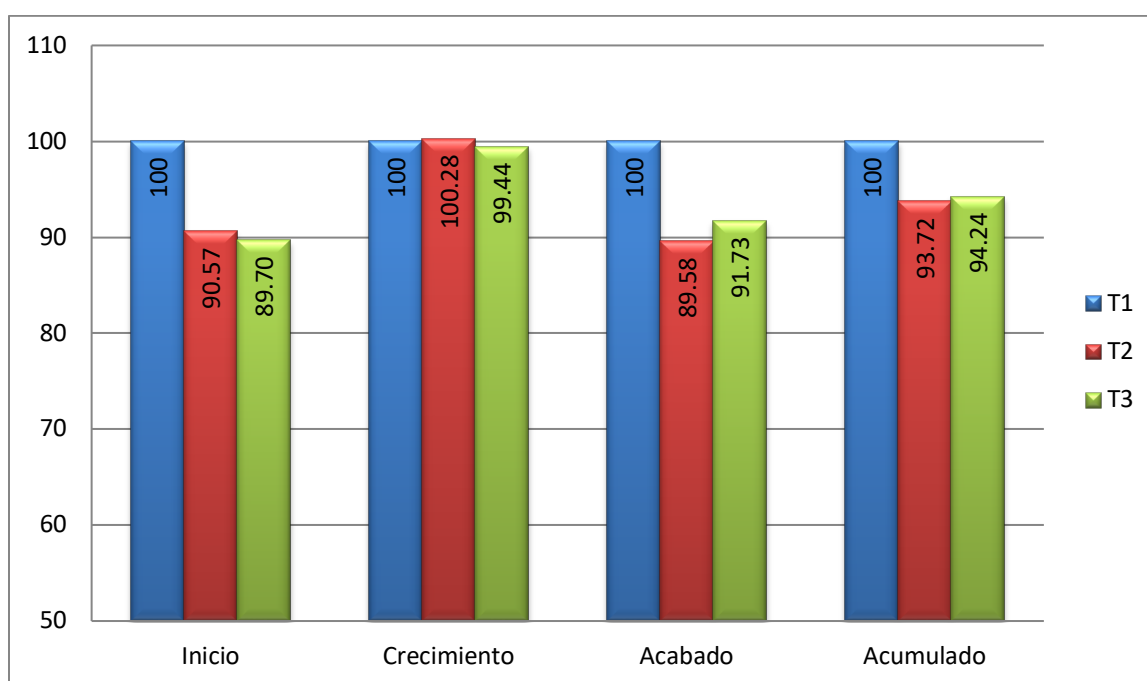


Figura 3. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia, por etapas.

3.4. Mérito Económico

Los resultados referentes al mérito económico se presentan en la Tabla 8; en tanto que en la Figura 4 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para esta variable.

El comportamiento del mérito económico es muy parecido al de la conversión alimenticia, con unas pequeñas diferencias debido a la inclusión de los suplementos de colina en la dieta basal suministrada al tratamiento testigo. Las proporciones de ambos suplementos

son muy pequeñas por lo que no representaron una gran modificación en el costo de las raciones de cada uno de los tratamientos.

Tabla 8.

Mérito económico de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	25	26	26
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Mérito económico en:			
Inicio	2.255	2.043	2.027
Crecimiento	2.129	2.136	2.117
Acabado	3.033	2.719	2.784
Acumulado	2.552	2.394	2.407

