



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DEL SULFATO DE COBRE EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS
DE POLLOS DE ENGORDE (*Gallus gallus domesticus L*), EN EL CANTÓN
COTACACHI”

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

Gutiérrez Pozo Jefferson Andrés

DIRECTOR:

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

Ibarra, Marzo del 2023

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EFECTO DEL SULFATO DE COBRE EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE (*Gallus gallus domesticus L*), EN EL CANTÓN COTACACHI”

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza MSc.

DIRECTOR


FIRMA

Ing. Luis Marcelo Albuja Illescas MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaino MSc.

MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401480884		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Gutiérrez Pozo Jefferson Andrés		
DIRECCIÓN:	Alberto Moreno y 10 de Agosto Cotacachi		
EMAIL:	jagutierrezp@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	x	TELÉFONO MÓVIL:	0985766847

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EFFECTO DEL SULFATO DE COBRE EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLO DE ENGORDE(<i>Gallus gallus domesticus</i> L) EN EL CANTON COTACACHI
AUTOR :	Gutiérrez Pozo Jefferson Andrés
FECHA:	27/03/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroprecuario
DIRECTOR:	Ing. Miguel Vinicio Aragon Esparza

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de marzo de 2023

EL AUTOR:

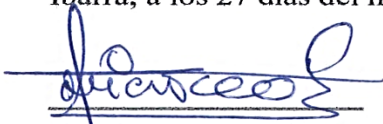
Firma

Nombre: Jefferson Andrés Gutiérrez Pozo

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jefferson Andrés Gutiérrez Pozo, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 27 días del mes de marzo de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miguel Vinicio Aragón Esparza', is written over a horizontal line.

Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza M.Sc

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

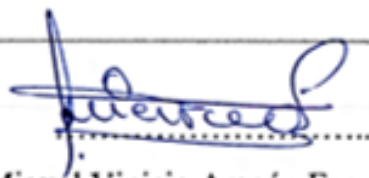
Fecha: Ibarra, a los 28 días del mes de marzo del 2023

Jefferson Andrés Gutiérrez Pozo: “EFECTO DEL SULFATO DE COBRE EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE (*Gallus gallus domesticus L*), EN EL CANTÓN COTACACHI” Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 28 días del mes de marzo del 2023 77 paginas

DIRECTOR: Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza M. Sc

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde, en el cantón Cotacachi. Entre los objetivos específicos se encuentran: Comparar el uso de sulfato de cobre, sobre la ganancia media diaria del pollo con respecto al manejo convencional. Determinar la relación beneficio costo de los tratamientos en estudio.



Ing. Miguel Vinicio Aragón Esparza M. Sc

Director de Trabajo de Grado



Jefferson Andrés Gutiérrez Pozo

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber permitido culminar esta etapa de mi vida, a mis padres Lilian Pozo y Esteban Gutiérrez por el apoyo incondicional y la manera en que ellos aportaron para que pueda lograr esta gran meta, también agradezco a mis hermanas Jessica y Joselyn por el apoyo y las palabras de motivación y como no mencionar a mi querido sobrino Evan Chungana quien alegra mis días cuando paso con él.

A mi novia Paula Fonseca por la paciencia y el amor incondicional que me ha dado en cada momento de mi vida.

A todos los docentes, quienes a través de sus palabras y enseñanzas han sabido llenar de valores y sabiduría.

A mi tío Arturo Gutiérrez quien a lo largo de este proceso se ha convertido en una persona incondicional en mi vida quien me ayudo a ser cada día mejor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este punto de mi vida y formación profesional. A mi madre, por el esfuerzo y la valentía de seguir adelante, por no rendirse ante los obstáculos que le puso la vida por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, a mi padre y hermanas que siempre estuvieron conmigo apoyándome día tras día.

A mis profesores y compañeros quienes estuvieron durante todo este tiempo apoyándome y compartiendo toda su sabiduría mediante las clases diarias recibidas en esta prestigiosa Universidad.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE ANEXOS	XII
CAPÍTULO I.....	15
INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Antecedentes.....	15
1.2. Planteamiento del problema	17
1.3. Justificación.....	18
1.4. Objetivos.....	19
1.4.1. General.....	19
1.4.2. Específicos.....	19
1.5. Hipótesis	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO	20
2.1. Producción de pollos a nivel mundial.....	20
2.2. Producción de pollos en Ecuador	20
2.3. Producción de pollos en Imbabura	20
2.4. Características generales de los pollos de engorde.....	21
2.4.1. Ciclo productivo de pollos broiler	21
2.4.2. Características de la línea de pollos Cobb 500	22
2.5. Manejo de condiciones ambientales	23
2.5.1. Temperatura (T°)	23

2.5.2. Ventilación.....	24
2.5.3. Calidad del pollito	24
2.6. Partes del aparato digestivo	25
2.6.1. Buche	26
2.6.2. Proventrículo	26
2.6.3. Molleja.....	26
2.6.4. Intestino delgado.....	26
2.6.5. Intestino grueso.....	27
2.7. Manipulación del sistema gastrointestinal.....	28
2.7.1 Promotores de crecimiento	28
2.8. El cobre como micro mineral	30
2.8.1. Mecanismos de acción del cobre	30
2.9. Principales funciones del cobre	31
2.10. Sulfato de cobre	33
2.10.1. Importancia del sulfato de cobre	33
2.10.2. Dosis sulfato de cobre en animales.....	35
2.11. Marco legal	36
CAPITULO III	37
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	37
3.1. Caracterización del área de estudio	37
3.1.1. Ubicación geográfica.....	38
3.1.2. Condiciones climáticas.....	38
3.2. Materiales	38
3.3. Métodos	39
3.3.1. Factores en estudio	39

3.4 Tratamientos a evaluar.....	40
3.5. Diseño experimental.....	40
3.6. Características del experimento.....	41
3.7. Análisis estadístico	42
3.8. Variables a evaluarse.....	42
3.8.1. Consumo de alimento.....	43
3.8.2. Ganancia de peso (g)	43
3.8.3. Conversión alimenticia.....	43
3.8.4. Porcentaje a la canal	44
3.8.5. Análisis económico y financiero por tratamiento B/C	44
3.9. Manejo específico del experimento.....	45
3.9.1. Construcción del galpón.....	45
3.9.2. Colocación de cortinas.....	46
3.9.3 Construcción de las unidades experimentales	46
3.9.4. Distribución y preparación de las Unidades experimentales.....	46
3.9.5. Ubicación de criadoras	47
3.9.6. Ubicación de comederos y bebederos	48
3.9.7 Limpieza y desinfección del galpón	48
3.9.8. Control de bioseguridad.....	49
3.9.9. Elaboración de dietas.....	49
3.9.10. Recepción de los pollitos.....	53
3.9.11. Control de temperatura	54
3.9.12 Agua de bebida.....	55
3.9.13. Alimentación	55
3.9.14. Plan de vacunación.....	55

3.9.15. Toma de datos.....	56
3.9.16. Control de bioseguridad.....	56
3.9.17. Sacrificio y comercialización de las aves	56
CAPITULO IV	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1 Consumo de alimento semanal	57
4.2. Ganancia de peso	60
4.3 Conversión alimenticia.....	62
4.4 Porcentaje a la canal	63
4.5 Relación Beneficio/Costo	65
CAPITULO V.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
5.1 Conclusiones.....	67
5.2 Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFIA	69
1 ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características productivas de pollos Cobb 500 machos.....	24
Tabla 2 Características productivas de pollos Cobb 500 hembras.....	25
Tabla 3 Conversión alimenticia en pollos de engorde con el uso de distintas fuentes de cobre.....	37
Tabla 4 Dosis de sulfato de cobre aplicado en otros animales.....	37
Tabla 5 Listado de materiales a emplearse en la investigación.....	41
Tabla 6 Descripción y codificación de los tratamientos del estudio de efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde.....	42
Tabla 7 Características del experimento del estudio de efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde.....	43
Tabla 8 Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Parcelas Divididas.....	44
Tabla 9 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa inicial por tratamientos.....	52
Tabla 10 Dieta de alimento para pollos de engorde etapa inicial.....	53
Tabla 11 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa de crecimiento por tratamientos.....	53
Tabla 12 Dieta de alimento para pollos de engorde etapa de crecimiento.....	54
Tabla 13 Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa de engorde por tratamientos.....	55
Tabla 14 Dieta de alimento para pollos de engorde etapa de engorde.....	55
Tabla 15 Esquema de ADEVA del consumo de alimento por ave.....	59
Tabla 16 Análisis de varianza ADEVA de la ganancia de peso.....	62
Tabla 17 Análisis de varianza ADEVA para la variable conversión alimenticia.....	64
Tabla 18 Análisis de varianza ADEVA para la variable rendimiento a la canal.....	66
Tabla 19 Análisis económico de los tratamientos.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componente del aparato digestivo de los pollos.....	27
Figura 2 Mapa base del área de estudio, cantón Cotacachi.....	39
Figura 3 Diseño experimental de la investigación.....	42
Figura 4 Unidad experimental de la investigación.....	43
Figura 5 Colocación de cortinas en el exterior del galpón.....	48
Figura 6 Incorporación de la cama.....	49
Figura 7 Instalación de calentadoras.....	49
Figura 8 Distribución de los comederos en las unidades experimentales.....	50
Figura 9 Limpieza de jaulas y galpón.....	50
Figura 10 Materia prima para la elaboración de las dietas.....	51
Figura 11 Pesaje del pollito y control de temperatura de la unidad experimental al momento de la recepción del pollito bb.....	56
Figura 12 Comportamiento de las aves con una temperatura adecuada del galpón.....	56
Figura 13 Consumo de alimento semanal por ave.....	60
Figura 14 Consumo de alimento semanal respecto al sexo.....	61
Figura 15 Peso semanal con respecto a la dosis de sulfato de cobre.....	63
Figura 16 Conversión alimenticia por semana.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Programa de manejo de pollo de engorde línea Cobb 500	77
--	----