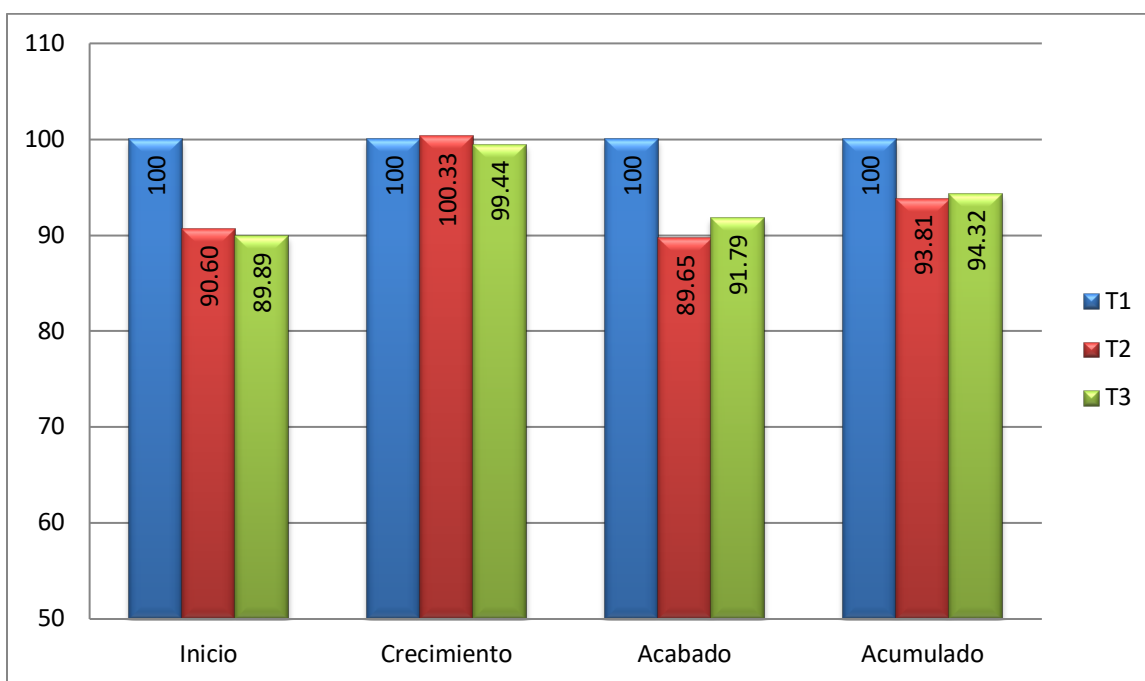


Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico, por etapas.

Aún cuando la proporción empleada de la fuente natural de colina fue considerablemente inferior a la de la fuente sintética. Con todo, el empleo de la suplementación de colina, cualquiera que sea la fuente, ocasionó un abaratamiento de la alimentación en, alrededor de 6%, proporción que es muy importante para el productor de

pollos de carne. Justificándose, además, económicamente el empleo de la suplementación de colina.

Frente a una igualdad técnica y económica, el productor podría optar por continuar empleando la fuente sintética; sin embargo, los suplementos nutricionales de origen sintético ya han sido cuestionados en el mundo desarrollado; sobre todo aquellos principios vinculados con un aminoácido tan importante como es la metionina. Kanduri et al. (2014) indicaron que “la metionina y colina sintéticas se encuentran entre las sustancias sintéticas prohibidas y su empleo ha sido cuestionado en las prácticas orgánicas de granja”. Al respecto, Fanatico et al. (2009) indicaron que la explotación de pollos de carne bajo condiciones orgánicas prohíbe tajantemente la utilización de aminoácidos sintéticos en la alimentación, hasta 2010 se permitía sólo el de metionina sintética. No mencionan si esta prohibición se deba a algún problema de salud, en los pollos o en humanos, vinculadas con los aminoácidos sintéticos. En el caso de la colina ha sido mencionado por Kanduri et al. (op. cit.) pero sin indicar si hubiera algún problema con la salud. Asumimos que, debido a la vinculación metabólica de metionina y colina, es probable que estos autores mencionaran al cloruro de colina dentro de la prohibición.

El otro problema vinculado al cloruro de colina radica en que, bajo determinadas circunstancias, se puede producir trimetilamina que genera olor y sabor desagradable (Chaudhari et al., 2017) en la carne del pollo. Sin embargo, en función de lo que han manifestado Aguilar-Shea et al. (2016) en humanos, parece ser más un problema vinculado a la genética que predispone al síndrome de trimetilaminuria, que se agrava cuando se ingieren cantidades importantes de cloruro de colina. No obstante, no se ha podido encontrar información confiable de que el problema se presente en pollos de carne o sea recurrente.

3.5. Rendimiento de Carcasa

Los resultados de peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9.
Peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	6	6	6
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Peso vivo previo al sacrificio, Kg/pollo	2.804 ^a	2.930 ^a	2.961 ^a
Peso de carcasa, Kg/pollo	2.448 ^a	2.496 ^a	2.534 ^a
Rendimiento de carcasa, %	87.38 ^a	85.22 ^a	85.60 ^a

^a Letras iguales sobre promedios indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos.