“EFECTO DE SULFATO DE COBRE EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE, EN EL CANTÓN COTACACHI”

Andrés Gutiérrez, Miguel Aragón, Marcelo Albuja, Fernando Basantes

Universidad Técnica del Norte

Correo: jagutierrezp@utn.edu.ec

RESUMEN

La industria avícola, emplea antibióticos como prácticas de manejo sanitario, pero el uso inadecuado de estos genera residuos en la carne y resistencia antimicrobiana. Por eso se busca alternativas preventivas siendo el sulfato de cobre una de ellas, por tal motivo se evaluó el efecto del suministro sulfato de cobre en diferentes dosis sobre los parámetros productivos de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus* L), en el cantón Cotacachi y se analizaron los parámetros productivos ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento a la canal y relación beneficio/costo. Donde al realizar el análisis estadístico para la variable consumo de alimento nos muestra que, a la sexta semana con una dosis de 350 ppm se alcanzó un consumo promedio de 604,11 g, mientras con 150 ppm se obtuvo 593.12 g, en los machos. Pero en hembras con 350 ppm obtuvo 102 g menos de consumo, así mismo con 150 ppm se encontró un consumo de 74,97 g menor con respecto a los machos. Con respecto a la conversión alimenticia se observa que, la dosis 1 alcanzo 2.30, mientras las dosis 4, 5 y 3 tiene una diferencia del 0,4 entre sí con una conversión de 1.8. Al realizar el análisis económico relación costo/beneficio se obtuvo que el tratamiento 5 (Machos con 200 ppm) es el mejor ya que por cada dólar invertido, se tiene un beneficio de 0.32 dólares, seguido por el T8 (Hembras con 300 ppm) con una diferencia de 0.02, mientras el T6 (Hembras con 200 ppm) obtuvo una diferencia de 0.18 dólares invertido con respecto al T5. De esta manera se concluye que al suministrar sulfato de cobre en dosis de 350ppm, genero una ganancia de peso diaria de 42.84g, lo que muestra un 14.5% más que el convencional sin adicionar sulfato de cobre.

Palabras clave: antibióticos, cobre, ganancia de peso, dosis, consumo de alimento.

Abstract

The poultry industry uses antibiotics as sanitary management practices, but the inadequate use of antibiotics generates residues in the meat and antimicrobial resistance. For this reason, preventive alternatives are sought, copper sulfate being one of them. For this reason, the effect of supplying copper sulfate in different doses on the productive parameters of broilers (*Gallus gallus domesticus* L) in the Cotacachi canton was evaluated and the productive parameters weight gain, feed consumption, feed conversion, carcass yield and benefit/cost ratio were analyzed. The statistical analysis for the variable feed consumption shows that, at the sixth week with a dose of 350 ppm, an average consumption of 604.11 g was reached, while with 150 ppm, 593.12 g was obtained in males. But in females, with 350 ppm, 102 g less consumption was obtained, and with 150 ppm, 74.97 g less consumption was found with respect to males. With respect to feed conversion, it was observed that dose 1 reached 2.30, while doses 4, 5 and 3 have a difference of 0.4 between them with a conversion of 1.8. The economic analysis of the cost/benefit ratio showed that treatment 5 (males with 200 ppm) is the best, since for each dollar invested, there is a benefit of 0.32 dollars, followed by T8 (females with 300 ppm) with a difference of 0.02, while T6 (females with 200 ppm) obtained a difference of 0.18 dollars invested with respect to T5. Thus, it is concluded that by supplying copper sulfate at a dose of 350ppm, it generated a daily weight gain of 42.84g, which is 14.5% more than the conventional without adding copper sulfate.

Key words: antibiotics, copper, weight gain, dosage, feed consumption.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En el Ecuador, en el año 2022 el consumo per cápita de carne de pollo fue de 27,31 kilogramos por persona, con un incremento de 2% respecto al 2021 de acuerdo la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE, 2022). De igual forma, la producción total en el 2020 alcanzó 532.618.1 toneladas métricas, y de las cuales 525 mil toneladas representan al pollo broiler. Este valor fue 14% superior al que se registró en 2018, debido a que la producción fue de 243.57 millones de broiler (CONAVE, 2021).

La industria avícola para garantizar la producción y satisfacer la demanda de la carne de pollo, emplea fármacos como los antibióticos o antibacterianos, sustancias promotoras de crecimiento, entre otras. Generalmente los promotores de crecimiento se encuentran incluidos en el pre mezcla de las dietas, debido a que aseguran una eficiente conversión alimenticia y una adecuada ganancia de peso en las aves (Taboada, 2019).

Los antibióticos o agentes antimicrobianos son medicamentos que se utilizan para tratar las infecciones. Son esenciales para preservar la salud humana, la sanidad y bienestar animal. Sin embargo, los usos inadecuados e indiscriminados de estos fármacos en la producción de animales generan residuos en la carne y resistencia antimicrobiana, la cual pone en riesgo el control de enfermedades en humanos y animales (Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE], 2020).

Particularmente, los residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal generan no solo productos de baja calidad, sino que además constituyen un riesgo para la salud de los consumidores. Consecuentemente aumentan los costos de producción, es por ello que en los últimos años se ha incrementado la búsqueda de agentes naturales con acción antibacteriana que puedan actuar como promotores de crecimiento o

que permitan el control de algunos microorganismos en la producción animal (Almaraz y Álvarez, 2014).

De esta manera, el cobre (Cu) es una alternativa al uso de antibióticos, ya que, resulta ser muy favorable para la conversión alimenticia en los pollos de engorde. Depener et al., (2018), menciona que el cobre es un elemento muy necesario en la nutrición de las aves y ampliamente utilizado en la avicultura, generalmente en forma de quelato, la exigencia nutricional de los pollos de engorde es de 8 ppm en la ración. Este mineral suprime la flora bacteriana dentro del tracto digestivo del ave y también a su vez interviene en numerosas actividades fisiológicas como son el metabolismo del hierro, crecimiento y desarrollo del colágeno y en la hematopoyesis (Zea y Vilchez, 2014).

En el mercado existen diferentes productos que se usan como fuente de cobre, entre ellos destacan productos orgánicos e inorgánicos como el sulfato de cobre, el cobre clorado tribásico (CCTB) y el oxiclورو de cobre, pero en la actualidad el sulfato de cobre se ha convertido en el modelo estándar de utilización de cobre, logrando una mejor ganancia de peso, conversión alimenticia y reduciendo costos (Zea, 2011).

En un estudio realizado por Quishpe (2012), se determinó que el cobre es crucial para las cuproenzimas y puede desempeñar un papel en la respuesta inmune innata a las infecciones bacterianas, también se observó que al suplementar las dietas con nano partículas de sulfato cobre (100 mg kg^{-1} de alimento) aumenta significativamente la ganancia media diaria y los niveles de inmunoglobulinas como: IgA, IgG, IgM.

Cisneros et al., (2010) aseguran que la suplementación de Cu a niveles de 150 a 250 ppm obtiene diferencias del 0.5 al 1 % en incremento de peso, así como una mejoría en la eficiencia alimenticia. De la misma manera al utilizar dosis entre 150-200 ppm de sulfato de cobre genera una mejor conversión alimenticia gracias a su efecto antibacteriano como lo menciona (Zea, 2011).

La suplementación con sulfato de cobre, presenta una gran variabilidad sobre su efecto en el crecimiento de las aves, tanto en machos y hembras según lo menciona Orellana (2015). De igual forma Araujo (2017), señala que el cobre tiene influencias de diferentes maneras sobre el sistema gastrointestinal de machos y hembras por lo que se puede afirmar que el uso de cobre en dosis supra nutricionales promueve la ganancia de peso media diaria de formas diferentes en cada individuo.

1.2. Planteamiento del problema

El uso continuo de antibióticos en la avicultura puede generar la acumulación de residuos en la carne de pollo, por lo que, han sido indicados como responsables de la generación de bacterias entero patógenas resistentes, que actúan de forma negativa sobre el tracto gastrointestinal provocando pérdidas económicas significativas en la avicultura.

Grandes empresas afines a la avicultura han optado por utilizar diferentes fuentes orgánicas como promotores de crecimiento, hasta el punto de suspender el uso de antibióticos; el uso de sulfato de cobre como alternativa al empleo de antibióticos podría resultar ser una opción viable en la avicultura actual (Aho, 2015). Los antibióticos son por lo general, los principales promotores de crecimiento que se han venido empleando en la avicultura comercial (Taboada, 2019).

En Ecuador al igual que en la mayoría de países en vías de desarrollo la resistencia a los antibióticos es considerada un problema de cada día, motivo por el cual es necesario buscar una alternativa al uso de estos; en este caso presentamos el uso de sulfato de cobre como una alternativa a los antibióticos comerciales establecidos en el mercado actual.