El análisis estadístico permitió determinar que las diferencias, tanto en peso como en rendimiento de carcasa, no alcanzaron significación. Es decir, fueron similares. Fouladi et al. (2008) evaluó al cloruro de colina como fuente aprovisionadora de colina en el alimento de pollos de carne; habiendo evaluado tres niveles (0, 500, y 1000 mg/ kg) no encontraron diferencias significativas sobre el peso de la carcasa o componentes (pechuga, muslo, etc.) de la misma. También con cloruro de colina, Igwe et al. (2015) investigaron el efecto de cinco niveles (0, 500, 1000, 1500, 2000 mg/ kg) sobre el rendimiento de carcasa y no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos. Obtuvieron porcentajes promedio que fluctuaron entre 72 y 79%, que se diferencian sustancialmente con las cifras encontradas en este ensayo superiores al 85%; estas diferencias se deben a que los investigadores citados no consideran cuello-cabeza y tarsos-dedos como parte de la carcasa lo que si se consideró aquí.

Es probable que el empleo de las fuentes de colina (sintética y natural) tengan efectos parecidos, como estamos reportando en el presente ensayo; sin embargo, también se puede argumentar que el efecto de la colina se traduzca en carcasas menos grasas que en carcasas más pesadas. Esto es importante dada la tendencia generalizada de emplear raciones con alta densidad energética para lograr pesos de mercado a la menor edad posible, lo que también ha sido considerado por Khosravinia et al. (2015). Esto se trata con mayor detalle en la siguiente sección.

3.6. Rendimiento de Grasa Abdominal

Los resultados de peso y rendimiento de grasa abdominal, en función del peso de carcasa, de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina se muestran en la Tabla 10.

El análisis estadístico indicó que las diferencias entre los tratamientos fueron significativas ($P < 0.05$), tanto para el peso de la grasa abdominal como para el rendimiento en función del peso de la carcasa. Los tratamientos que recibieron las fuentes de colina fueron de menor contenido de grasa abdominal que el testigo.

Tabla 10.
Peso rendimiento de grasa abdominal de pollos de carne que recibieron Cloruro de Colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Pollos por tratamiento	6	6	6
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Peso de carcasa, Kg/pollo	2.448	2.496	2.534
Peso de grasa abdominal, g/pollo	2.65 ^a	1.34 ^c	1.80 ^b
Rendimiento de grasa abdominal, %	0.11 ^a	0.05 ^b	0.07 ^b

^{a,b} Letras diferentes sobre los incrementos indica significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos diferentes ($a > b$, Duncan $P < 0.05$).

Menor deposición de grasa abdominal con la suplementación de colina (natural o sintética) también ha sido reportada por Fouladi et al. (2008) y Khosravinia et al. (2015), aun

cuando se empleen dietas de alto contenido de energía; esto es importante, tanto para la salud de los pollos como para la economía, en la primera por que se limita casi completamente la aparición de problemas hepáticos, los que afectan el rendimiento, y en la segunda porque se requiere más del doble de energía para incrementar una unidad de peso en forma de grasa que en forma de músculo (proteína). Kanduri et al. (2014) han reportado que cuando no hay suplementación de colina se pueden producir problemas hepáticos (hepatomegalia, necrosis y hemorragia petequeal) en los pollos; los autores resaltaron la importancia de suplementar colina, ya sea natural o sintética.

En el proceso de faenado, solamente la grasa subcutánea se incorpora como carcasa, en tanto que la abdominal y visceral se pierde con el agua de enfriamiento o enjuagado, lo que representa una pérdida económica adicional (peso que sale al mercado) para la industria.

3.7. Grado de Aceptación de la Carne

Los resultados referentes al grado de aceptación de la carne sancochada se muestran en el Tabla 11.

Tabla 11.

Grado de aceptación de la carne de pollo que recibió Cloruro de colina y Biocolina en la dieta.

Aspectos	T1	T2	T3
Nº de degustadores	22	22	22
Cloruro de Colina	No	Sí	No
Biocolina	No	No	Sí
Promedio	11.36 ^a	10.64 ^a	10.27 ^a
Valor mínimo	7	5	3
Valor máximo	14	15	15

^a Letras iguales sobre promedios indican diferencias no significativas ($P>0.05$) entre tratamientos (Duncan).

En la presente investigación se maneja el supuesto teórico que indica que si la fuente sintética de colina es capaz de producir trimetilamina en el tracto gastrointestinal del pollo

eso podría ocasionar una merma en el grado de aceptación de la carne. Realizada la prueba de degustación (estudiantes, personal docente y administrativo de la Facultad de Ingeniería Zootecnia) se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos.