1.3. Justificación

Entre las alternativas de reemplazo de los diversos productos utilizados como antibióticos ya sea como promotores de crecimiento, existe un sinnúmero de recursos de origen natural que cumplen las mismas funciones, sin el riesgo que implica la presencia de residuos en carne. Entre ellos deben considerarse pro bióticos, prebióticos, acidificantes orgánicos, antioxidantes y extractos vegetales, el sulfato de cobre se asemeja mucho al efecto que causa un antibiótico (Steiner, 2006). Un antibiótico incluido en el pre mezcla de la dieta de los pollos de carne permite asegurar una eficiente conversión alimenticia y adecuada ganancia de peso, (Zea y Vilchez, 2014). No obstante, hay una creciente tendencia a disminuir su uso debido a que su empleo indiscriminado puede generar, a mediano plazo, resistencia a las enfermedades en la población humana (Aviagen, 2009).

Araujo (2017), menciona que, debido a la constante presión de la industria avícola por mejorar la productividad, aprovechando estrategias que aumenten la eficiencia alimenticia, la suplementación de cobre en las dietas es una alternativa interesante. Por otro lado, Bankhs K. et al., (2004) mencionan que el sulfato de cobre a menudo se agrega a las dietas de pollos de engorde en dosis profilácticas debido a sus efectos antimicrobianos y promotores del crecimiento, en dicha investigación se utilizaron únicamente pollos de engorde machos alimentados con dietas que contenían 0 o 250 ppm de Cu con: sulfato de Cobre, citrato de cobre, lisinato de cobre y cloruro de cobre. Como en esta y otras investigaciones se menciona solo el uso de machos, descartando el uso de fuentes de cobre en hembras.

De acuerdo a Zea (2011), se ha registrado que el cobre en aves produce efectos positivos cuando es suministrado en dosis de 200ppm hasta 250ppm por cada kilogramo de alimento en dosis mayores a 400 ppm produce intoxicación, por esta razón en la presente investigación se considerara valores que van desde 150 ppm hasta las 350 ppm con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo ante las distintas dosis.

En la actualidad la mayoría de planteles avícolas y empresas afines a la avicultura se dedican a buscar alternativas viables que puedan reemplazar el uso de antibióticos, estas empresas experimentan con diferentes aditamentos tanto en agua de bebida como en la mezcla de balanceado. Es por ello que la producción pecuaria moderna busca reducir o suplir el uso de antibióticos optando por promotores de crecimiento naturales, en el que se garanticen la inocuidad de alimentos, dar un valor agregado y acceder a mercados internacionales.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Evaluar el efecto del suministro sulfato de cobre en diferentes dosis sobre los parámetros productivos de pollos de engorde (*Gallus gallus domesticus* L), en el cantón Cotacachi.

1.4.2. Específicos

- Establecer la mejor dosis de sulfato de cobre sobre los parámetros productivos del pollo de engorde con respecto al grupo testigo.
- Determinar la relación costo/beneficio de los tratamientos en estudio.

1.5. Hipótesis

H₀: El uso de sulfato de cobre, no influye sobre los parámetros productivos en pollos de engorde

H_a: El uso de sulfato de cobre, influye sobre los parámetros productivos en pollos de engorde

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Producción de pollos a nivel mundial

El sector avícola sigue creciendo e industrializándose en muchas partes del mundo debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización (Aho, 2015). Los adelantos en los métodos de reproducción han dado lugar a aves que responden a fines especializados y son cada vez más productivas, aunque requieren su gestión por parte de expertos. El desarrollo y la transferencia de las tecnologías de alimentación, sacrificio y elaboración han mejorado la inocuidad y la eficiencia, pero favorecen a las unidades de gran escala, en detrimento de los pequeños productores (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y alimentación [FAO], 2019).

2.2. Producción de pollos en Ecuador

En general, la industria avícola se conforma por una cadena de eslabones que inicia en el cultivo y comercialización de materias primas como el maíz, el sorgo y la soya principalmente; seguido de la producción de alimento balanceado, la crianza de aves, el procesamiento, la distribución, el transporte, la comercialización, el valor agregado y la exportación; dentro de cada uno de estos segmentos existen varios círculos humanos, tales como mayoristas, compañías comercializadoras, intermediarios, importadores, exportadores, almaceneras y alrededor de esto existen varios servicios, tales como financieros, proveedores de insumos, asesoría técnica e investigativa, quienes, directa o indirectamente dependen de esta actividad (Saldaña, 2009).

2.3. Producción de pollos en Imbabura

El sector avícola en la provincia de Imbabura ha crecido en los últimos años, según el censo realizado por el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuario (SESA, 2014)

reporta que la producción nacional fue de 400 mil toneladas métricas, de los cuales el 7% de la producción, corresponde a Imbabura. El INEC (2017), afirma que en la provincia de Imbabura la producción de pollos y gallinas fue de 22 millones, ubicando a la provincia en el sexto puesto como productor nacional.

2.4. Características generales de los pollos de engorde

El pollo de engorde es un animal adecuado para la obtención de proteína animal, se define de un tipo de ave de ambos sexos, cuyas características principales son rápido crecimiento, la formación de unas notables masas musculares, principalmente, en la pechuga y las extremidades, lo que confiere un aspecto “redondeado”, muy diferente del que tienen otras razas o cruces de la misma especie, (Molina y León, 2018). Los pollos broiler en una edad promedio de 6 -7 semanas (42 días para la costa y 49 días para la sierra), muestran un peso promedio (pollo en pie) de 2.1 a 2.2 kg. Sin embargo, los avances en genética, nutrición y manejo hacen que, cada año, el peso promedio del pollo en pie alcance 0.5 días antes y se obtenga masa entre 2.9 y 3.0 kg en 40 o 42 días (Ángel, 2015).

2.4.1. Ciclo productivo de pollos broiler

Está dividido en tres fases:

- Fase Inicial: va de 1 a 10 días, en esta el pollo presenta el mayor crecimiento, pudiendo incrementar de 4.5 a 5 veces su peso en relación al peso de recepción en el día 1, obteniéndose un nivel de conversión alimenticia de 0.96, muy óptimo para esa etapa (Solla, 2016).
- Fase de crecimiento o desarrollo: considerada a partir de los 11 a 22 días, siendo la más importante y la más crítica, debido a que los pollitos están expuestos a sufrir estrés metabólico, debido a la disminución de horas luz y el cambio en la formulación de la dieta, pueden llegar a alcanzar pesos de hasta 1030 g con una conversión alimenticia de 1.2 (Díaz, 2020).
- Fase de finalización o engorde: los pollos alcanzan un peso final aproximado de 2500 a 3100 g a los 42 días aproximadamente. Esta etapa es la de mayor crecimiento

durante la cual se produce el incremento en más de dos tercios del peso final (Solla, 2016).

2.4.2. Características de la línea de pollos Cobb 500

De acuerdo al aporte de Cobb. Vantres (2018), el pollo de engorde más eficiente del mundo posee la menor conversión alimenticia, mejor tasa de crecimiento y la capacidad de desarrollarse con nutrición de baja densidad y menor precio. En conjunto, esas características proporcionan al Cobb500 la ventaja competitiva del menor coste por Kg. de peso vivo producido (Tablas 1 y 2).

El Cobb 500 posee:

- Más bajo coste de peso vivo producido
- Desempeño superior con raciones de menor coste
- Mayor eficiencia de las raciones
- Excelente tasa de crecimiento
- Mejor uniformidad del pollo de corte para procesamiento
- Reproductoras competitivas

Tabla 1
Características productivas de pollos Cobb 500 machos

Días	Peso diario (g)	Ganancia diaria(g)	Ganancia diaria promedio (gr)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
7	194	30	27.6	0.75	34	146
14	534	60	38.1	1.02	76	547
21	1012	81	49.6	1.21	120	1263
28	1675	97	59.6	1.36	164	2273
35	2392	106	68.3	1.48	192	3540
42	3147	108	74.9	1.59	22	4999
49	3891	104	79.7	1.72	256	6699

Fuente: Cobb. Vantres (2018), modificado por el autor

Tabla 2*Características productivas de pollos Cobb 500 hembras*

Días	Peso diaria (g)	Ganancia diaria(g)	Ganancia diaria promedio (gr)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
7	191	29	28.3	0.76	30	145
14	521	58	36.8	1.03	72	535
21	995	74	48.7	1.22	115	1215
28	1554	83	56.5	1.38	148	2146
35	2153	87	62.2	1.51	166	3258
42	2757	85	66.1	1.64	193	4520
49	3342	82	68.4	1.80	225	6000

Fuente: Cobb. Vantres (2018), modificado por el autor

2.5. Manejo de condiciones ambientales

La temperatura y humedad relativa se deben monitorear con frecuencia y regularidad, cuando dos veces al día durante los primeros 5 días, y en lo sucesivo una vez al día. Las mediciones de temperatura y humedad se deben hacer a nivel del pollito.

2.5.1. Temperatura (T°)

Una temperatura de criadora de 31°C a 33°C durante los primeros dos días, después se comienza a bajar la T° de la criadora (aproximadamente 1 a 2 °C) cada día hasta llegar a la T° ambiente (ideal de 24 °C) a las tres semanas de edad. Los pollitos se inician mejor y convierten el alimento más eficientemente si la temperatura de la criadora está cerca de los 27 °C durante las primeras dos semanas. La eficacia alimenticia se consigue alrededor de los 24 °C entre las 4 y 8 semanas de edad.

2.5.1.1. Síndrome de Frío

Causada por mal manejo de la temperatura especialmente a los primeros 7 días. Inmoviliza a los pollitos y causa amontonamientos. La presentación de este síndrome causa lotes des uniformes, ascitis, mayor conversión alimenticia, aumento de pollos de descarte.

Por ello la cámara de recibimiento debe estar precalentada a la llegada de los pollitos para evitar el choque térmico de los mismos con la cama fría.

2.5.1.2 Síndrome de Calor

Inmoviliza a los pollitos, reduciéndose el consumo de alimento y agua, causa alteraciones intestinales, desuniformidad, daños cardio-pulmonares, ascitis. Para evitarlos es necesario encontrar el equilibrio entre temperatura y ventilación. La regularidad de temperaturas debe basarse en el manejo de las criadoras (presión de gas) y cortinas. Por medio del manejo de las cortinas se reduce la fluctuación de la temperatura o se reducen las reacciones post-vacunales (Bronquitis, Newcastle).

2.5.2. Ventilación

Se debe proporcionar una ventilación suficiente para satisfacer los requisitos de oxígeno, bajar al mínimo posible la concentración de amoníaco y facilitar la necesaria remoción de la cama del gallinero. Los ventiladores deben mantenerse siempre limpios, en buen estado de funcionamiento y orientados al pasaje natural del aire: las aves prefieren el aire, no las corrientes de aire.

2.5.3. Calidad del pollito

El broiler debe nacer, de huevos incubables con un peso de mínimo 52 gr. Los pollitos deben tener un tamaño uniforme, activo y ojos brillantes. Las patas cubiertas por piel brillante y lustrosa que indica el vigor híbrido. La calidad del pollito incide en la mortalidad y descartes de las primeras semanas y el desempeño final de la parvada.

Especificaciones de calidad para pollitos:

- Físicas: el peso promedio mínimo, libres de malformaciones, buen estado de deshidratación, presentación general, estado y cantidad del plumón, etc.
- Microbiológicas. los pollitos deben estar libres de patógenos, bacterias, hongos, etc.

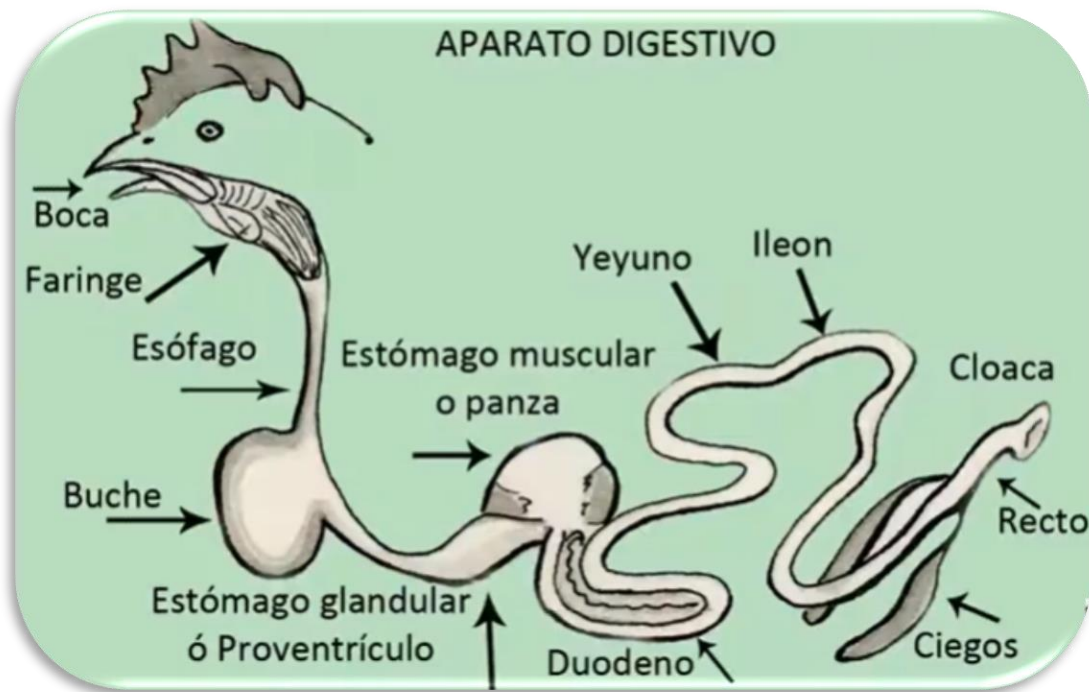
- Serológicas: los pollitos deben poseer niveles protectivos de anticuerpos maternos para enfrentar desafíos tempranos a patógenos de campo. Se espera también negatividad a MG y MS.

2.6. Partes del aparato digestivo

El aparato digestivo es uno de los principales mediadores con el medio externo del organismo, y es la principal vía de entrada de nutrientes y asimilación de fármacos, toxinas, etc., y es considerado uno de los sistemas más importantes en las explotaciones avícolas ya que si la función intestinal se deteriora, la digestión y absorción de alimento se reducen, afectando el desempeño y disminuyendo la eficiencia de parámetros de producción (Sumano, 2010).

Figura 1

Componentes del aparato digestivo de los pollos.



Fuente: (Núñez,2019)

Dentro del sistema intestinal, se encuentran segmentos con distintos mecanismos ya sean de protección, absorción y eliminación de moléculas, algunas de las células que predominen en intestino cumplirán diversas funciones (Sumano, 2010).

2.6.1. Buche

También conocida como ingluvie, este órgano cumple la función de almacenar el alimento para el remojo, humectación, y maceración del contenido almacenado temporalmente, la reacción del contenido del buche es siempre acida. Siendo su reacción promedio de un pH de 5 a 5.5 (Sumano, 2010).

2.6.2. Proventrículo

El ensanchamiento del esófago, poco antes de su unión con la molleja, es conocido como proventrículo, algunas veces llamado estomago glandular o estomago verdadero. Las glándulas de la gruesa pared estomacal secretan jugos gástricos, estos contienen ácido clorhídrico y enzimas digestivas que dan inicio al desdoblamiento de los nutrientes para poder asimilarlos (Aviagen, 2009).

2.6.3. Molleja

También conocido como estomago muscular, se localiza entre el proventrículo y el límite superior del intestino delgado, tiene dos paredes muy gruesas capaz de desarrollar contracciones frecuentes y repetidas que ejercen una enorme presión sobre los alimentos desintegrándolos en pequeñas partículas y mezclándolas con los jugos provenientes del estómago (Sumano, 2010).

2.6.4. Intestino delgado

El intestino delgado comienza a extenderse desde la molleja al origen de los ciegos y puede llegar a medir aproximadamente 1.5m de largo, es aquí donde se da la absorción de grasa, carbohidratos y proteínas, a los ciegos gástricos, ubicados en el intestino delgado, se les atribuye la función de absorción de algunos ácidos grasos, producto de la fermentación de las bacterias acidolácticas, estos ácidos lácticos sirven como fuente energética cuando el

ave lo requiera. En pollos adultos, este se subdivide en: Duodeno, Yeyuno e Íleon (Sumano, 2010).

2.6.4.1. Duodeno

La reacción del contenido del duodeno presenta un pH de 6.31. El duodeno recibe las enzimas digestivas, bicarbonato del páncreas y bilis del hígado, para contrarrestar el efecto del ácido hidroclicórico proveniente del ventrículo Sumano y Gutiérrez, (2010)

2.6.4.2. Yeyuno

Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra, y consta de unas diez asas pequeñas, y suspendidas en el mesenterio, tiene un pH de 7.04 (Sumano y Gutiérrez, 2010; Vaca, 2003)

2.6.4.3. Íleon

Este órgano es una estructura estirada que se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, tiene un pH de 7,59. Aquí es donde se da la mayor absorción de fármacos, dada la mayor superficie de contacto que ofrecen (Sumano, 2010)

2.6.5. Intestino grueso

Es la porción del tubo digestivo que va desde la unión con los ciegos, hasta la abertura externa de la cloaca, el intestino delgado, tiene poca acción digestiva y es relativamente corto, su función principal es el almacén de residuos de la digestión, en donde se recupera el agua remanente que estos contienen para ser aprovechada por las aves (Vaca, 2003).

2.6.6. Ciego

Esta subdividido en dos partes o dos ciegos, formado por dos tubos con extremidades cerradas. El pH del ciego izquierdo es de 7.12 mientras que el derecho es de 7.08, la función principal de este órgano es la absorción (Sumano, 2010).

2.6.7. Cloaca

Es el área bulbosa que se encuentra al final del aparato digestivo y se conoce como cloaca, en este órgano se une el aparato reproductor, por lo cual la orina y las heces se eliminan juntas (Sumano, 2010).

2.7. Manipulación del sistema gastrointestinal

2.7.1 Promotores de crecimiento

Los promotores de crecimiento son muy utilizados en la actualidad lo antibióticos son los promotores más usados en producción animal pero el uso excesivo de estos puede generar la acumulación de residuos en carne y huevos, por lo que han sido indicados como responsables de la aparición, en humanos, de bacterias resistentes a dichos antibióticos o sus metabolitos. En tal sentido varios países, en especial los de la Unión Europea, han dictado normas que imponen su reemplazo, fundamentalmente de aquellos utilizados como promotores de crecimiento (Núñez, 2019).