Como se puede observar en la Tabla 11 las medias estuvieron por encima de 10, por encima del 7.5 considerado como el promedio de aceptación (escala de 0 a 15). Esto es explicable por el acentuado consumo del pollo en la dieta actual; es muy difícil imaginar la existencia de personas que no le guste el pollo o que no lo consuman.

Anteriormente se indicó que un problema vinculado al cloruro de colina estriba en que, bajo determinadas circunstancias, se puede producir trimetilamina que genera olor y sabor desagradable (Chaudhari et al., 2017) a pescado en la carne del pollo. Pero, como lo han manifestado Aguilar-Shea et al. (2016) en humanos, parece ser más un problema vinculado a la genética que predispone al síndrome de trimetilaminuria, que se agrava cuando se ingieren cantidades importantes de cloruro de colina. No obstante, no se ha podido encontrar información confiable de que el problema se presente en pollos de carne o sea recurrente. El sabor a pescado en el pollo de carne podría estar más vinculado al empleo de aceite de pescado en la ración, con la finalidad de incrementar la densidad energética y lograr pesos de comercialización a edades más tempranas.

Por lo obtenido, también en la evaluación de esta variable, se puede asumir que la cualquiera de las fuentes suplementales de colina (natural o sintética) puede emplearse en la producción del pollo de carne.

IV. CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación y teniendo en cuenta las condiciones en las que se realizó, se concluye que:

1. La hipótesis planteada no ha sido rechazada, los resultados mostraron que las diferencias en el rendimiento del crecimiento de los pollos de carne no difirieron ($P>0.05$) entre los que recibieron cloruro de colina y biocolina.
2. El consumo de alimento se incrementó (4%) por efecto de la suplementación de colina con las dos fuentes.
3. No hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre las fuentes de colina en lo que respecta al incremento de peso corporal; ambas superaron ($P<0.05$) al testigo.
4. La conversión alimenticia acumulada se mejoró en alrededor de 6% con cualquiera de las fuentes de colina.
5. El mérito económico siguió una tendencia similar a la de la conversión alimenticia.
6. No hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en el peso y rendimiento de carcasa entre los tratamientos.
7. Ambas fuentes suplementales de colina disminuyeron la cantidad y porcentaje de grasa abdominal en comparación con el testigo.
8. Las fuentes de colina no ejercieron efecto negativo sobre el grado de aceptación de la carne.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Utilizar cualquiera de las fuentes de colina evaluadas en el presente estudio por cuanto permiten mejorar la conversión alimenticia y reducir el grado de engrasamiento de la carcasa.
- 2.** Evaluar la incidencia de problema hepáticos y de extremidades en pollos de carne a los que se les suministre cualquiera de las fuentes de colina.
- 3.** Evaluar la inclusión de colina natural bajo condiciones de elevada densidad energética en las raciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Shea, A., Gallardo, C., Amengual, M., y Morais, A. (2016). Síndrome de olor a pescado (Trimetilaminuria), la dieta es importante. *Rev. Esp. Nutr. Hum. Diet.*, 20(3): 254-257. Doi:10.14306/renhyd.20.3.200
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Calderano, A., Nunes, R., Rodrigueiro, R., & César, R. (2015). Replacement of choline chloride by a vegetal source of choline in diets for broilers. *Cien. Anim. Bras.*, 16(1): 37-44.
- Chaudhari, K. I., Prajapati, D. C., Lunagariya, P. M., Sorathiya, K. K., Patel, S.N., Patel, R. P., and Nayak, A. L. (2017). An importance of choline chloride for poultry and cattle: An overview. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(5): 2804-2810.
- Fanatico, A. C., Owens, C. M., and Emmert, J. L. (2009). Organic poultry production in the United States: Broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 18: 355-366. Doi: 10.3382/japr.2008-00123
- Farina, G., Kessler, A., Ebling, P., Ricardo, C., and Ribeiro, A. (2017). Performance of broilers fed different dietary choline sources and levels. *Cien. Anim. Bras.*, 18: 1-14. Doi: 10.1590/1089-6891v18e-37633
- Fouladi, P., Nobar, R., Ahmadzade, A., Shahriar, H., and Noshadi, A. (2008). Effect of choline chloride supplement on the internal organs and carcass weight of broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 7(9): 1164-1167. ISSN: 1680-5593.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Igwe I. R., Okonkwo C. J., Uzoukwu, U. G. & Onyenegecha C. O. (2015). The effect of choline chloride on the performance of broiler chickens. *Annual Research and Review in Biology*, 8(3):1-8. ISSN: 2347-565X
- Kanduri A. B., Saxena M. J., Ravikanth K., Thakur, A., and Maini, S. (2014). Comparative efficacy of herbal and synthetic amino acids for growth performance and hepatoprotective action in broiler chickens. *International Journal of Biomedical and Advance Research*, 05(1): 14-18. DOI:10.7439/ibjar
- Khose, K. K., Manwar, S. J., Sedmake, E. D., Ingole, R. S., and Rathod, P. R. (2018). Supplementation herbal choline in diets on hematological indices and development of vital organ in broilers. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(6): 1054-1058.
- Khosravinia, H., Chethen, P. S., Umakantha, B., and Nourmohammadi, R. (2015). Effects of lipotropic products on productive performance, liver lipid and enzymes activity in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 3(2): 113-120. ISSN: 2345-6566.
- Kumar, P. and Sharma, S. (2016). Trial study comparing effect of cholmax (Herbal Choline) and synthetic choline chloride on growth performance in broiler chicken. *Indian Journal of Research*, 5(10): 200-202. ISSN: 2250-1991.
- McDowell, L. R., Conrad, J., Thomas, J. & Harris, L. E. (1974). *Latin American Tables of Feed Composition*. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Mendoza, G. D., Martínez, J. A., Hernández, P. A., y Lee, H. A. (2018). Uso de productos herbales nutracéuticos en la alimentación de rumiantes. En: *Avances de la*

- Investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México* (Herrera, J., Chay, A., Casanova, F., Piñeiro, A., Márquez, L., Santillán, E., y Arce, J., editores). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. ISBN: 978-607-542-022-6.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada*. E. Limusa. México, DF. 629 pp.
- Sharma, A. and Ranjan, S. (2015). Effect of herbal and chemically synthetic choline on physio-biochemical characteristics of chicks. *Journal of Global Biosciences*, 4(6): 2537-2542. ISSN: 2320-1355.
- Scheffler, E. (1982). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A.

ANEXOS

Anexo 1. Peso vivo inicial, Kg.

Nº Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	0.045	0.050	0.055
2	0.050	0.055	0.055
3	0.050	0.050	0.050
4	0.045	0.055	0.050
5	0.050	0.055	0.050
6	0.050	0.050	0.055
7	0.050	0.050	0.050
8	0.045	0.055	0.050
9	0.060	0.045	0.050
10	0.055	0.050	0.050
11	0.045	0.045	0.045
12	0.045	0.055	0.050
13	0.045	0.050	0.050
14	0.040	0.045	0.045
15	0.050	0.045	0.055
16	0.060	0.045	0.060
17	0.050	0.055	0.045
18	0.050	0.045	0.045
19	0.050	0.045	0.045
20	0.045	0.050	0.045
21	0.055	0.045	0.055
22	0.050	0.055	0.050
23	0.050	0.045	0.045
24	0.050	0.045	0.050
25	0.050	0.050	0.055
Adicionales		0.050	0.050

Anexo 2. Peso vivo a los 7 días, Kg.

Nº Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	0.160	0.200	0.175
2	0.165	0.170	0.205
3	0.190	0.190	0.200
4	0.170	0.170	0.175
5	0.180	0.150	0.185
6	0.185	0.205	0.195
7	0.185	0.165	0.155
8	0.155	0.180	0.185
9	0.170	0.170	0.210
10	0.130	0.170	0.150
11	0.120	0.180	0.175
12	0.160	0.225	0.195
13	0.170	0.165	0.170
14	0.185	0.150	0.190
15	0.170	0.170	0.185
16	0.180	0.170	0.180
17	0.155	0.190	0.175
18	0.170	0.165	0.175
19	0.175	0.195	0.170
20	0.155	0.155	0.160
21	0.205	0.180	0.170
22	0.170	0.190	0.175
23	0.145	0.185	0.210
24	0.175	0.165	0.180
25	0.165	0.175	0.190
Adicionales		0.145	0.140

Anexo 3. Peso vivo a los 14 días, Kg.

N° Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	0.365	0.400	0.420
2	0.375	0.425	0.420
3	0.380	0.430	0.430
4	0.325	0.385	0.400
5	0.410	0.455	0.435
6	0.405	0.355	0.420
7	0.380	0.440	0.500
8	0.355	0.470	0.360
9	0.420	0.420	0.435
10	0.245	0.535	0.455
11	0.450	0.425	0.430
12	0.385	0.390	0.415
13	0.325	0.375	0.475
14	0.425	0.410	0.425
15	0.360	0.385	0.410
16	0.425	0.420	0.525
17	0.370	0.365	0.435
18	0.370	0.445	0.480
19	0.445	0.385	0.485
20	0.420	0.465	0.495
21	0.345	0.440	0.465
22	0.375	0.405	0.455
23	0.365	0.410	0.420
24	0.410	0.460	0.430
25	0.400	0.410	0.435
Adicionales		0.420	0.442

Anexo 4. Peso vivo a los 21 días, Kg.

N° Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	0.940	0.900	0.910
2	0.770	0.890	1.015
3	0.865	0.940	0.910
4	0.865	1.075	1.040
5	1.000	0.970	0.975
6	0.955	0.990	1.015
7	1.120	0.950	1.085
8	0.875	1.055	1.135
9	0.835	1.010	0.925
10	0.930	0.890	0.805
11	0.910	0.955	0.950
12	0.925	0.825	0.935
13	0.885	0.980	1.060
14	1.025	0.920	0.905
15	0.810	0.875	1.025
16	0.850	0.960	1.085
17	0.820	0.960	0.890
18	0.960	0.845	1.140
19	0.875	0.925	0.985
20	0.785	0.800	0.885
21	0.495	0.980	1.000
22	0.915	0.810	1.085
23	1.000	0.925	0.930
24	0.980	1.000	1.050
25	0.885	0.930	0.845
Adicionales		1.060	0.985

Anexo 5. Peso vivo a los 28 días, Kg.

Nº Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	1.550	1.585	1.690
2	1.325	1.350	1.640
3	1.545	1.600	1.575
4	1.400	1.865	1.835
5	1.665	1.500	1.485
6	1.640	1.765	1.755
7	1.900	1.630	1.880
8	1.500	1.805	1.825
9	1.465	1.720	1.565
10	1.530	1.455	1.345
11	1.485	1.665	1.655
12	1.535	1.360	1.495
13	1.460	1.790	1.820
14	1.565	1.680	1.500
15	1.360	1.530	1.810
16	1.420	1.600	1.860
17	1.340	1.705	1.445
18	1.585	1.430	1.950
19	1.465	1.545	1.620
20	1.310	1.830	1.800
21	1.020	1.595	1.755
22	1.565	1.670	1.800
23	1.700	1.580	1.375
24	1.710	1.795	1.490
25	1.385	1.495	1.400
Adicionales		1.810	1.690

Anexo 6. Peso vivo a los 35 días, Kg.

Nº Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	2.220	2.380	2.475
2	1.915	1.895	2.400
3	2.310	2.375	2.285
4	2.010	2.770	2.630
5	2.490	2.125	2.190
6	2.400	2.650	2.620
7	2.755	2.380	2.835
8	2.160	2.570	2.775
9	2.150	2.510	2.395
10	2.240	2.120	2.000
11	2.100	2.415	2.465
12	2.220	1.930	2.170
13	2.190	2.675	2.730
14	2.305	2.510	2.180
15	1.995	2.280	2.640
16	2.045	2.465	2.700
17	1.860	2.490	2.140
18	2.160	2.160	2.860
19	2.080	2.185	2.310
20	1.930	2.705	2.700
21	1.740	2.425	2.665
22	2.350	2.540	2.655
23	2.375	2.385	1.940
24	2.500	2.570	2.090
25	1.840	2.040	2.100
Adicionales		2.555	2.500

Anexo 7. Peso vivo a los 42 días, Kg.

N° Pollos	Testigo	Cloruro colina	Biocolina
1	2.675	2.900	3.115
2	2.395	2.305	2.930
3	2.960	2.960	2.795
4	2.430	3.415	3.215
5	3.205	2.570	2.710
6	2.915	3.375	3.275
7	3.300	3.045	3.500
8	2.795	3.110	3.380
9	2.710	3.215	3.015
10	2.750	2.605	2.525
11	2.560	3.020	2.970
12	2.730	2.465	2.580
13	2.655	3.420	3.400
14	2.900	3.030	2.605
15	2.490	2.830	3.385
16	2.450	3.150	3.340
17	2.300	3.160	2.595
18	2.640	2.600	3.510
19	2.545	2.585	2.750
20	2.340	3.495	3.275
21	2.385	3.165	3.230
22	2.925	3.275	2.810
23	2.820	2.970	2.360
24	3.010	3.330	2.625
25	2.245	2.515	2.515
Adicionales		2.960	3.115

Anexo 8. Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento testigo.