Entre las alternativas de reemplazo de los diversos productos utilizados, ya sea como promotores de crecimiento existe un sinnúmero de recursos de origen natural que cumplen las mismas funciones, sin el riesgo que implica la presencia de residuos en carne y huevos. Entre ellos deben considerarse probióticos, prebióticos, acidificantes orgánicos, antioxidantes y extractos vegetales (Iglesias, 2015).

2.7.1.1. Probióticos

Productos que contienen microorganismos vivos, no patógenos, seleccionados a partir de la microflora normal que, al ser suministrados en una dosis adecuada, actúan sobre ésta produciendo efectos benéficos para el huésped. Los más comúnmente utilizados son: lactobacilos; enterococos; bacilos y levaduras (Betancourt et al., 2016).

2.7.1.2. Prebióticos

Son pequeños fragmentos de carbohidratos no digeribles producidos por bacterias intestinales (mananoligosacáridos -MOS y fructoligosacáridos -FOS). Actúan como suplementos alimenticios no digeribles que benefician al animal por estimulación selectiva del crecimiento y actividad de algunas bacterias benéficas del tracto digestivo (Betancourt et al., 2016)

2.7.1.3. Ácidos orgánicos

Son constituyentes naturales de los tejidos de plantas y animales producidos por la fermentación microbiana de los carbohidratos. Su acción consiste en limitar el crecimiento de microorganismos patógenos, tanto en el alimento como en el tracto gastrointestinal. Adicionalmente son utilizados en el metabolismo intermedio como fuente de energía. Su acción depende de su poder de disociación (valor de pKa) (Quishpe, 2012)

2.7.1.4. Enzimas alimenticias

A pesar de no responder a la definición clásica de promotores de crecimiento, su utilización redundará en una mejor digestibilidad de los nutrientes, afectada ocasionalmente por múltiples razones. Las enzimas exógenas son de origen fúngico y bacteriano y pueden clasificarse en Carbohidrasas, que mejoran la digestibilidad de los almidones y de los polisacáridos no amiláceos de los cereales; Proteasas, que favorecen la digestibilidad de las proteínas; Fitasas que liberan el fósforo fítico presente en los ingredientes; Lipasas, que ayudan a la gestión de los lípidos (Franceschi, 2014).

2.7.1.5. Agentes fitogénicos

También denominados fitobióticos o simplemente extractos vegetales. Fueron utilizados tradicionalmente con fines terapéuticos en la medicina de todas las culturas originarias formando parte de su farmacopea (Franceschi, 2014). Son extremadamente heterogéneos y se hallan presentes en raíces, tallos, hojas, flores, frutos y semillas de gran cantidad de plantas, las que los producen como mecanismo de defensa ante agresiones de todo tipo, en especial las provocadas por microorganismos

2.8. El cobre como micro mineral

Nutriente esencial que controlan diversos procesos biológicos y vías metabólicas para el crecimiento, la reproducción, la eficiencia energética, la salud y el bienestar animal. Hay dos categorías generales: inorgánicas y orgánicas. Los Micro minerales inorgánicos incluyen sulfatos, óxidos, cloruros y algunos otros. En tanto que, los micro minerales orgánicos se dividen en dos categorías: quelatos y no quelatos, que son las formas en las que el mineral se compleja o quelato a un aglutinante orgánico, como un aminoácido, polipéptidos, polisacáridos o ácido orgánico. Los minerales orgánicos se suministran a los animales debido a su mayor biodisponibilidad y sus características de protección del mineral contra las interacciones antagonicas (Araujo, 2017).

2.8.1. Mecanismos de acción del cobre

En la última década el avance logrado ha traído al mercado una amplia variedad de compuestos orgánicos, e incluso a veces, inorgánicos amparados bajo la definición de quelatos si bien esta definición corresponde a un grupo de compuestos que tienen una serie de características muy definidas (Valle, 2014).

2.8.1.1. Efecto antibacteriano

La suplementación de cobre en las dietas de aves a niveles supra nutricionales ha sido usada con el fin de promover un efecto antimicrobiano, mejorando así el desempeño zootécnico. Varios estudios demuestran un impacto favorable en términos de modulación de la población bacteriana, así como en la reducción de infiltración linfocitaria a nivel duodenal, efecto relacionado con un menor desafío inmune de aves suplementadas con mayores niveles de Cu aún en dietas con antibióticos. Ese efecto estaría relacionado tanto con el cobre suplementado en el alimento que llega al intestino como con la porción absorbida que se encuentra en hígado y vuelve al intestino por la vía biliar (vía enterohepato-biliar-entérica) (Banch, 2018).

2.8.1.2. Efecto sistémico

Posterior a la ingestión, el cobre puede alcanzar una serie de tejidos con influencia sobre el crecimiento del animal durante su tránsito por el tracto gastrointestinal. Por ejemplo, altos niveles de Cu pueden inducir una mayor concentración de grelina a nivel estomacal que a su vez aumenta la secreción del factor liberador de la hormona del crecimiento (GHRH) en el hipotálamo. Su efecto es un aumento de la propia hormona de crecimiento que estimula a su vez la síntesis proteica de forma sistémica. Del mismo modo, la grelina tiene una función moduladora del consumo. Por lo tanto, el resultado de la estimulación de la grelina por Cu es una mejora de desempeño general en los animales (Banch, 2018).

2.9. Principales funciones del cobre

El cobre tiene una importancia biológica vital en las células, de ahí la necesidad de conocer su mecanismo de acción y qué ocurre en los seres vivos cuando hay deficiencia o exceso de este elemento en el organismo. A continuación, las principales funciones que se realizan dentro del organismo del pollo de engorde de acuerdo al aporte de Feoktistova y Clark (2018):

- El cobre es utilizado como un suplemento nutricional sobre la base de la necesidad de cobre a niveles bajos, ya que está presente en enzimas con funciones metabólicas en la mayoría de los organismos.
- Formación de tejido conectivo: la enzima lisil-oxidasa es una proteína cobre dependiente, fundamental para la interacción del colágeno y la elastina, elementos esenciales en la formación del tejido conectivo. Participa en la integridad del tejido conectivo en el corazón y vasos, y en el desarrollo de huesos y músculos.
- Antioxidante: funciona como un antioxidante al catalizar la conversión de radicales superóxidos (radicales libres) a peróxido de hidrógeno. La ceruloplasmina, proteína transportadora de $Cu + Fe^{2+}$ al unir estos elementos, previene que los iones libres catalicen el daño oxidativo.
- Participa en el metabolismo del hierro: la ceruloplasmina y la ferroxidasa II son enzimas cobre dependientes presentes en el plasma, permiten el transporte de hierro en la célula. Producción de energía: el citocromo C oxidasa tiene un rol fundamental en la producción de energía en las células en forma de trifosfato de adenosina (ATP), (Araujo, 2017).
- Formación de la mielina: la mielina es una capa protectora de los nervios formada por fosfolípidos; es fundamental para el correcto funcionamiento del sistema nervioso, y en cuya síntesis interviene la enzima citocromo C oxidasa, que es una enzima cobre dependiente (Zea y Vilchez, 2014).
- Formación de la melanina: la melanina es un pigmento formado en los melanocitos, fundamental en la pigmentación del cabello, piel y ojos. La enzima tirosinasa es una proteína cobre dependiente e interviene en la formación de la melanina (Taboada, 2019).
- Mantener el buen funcionamiento de la glándula tiroidea: participa en la producción de la hormona tiroidea, tiroxina (T4).
- Influye en el mantenimiento del sistema inmune, es esencial para el desarrollo y funcionamiento apropiado de las defensas del organismo y favorece la cicatrización de heridas, debido a su rol en la formación de colágeno.

- El uso de Cu como mejorador de desempeño es una herramienta valiosa para aumentar la productividad y rentabilidad en monogástricos. Los mecanismos de acción que hacen eso posible son de naturaleza sistémica e intestinal (Araujo, 2017)

2.10. Sulfato de cobre

El sulfato de cobre (II), también llamado sulfato cúprico (CuSO_4), vitriolo azul, arena azul, piedra azul, caparrosa azul, vitriolo romano o calcantita es un compuesto químico derivado del cobre que forma cristales azules, solubles en agua y metanol y ligeramente solubles en alcohol y glicerina. Su forma anhídrida (CuSO_4) es un polvo verde o gris-blanco pálido, mientras que la forma hidratada ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) es azul brillante (Cañizares, 2012). El sulfato de cobre posee diversas características tanto físicas como químicas que lo definen como un compuesto químico entre ellas esta:

- Densidad: 3603 kg/m^3 ; 3.603 g/cm^3 .
- Masa molar: 159.6 g/mol .
- Punto de fusión: 383 K ($110 \text{ }^\circ\text{C}$).
- Punto de ebullición: 923 K ($650 \text{ }^\circ\text{C}$).
- Solubilidad en agua: 20.7 g/100 ml ($20 \text{ }^\circ\text{C}$).

2.10.1. Importancia del sulfato de cobre

El sulfato de cobre es un compuesto que se utiliza en la alimentación de los animales de granja como un aditivo para mejorar el crecimiento, desarrollo y nutrición de los mismos. El sulfato de cobre es un compuesto químico altamente tóxico si se emplea en cantidades excesivas. Es por ello que su uso debe ser con precaución. Posee diversas aplicaciones, las cuales están orientadas principalmente hacia el área industrial y especialmente a la agricultura, debido a la composición química y propiedades de este compuesto químico.

2.10.1.1. Usos en la agricultura

Las aplicaciones del sulfato de cobre se dan mayormente en la agricultura. Esto, debido a que generalmente este compuesto químico es utilizado para el control de enfermedades bacterianas que afectan a los cultivos de árboles frutales, campos, frutos secos y vegetales. De acuerdo al aporte de Tecor (2020), a continuación, se describen las principales funciones:

2.10.1.2. Controlar plagas

El control de plagas es uno de los principales usos que se le da al sulfato de cobre. Generalmente suelen combatir caracoles y babosas, entre otros moluscos que afectan los cultivos.

2.10.1.3. Como fungicida

Otra aplicación importante del sulfato de cobre en la agricultura, es su uso como fungicida. Debido a que este compuesto químico posee propiedades desinfectantes, que suelen eliminar microorganismos. Este fungicida suele atacar ciertos hongos que se propagan y causan la muerte de diversas plantas.

2.10.1.4. Tratamiento de aguas

El sulfato de cobre suele utilizarse de igual forma como alguicida, eliminando así las algas de algunos estanques. Cabe destacar que el sulfato de cobre no debe ser utilizado en estanques de pesca que contengan ciertos pescados como salmón, peces dorados, truchas, entre otras especies.

2.10.1.5. Complemento de alimentos para animales

Suele ser utilizado como complemento en la alimentación de animales como pollos, bovinos, ovinos, peces y cerdos. Esto con la finalidad de contrarrestar la deficiencia de cobre en sus organismos.

2.10.2. Dosis sulfato de cobre en animales

En avicultura se han realizado diversos estudios utilizando sulfato de cobre en dosis desde 0 ppm hasta 400 ppm, donde al utilizar valores medios como 150 o 250 ppm se han obtenido mejores resultados, como se puede observar en la Tabla 3 donde utilizan una dosis de 250 ppm en pollos de engorde machos y hembras alcanzando una conversión alimenticia óptima.

Tabla 3

Conversión alimenticia en pollos de engorde con el uso de distintas fuentes de cobre.

Machos		
Días	CuSO4	TBCC
1 – 7	1.48	1.39
8 – 14	1.44	1.33
15 – 28	1.59	1.49
29 - 42	1.60	1.59
Hembras		
1 – 7	1.52	1.50
8 – 14	1.46	1.39
15 – 28	1.63	1.56
29 - 42	1.67	1.72

Fuente:(Benavides y Muñoz, 2021), modificado por el autor.

Es necesario no exceder la cantidad según la especificación técnica del fabricante, debido a que en altas cantidades puede ser toxico. Debido a que el organismo de cada especie animal es diferente en cada etapa durante el ciclo productivo (Tabla 4).

Tabla 4

Dosis de sulfato de cobre aplicado en otros animales

Animales	Especificaciones	Dosis de Cobre/ kg de alimento
Cerdos	Lechones de hasta 12 semanas	170mg/Kg
	Otros cerdos	25mg/Kg
Bovinos		15mg/Kg
	Antes de la rumia /Sustitutos de la leche	
	Otros bovinos	35mg/Kg
Peces		25mg/Kg
Crustáceos	En todas las etapas	50mg/Kg

Ovejas	Si el nivel de cobre excede la dosis en el pienso puede causar intoxicación en algunas razas de ovejas.	10mg/Kg
--------	---	---------

Fuente: (Tecor, 2020), modificado por el autor

2.11. Marco legal

La presente investigación se encuentra enmarcada dentro del actual plan nacional de desarrollo de la República del Ecuador, vigente desde el 2021 – 2025. En la cual hace referencia el Objetivo 3: Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular.

Este enfoque productivista, centrado en las actividades agrícolas del campo, y actividades pecuarias, busca impulsar los cambios estructurales, con innovación, pero sin dejar de lado los conocimientos ancestrales, para mejorar la calidad de vida de la población rural, y a su vez garantizar la soberanía alimentaria y el *sumak kawsay*.

Según el Plan Nacional de Desarrollo (2021) a más de lo mencionado, considera la investigación, el desarrollo y la innovación, con fuertes procesos de difusión, capacitación y transferencia. Esto, nuevamente, sin afectar a los recursos campesinos consolidados a nivel tecnológico y de sus saberes. La investigación y desarrollo deben apoyarse en el contingente de las universidades y centros de investigación, con premisas de pensamiento crítico, las cuales deben responder con pertinencia y oportunidad a las necesidades de los habitantes rurales a través de la creación de conocimiento. La innovación debe brindar la posibilidad de aplicar nuevas técnicas productivas que incluyan el rescate y vigencia de las prácticas ancestrales, además de innovaciones institucionales que viabilicen las transformaciones requeridas en la Agricultura Familiar Campesina y sistemas agrícolas de subsistencia en general. Los procesos de difusión, gracias a la transferencia tecnológica, deben replicar experiencias exitosas, en ocasiones desde otros países, e identificar y difundir experiencias locales, que por lo general son de menor costo y fácil aplicación.

CAPITULO III

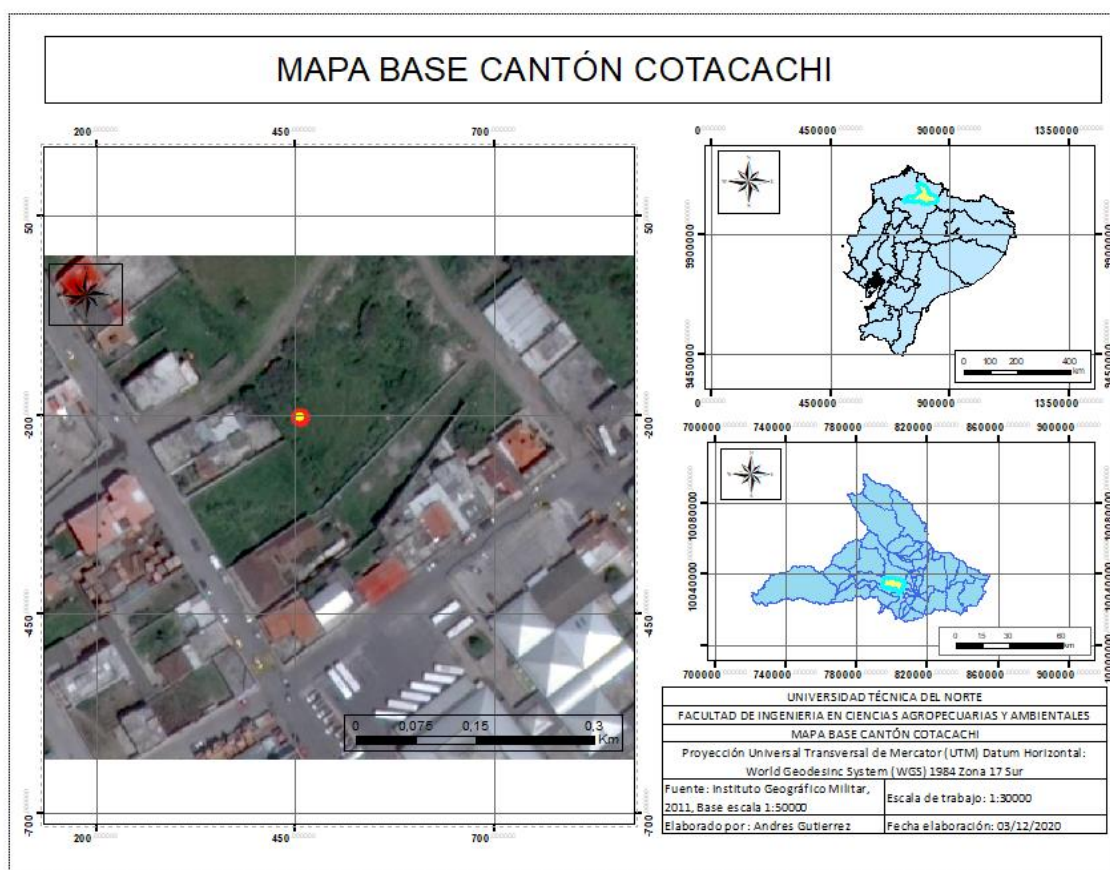
3. MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación del efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde, se la realizó en el cantón Cotacachi. La ubicación, características geográficas y climáticas se describen más adelante (Figura 2).

3.1. Caracterización del área de estudio

Figura 2

Mapa base del área de estudio, cantón Cotacachi.



3.1.1. Ubicación geográfica

De acuerdo al aporte del Instituto geográfico militar (IGM, 2022) la ubicación del presente estudio se detalla a continuación.

Provincia: Imbabura

Cantón: Cotacachi

Altitud: 2418 m.s.n.m.