N° pollo	Testigo	Peso carcasa	Dif.	%	Peso grasa/gr	%
3	2.915	2.550	0.365	87.48	2.76	0.1082
7	3.380	2.855	0.525	84.47	3.07	0.1075
10	2.740	2.305	0.435	84.12	2.50	0.1085
13	2.615	2.405	0.210	91.97	2.61	0.1085
16	2.405	2.055	0.350	85.45	2.24	0.1090
23	2.770	2.515	0.255	90.79	2.71	0.1078

Anexo 9. Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento con cloruro de colina.

N° pollo	Cloruro colina	Peso carcasa	Dif.	%	Peso grasa/gr	%
1	2.845	2.540	0.305	89.28	1.36	0.0535
3	2.885	2.550	0.335	88.39	1.38	0.0541
14	2.995	2.450	0.545	81.80	1.30	0.0531
16	3.060	2.580	0.480	84.31	1.39	0.0539
23	2.895	2.435	0.460	84.11	1.29	0.0530
26	2.900	2.420	0.480	83.45	1.31	0.0541

Anexo 10. Peso vivo antes del sacrificio, de carcasa y de grasa abdominal en el tratamiento con biocolina.

Nº Pollos	Biocolina	Peso Carne	Dif.	%	Peso grasa/gr	%
7	3.470	2.940	0.530	84.73	2.08	0.0708
12	2.545	2.200	0.345	86.44	1.56	0.0709
16	3.305	2.830	0.475	85.63	2.01	0.0710
20	3.210	2.790	0.420	86.92	1.97	0.0706
22	2.735	2.295	0.440	83.91	1.64	0.0715
25	2.500	2.150	0.350	86.00	1.54	0.0716

Anexo 11. Grado de aceptación de la carne de pollo según tratamientos.

Nº	Testigo	Colina	Biocolina
1	12	13	12
2	13	11	14
3	14	10	13
4	11	9	9
5	13	10	10
6	8	12	3
7	8	9	12
8	13	10	15
9	14	9	15
10	13	8	14
11	10	12	6
12	14	5	9
13	14	14	13
14	14	15	12
15	13	14	8
16	8	9	5
17	12	8	10
18	8	9	13
19	12	11	8
20	11	10	6
21	8	12	7
22	7	14	12

Anexo 12. Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de inicio.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	0.048	0.024	14.282	**
Error Experimental	73	0.121	0.002		
Total	75	0.169			

CV = 09.82%

Anexo 13. Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de crecimiento.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	0.368	0.184	6.771	*
Error Experimental	73	1.981	0.027		
Total	75	2.349			

CV = 10.33%

Anexo 14. Análisis de la varianza con el incremento de peso en la etapa de acabado.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	1.475	0.737	6.985	*
Error Experimental	73	7.706	0.106		
Total	75	9.180			

CV = 11.26%

Anexo 15. Análisis de la varianza con el incremento de peso acumulado.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	1.470	0.735	6.970	*
Error Experimental	73	7.697	0.105		
Total	75	9.167			

CV = 11.45%

Anexo 16. Análisis de la varianza con el peso de la carcasa.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	0.023	0.011	0.167	n.s.
Error Experimental	15	1.015	0.068		
Total	17	1.038			

CV = 10.44%

Anexo 17. Análisis de la varianza con el rendimiento de carcasa, cada valor convertido a arco seno.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	12.30	6.15	1.18	n.s.
Error Experimental	15	77.90	5.19		
Total	17	90.20			

CV = 03.34%

Anexo 18. Análisis de la varianza con el peso de grasa.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Signif.
Tratamientos	2	5.30	2.65	57.09	**
Error Experimental	15	0.70	0.05		
Total	17	5.99			

CV = 11.17%

Anexo 19. Análisis de varianza del rendimiento de la grasa abdominal, cada valor convertido a arco seno.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Signif.
Tratamientos	2	0.972753	0.486377	13127.318740	**
Error Experimental	15	0.000556	0.000037		
Total	17	0.973309			

CV = 0.3856%

Anexo 20. Análisis de varianza para el grado de aceptación de la carne.