Coordenadas: UTM X: 0.3015158

UTMY: -78.2679594

3.1.2. Condiciones climáticas

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2019) las condiciones climáticas de la aérea de estudio del cantón Cotacachi, son las siguientes:

Precipitación anual: 906 mm

Promedio temperatura alta: 16.7 - 16.9 °C

Promedio temperatura baja: 7.4 – 7.1 °C

Temperatura Media anual: 15.4 °C

Humedad Relativa: 78%

Velocidad del viento: entre 8.1 a 9.2 km/h

Luz diurna media: 12.8 h

3.2. Materiales

En la evaluación de los efectos de los diferentes niveles de cobre en pollos se utilizaron materiales, equipos, insumos y herramientas, los cuales se encuentran descritos a continuación respectivamente (Tabla 5):

Tabla 5

Listado de materiales que se utilizó en la investigación.

Materiales e insumos de campo	Equipos	Materiales de Oficina
Pollos línea cobb 500	Comederos	Paquete estadístico Infostat
Sulfato de cobre	Bebedores	Cámara fotográfica
Malla metálica	Criadoras	Computador
Alimento	Cortinas	Libreta de campo
Gas licuado de petróleo	Termómetro de máxima y mínima	
Vacunas	Balanza electrónica	
Desinfectante	Pie de rey	
	Balanza analítica	

3.3. Métodos

3.3.1. Factores en estudio

En la presente investigación, se evaluó dos factores los cuales se describen a continuación:

Factor A: Sexo de las aves

- Machos
- Hembras

Factor B: Niveles de CuSO₄

- D₁ 0 ppm de CuSO₄
- D₂ 150 ppm de CuSO₄
- D₃ 200 ppm de CuSO₄
- D₄ 300 ppm de CuSO₄
- D₅ 350 ppm de CuSO₄

3.4 Tratamientos a evaluar

Los tratamientos para esta investigación son el resultado de la combinación de los dos factores en estudio, los cuales se encuentran descritos en la Tabla 6.

Tabla 6

Descripción y codificación de los tratamientos del estudio de efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde.

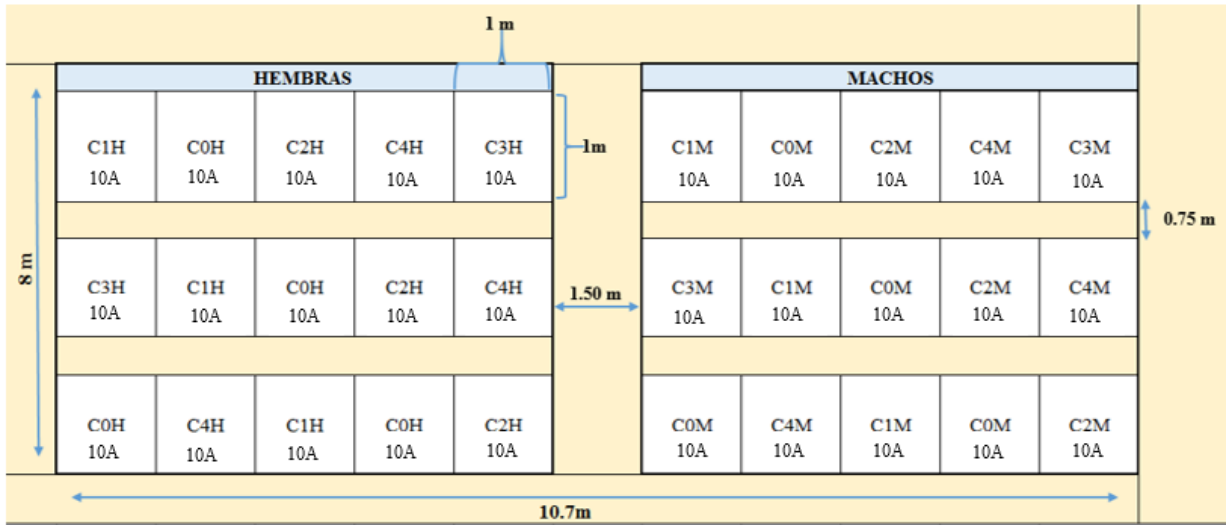
Tratamiento	Código	Descripción
T1	C0M	Testigo macho
T2	COH	Testigo hembra
T3	C1M	Macho con dosis 150 ppm de CuSO ₄
T4	C1H	Hembras con dosis 150 ppm de CuSO ₄
T5	C2M	Macho con dosis 200 ppm de CuSO ₄
T6	C2H	Hembras con dosis 200 ppm de CuSO ₄
T7	C3M	Macho con dosis 300 ppm de CuSO ₄
T8	C3H	Hembras con dosis 300 ppm de CuSO ₄
T9	C4M	Macho con dosis 350 ppm de CuSO ₄
T10	C4H	Hembras con dosis 350 ppm de CuSO ₄

3.5. Diseño experimental

Para la presente investigación se aplicó un Diseño en Bloques con parcelas divididas (DBCA), como parcelas principales el sexo y sub parcelas las dosis de sulfato de cobre (Figura 3).

Figura 3

Diseño experimental de la investigación.



3.6. Características del experimento

El diseño de la unidad experimental, cada jaula fué fabricada con tiras de madera de 2cm x 2cm y malla de 4mm, en el piso se colocó una cama con viruta de un espesor de 5cm, posee las características descritas en la Tabla 7:

Figura 4

Unidad experimental de la investigación



Tabla 7

Características del experimento del estudio de efecto de sulfato de cobre en los parámetros productivos de pollos de engorde

Descripción	Total
-------------	-------

Bloques	2
Repeticiones	10
Total de unidades experimentales (UE)	30
Dimensión de UE 1 m x 1 m	1 m ²
Área útil	40.2 m ²
Forma	Rectangular
Largo	10.7 m
Ancho	8 m
Número de aves por tratamiento	10
Número de aves por bloque	100
Número total de aves	300
Área total	85.6 m ²

3.7. Análisis estadístico

El análisis estadístico, se describe en la Tabla 8.

Tabla 8

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Parcelas Divididas

Fuentes de variación	Formula	Grados de libertad
Bloques (B)	(3-1)	2
Sexo (S)	(2-1)	1
Dosis (D)	(4-1)	3
B x S		2
B x D		6
D x S		3
Error Experimental		3
Total		29

3.8. Variables a evaluarse

En la presente investigación se evaluó un total de cinco variables, las cuales se midieron en orden cronológico durante todo el desarrollo de las aves, los datos fueron tomados desde la iniciación del experimento en el día uno con la llegada de los pollitos bebes, hasta la finalización en el día 42 con el faenamamiento, a continuación, se encuentran descritas cada una de las variables.

3.8.1. Consumo de alimento

Para el consumo de alimento se evaluó durante los 42 días que duró el experimento de campo, se suministró alimento a los diferentes tratamientos (10 tratamientos) la cantidad de alimento ofrecida a los animales fue tomada de la tabla de manejo de pollos Cobb 500, esta actividad se la realizó todas las mañanas en cada una de las unidades del experimento y al siguiente día se valoró el alimento sobrante. La conversión alimenticia corresponde a la cantidad suministrada menos el sobrante y este dividido para el número de aves vivas por tratamiento.

$$\text{Consumo de alimento ave} = \frac{\text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}}{\text{Número de aves vivas}}$$

3.8.2. Ganancia de peso (g)

Esta variable se la determino cada 7 días dándonos un total de 6 datos los cuales se obtuvieron por una diferencia matemática detallando el peso inicial en gramos (g) y al final de 7 días el peso final. Para luego determinar la ganancia de peso en ese periodo de tiempo. Esto se realizó para todas las unidades experimentales del ensayo obteniendo valores de ganancia de peso por unidad experimental y por animal.

$$G.P. = \text{Peso acumulado} - \text{Peso inicial}$$

3.8.3. Conversión alimenticia

Para esta variable fue necesario contar con los valores de consumo de alimento diario (CA) y ganancia de peso o incremento de peso semanal (GP); luego se realiza la operación matemática, donde se divide el consumo de alimento para la ganancia de peso es decir es el factor que mide la proporción de alimento requerido para hacer una unidad de carne con la siguiente ecuación:

$$C.A. = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Carne producida (peso ganado)}}$$

3.8.4. Porcentaje a la canal

Esta variable se evaluó el porcentaje a la canal de 2 aves por tratamiento dando un total de 60 aves faenadas, como primer paso se procedió al pesado de las aves en pie, luego de esto se introdujeron los pollos en los conos de sacrificio, posteriormente se estiro el cuello y se lo doblo para realizar el corte en la vena yugular, provocando un desangrado y muerte del ave en un período máximo de 1.5 a 3.0 minutos, regularmente en un proceso no tecnificado no se toma como referencia el corte específicamente en la vena sino solo el corte a nivel de cuello. Luego se procedió al escaldado del pollo, esto se realizó con el objetivo de dilatar los folículos de la piel y permitir la extracción fácil de plumas; la temperatura del agua a la cual se sumerge al animal varía según el rango de permanencia y finalmente está el eviscerado consiste en la extracción de las vísceras de la cavidad gastrointestinal del ave, consta de tres pasos:

- 1) Apertura de la cavidad intestinal.
- 2) Extracción de las vísceras de la cavidad gastrointestinal,
- 3) Lavado de la cavidad vacía y vísceras (intestinos, corazón, molleja).