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Signif.
Tratamientos	2	13.58	6.79	0.85	n.s.
Error Experimental	63	500.55	7.95		
Total	65	514.12			

CV = 26.20%



Autorización de Publicación en el Repositorio Institucional de la UNPRG

1. Información del documento

Título del documento

Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta

Descripción (Seleccionar)

Tesis de Pregrado	<input type="radio"/>	Libro	<input type="radio"/>
Tesis de Maestría	<input type="radio"/>	Monografía	<input type="radio"/>
Tesis de Doctorado	<input type="radio"/>	Artículo	<input type="radio"/>
Trabajo de Investigación	<input checked="" type="radio"/>	Conferencia	<input type="radio"/>
Tesis de Segunda Especialidad	<input type="radio"/>	Programa informático	<input type="radio"/>
Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="radio"/>	Parte de un libro	<input type="radio"/>
Trabajo académico	<input type="radio"/>	Datos	<input type="radio"/>

Autores del documento

Firme e indique sus apellidos y nombres completos

	Apellidos completos	Nombres completos	Correo electrónico	Dni	Firma
1.	Bardález Huamán	Rafael	rafaelbardalezhuaman@gmail.com	70539813	
2.					
3.					

Docente(s) asesor(s)

Indique los apellidos y nombres completos de su asesor

Apellidos completos	Nombres completos	Correo electrónico	Dni	Orcid
Del Carpio Ramos	Pedro Antonio	pdelcarpio@unprg.edu.pe	16407252	0000-0002-0236-1593

Facultad

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

Programa académico

Ingeniería Zootecnia



2. Originalidad del trabajo presentado

Con la presentación de esta ficha, el(la) autor(a) o autores(as) señalan expresamente que la obra es original, ya que sus contenidos son producto de su directa contribución intelectual. Se reconoce también que todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal.

3. Autorización del trabajo presentado

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los entregables, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" (en adelante, la "Universidad").

Autorizo a la Universidad a publicar los Contenidos en los Repositorios Institucionales de la Universidad y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Marcar (x)	Tipo de Licencia	Logotipo
x	<u>Permite usos comerciales y modificación de las obras, siempre que sean Compartidas con terceros de la misma manera</u> Licencia Creative Commons Atribución-Compartir Igual4.0Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/	

Yo, Rafael Bardález Huamán con DNI N° 70539813
en mi calidad de autor(a) y actuando en representación de mis co- autores(as), autorizo la publicación del documento indicado en el punto 1, bajo las condiciones indicadas en el punto 2 y 3, dejando constancia que el archivo digital que estoy entregando a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo (UNPRG), como parte del proceso de obtención del título profesional o grado académico, contiene la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.

Firma

17/09/2022

Fecha



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Rafael Bardález Huamán
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Tesis - Rendimiento comparativo de...
Nombre del archivo: Tesis_Rafael_Barda_lez.pdf
Tamaño del archivo: 1.35M
Total páginas: 51
Total de palabras: 12,798
Total de caracteres: 58,630
Fecha de entrega: 10-feb-2021 04:06p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1506562613

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PECUARIA

Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y
biocolina en la dieta

TESIS

Presentada como requisito para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Bach. Bardález Huamán, Rafael
Asesor: Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.

Lambayeque
PERÚ
2021

Derechos de autor 2021 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos

Tesis - Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

nutricionanimal.info

Fuente de Internet

2%

2

cip.org.pe

Fuente de Internet

1%

3

worldwidescience.org

Fuente de Internet

1%

4

idoc.pub

Fuente de Internet

1%

5

1library.co

Fuente de Internet

1%

6

lume.ufrgs.br

Fuente de Internet

<1%

7

www.iiap.org.pe

Fuente de Internet

<1%

8

pt.scribd.com

Fuente de Internet

<1%



Dr. Pedro Antonio Del Carpio Ramos

Anexo 01
Constancia de aprobación de originalidad de tesis

Yo, Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., asesor del trabajo de investigación de tesis del bachiller Rafael Bardález Huamán titulado “Rendimiento comparativo de pollos de carne con cloruro de colina y biocolina en la dieta”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 7%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

El suscrito ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a mi entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

Lambayeque, 06 de abril de 2021.



Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
DNI 16407252
Asesor