Para finalizar se procedió al pesado de la canal, una vez obtenido los datos se procedió a calcular el porcentaje a la canal donde se utilizó la siguiente ecuación.

$$P.C. = \frac{\text{Peso de la canal}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$

3.8.5. Análisis económico y financiero por tratamiento B/C

Esta variable se la realizó al finalizar el ciclo de producción de pollos para este análisis se utilizó una tabla de costos de producción fijos y variables, la cual se encuentran detallada en el Anexo 1. El análisis de costos permitió establecer el valor real de producción de un kilogramo de carne, en este caso se tomó en cuenta los kilogramos de alimento consumido por los pollos con su respectivo precio.

3.8.5.1. Relación costo/beneficio

El índice beneficio/costo (I B/C) fue utilizado para representar los valores globales entre los beneficios y los costos de cada tratamiento, con la finalidad de definir su viabilidad.

Si $B/C > 1$, esto indica que los beneficios son mayores a los costos

Si $B/C = 1$, significa que los beneficios igualan a los costos y no hay ganancias

Si $B/C < 1$, muestra que los costos superan a los beneficios,

Para la relación beneficio costo se utilizó la siguiente ecuación (Ucañan, 2015).

$$\text{Relación costo/beneficio} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Costos totales}}$$

3.9. Manejo específico del experimento

Para desarrollar el presente estudio de la evaluación de los efectos de los diferentes niveles de cobre en pollos, se realizaron las actividades descritas a continuación. De acuerdo a la guía de manejo y de producción de pollos de engorde desarrollado por Arbor Acres (2012) y Aviagen (2009) se consideró lo siguientes aspectos.

3.9.1. Construcción del galpón

Una vez ubicado el lugar donde se realizó la construcción del galpón se procedió a medir y delimitar el área del galpón (10.7m x 8m) luego se procedió a la construcción del galpón el cual consta de un piso fundido de cemento paredes de 1.5 m de bloque y malla de una altura de 1.5 m de largo dando un total de 3 metros de altura en pared mixta, el techo tuvo una construcción mixta a base de madera y hojas de zinc.

3.9.2. Colocación de cortinas

Las cortinas previamente lavadas, desinfectadas y secadas al sol, se colocaron en la parte externa e interna de las ventanas del galpón cubriendo todo el perímetro del área experimental (Figura 5). Durante el experimento se controló día a día los rangos de temperaturas que ya están establecidos en el programa de crianza de pollos cobb 500, para garantizar estos rangos de temperatura se construyó una cámara de recepción para el momento de la llegada de pollos bebés con la finalidad de mejorar las condiciones requeridas durante la primera semana.

Figura 5

Colocación de cortinas en el exterior del galpón



3.9.3 Construcción de las unidades experimentales

Las unidades experimentales fueron construidas a base de madera y malla con una dimensión de 1m de largo 1m de ancho y una altura de 1m, así mismo anclada a 4 unidades más de las mismas dimensiones dando como resultado un bloque de 5 unidades experimentales en su totalidad se construyó 30 unidades experimentales para cada uno de los tratamientos evaluados.

3.9.4. Distribución y preparación de las Unidades experimentales

Una vez ya armadas las unidades experimentales dentro del galpón se colocaron de acuerdo como se muestra en la Figura 3 del diseño de la investigación. Identificadas y

colocadas en su lugar se procedió a colocar 30 sacos de cascarilla de arroz distribuidos en todas las unidades experimentales con un espesor de 10 a 15 cm, el cual sirvió de cama para los pollos durante toda la fase de investigación (Figura 6).

Figura 6

Incorporación de la cama

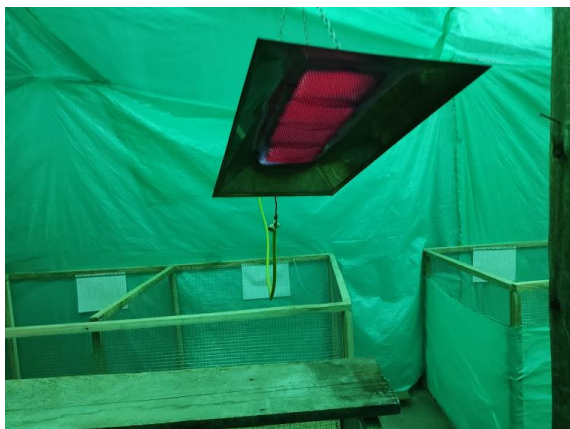


3.9.5. Ubicación de criadoras

Se empleó un total de 4 criadoras de 500 pollos cada una con una capacidad regulable (Figura 7). Estas fueron ubicadas estratégicamente a una altura de 1.5 m del suelo y uniformemente distribuidas en todas la UE esto con la finalidad de mantener una temperatura adecuada en toda el área experimental y lograr un óptimo desarrollo de los pollitos.

Figura 7

Instalación de calentadoras



3.9.6. Ubicación de comederos y bebederos

Durante todo el experimento se utilizó comederos con una capacidad de 5 Kg y bebederos con capacidad de 5 L, durante los primeros 2 días del experimento se suministró la comida sobre papel comercio directamente en el piso a partir de la semana 1 se procedió a elevar los comederos y bebederos paulatinamente con el desarrollo de los pollos

Figura 8

Distribución de los comederos en las unidades experimentales



3.9.7 Limpieza y desinfección del galpón

Una vez terminado todas las actividades previas a la recepción de pollitos bebes se realizó una limpieza en seco, que consistió en barrer y limpiar la parte interna y externa del galpón con la finalidad de eliminar todos los residuos de la construcción del galpón, posteriormente una limpieza húmeda que consiste en la limpieza del interior del galpón esto con la ayuda de agua y detergente, y para la desinfección del galpón se realizó una nebulización de amonio cuaternario 6g y formaldehido 20g (fenox) en una disolución de 5 ml / L de agua en toda el área.

Figura 9

Limpieza de jaulas y galpón



3.9.8. Control de bioseguridad

La bioseguridad es el conjunto de prácticas de manejo diseñadas para prevenir la entrada y transmisión de agentes patógenos que puedan afectar la sanidad en las granjas avícolas. Para poder mantener alejados a los roedores se utilizaron trampas con cebos en lugares estratégicos, para el control de bacterias y virus se realizó una desinfección con el uso de amonio cuaternario y formol (fenox) en dosis de 5ml por litro de agua. De la misma manera se preparó el pediluvio al ingreso del galpón con una concentración de yodo al 10% todas estas prácticas fueron realizadas para garantizar la seguridad y sanidad de los pollitos

3.9.9. Elaboración de dietas

El alimento fue formulado bajo los requerimientos nutricionales específicos para pollos broiler, elaborando tres dietas diferentes para cada una de las etapas inicial, crecimiento y engorde. Para garantizar que este se encuentre sin adición de promotores de crecimiento y antibióticos. Se procede a elaborar una tabla con los requerimientos nutricionales y luego una tabla con las materias primas que aportan esos nutrientes para cada etapa del ciclo de producción de pollos de engorde de la línea Cobb 500 (Figura 10).

Figura 10

Materia prima para la elaboración de las dietas



El cobre (Cu) fue incorporado en la dieta alimenticia de los pollos de acuerdo a la dosis establecida para cada tratamiento. Este mineral se encuentra incluido dentro de las materias primas para cumplir los requerimientos nutricionales del ave. Por otro lado, el suministro de alimento diario se encuentra descrito en el Anexo 1.

3.9.9.1. Etapa inicial

Considerados los 10 primeros días de vida, las primeras 72 horas son importantes se desarrollan órganos vitales en el pollo como sistema digestivo, sistema inmune, corazón e hígado. Los niveles de proteína son los más altos y los de energía metabolizable los más bajos que se proporcionó a lo largo del ciclo (Díaz, 2020). Debido a que las aves necesitarán niveles proteicos más elevados que ayuden al desarrollo de su estructura muscular (Tabla 9) y (Tabla 10).

Tabla 9

Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa inicial

Nutrientes	Porcentaje (%)
Energía metabolizable kcal/kg	2.95
Proteína bruta	22.20
Grasa total	6.16
Fibra cruda	2.81
Calcio	0.92
Fósforo disponible	0.47

Lisina total	1.31
Metionina total	0.51
Met + Cis total	0.94
Treonina total	0.85
Triptófano	0.22
Sodio	0.22

Tabla 10
Dieta de alimento para pollos de engorde etapa inicial

Materia prima	Porcentaje (%)
Maíz	62.57
Torta de soya	23.52
Harina de pescado	4.00
Aceite de soya	4.00
Fosfato di cálcico	1.66
Subproducto de trigo	2.57
Carbonato de calcio	0.68
Sal común	0.32
DL Metionina	0.19
Premezcla Vitaminas+Minerales	0.10
Cloruro de colina 60	0.10
Adsorbente de micotoxinas	0.10
Coccidiostato	0.05
HCL Lisina	0.08
Treonina	0.01
Antioxidante	0.02
Total	100.00

3.9.9.2. Etapa de crecimiento

De acuerdo a Solla (2016), a partir del día 11 hasta el día 22 de vida, es la etapa que prepara al pollito para recibir el alimento de engorde, se desarrolla el esqueleto y lo prepara para el llenado con musculo. Por ello el consumo de proteína debe ser del 19 al 20% (Tabla 11) y (Tabla 12).

Tabla 11
Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa de crecimiento

Nutrientes	Porcentaje (%)
-------------------	-----------------------

Energía metabolizable kcal/kg	3.00
Proteína bruta	20.80
Grasa total	7.25
Fibra cruda	2.71
Calcio	0.82
Fósforo disponible	0.39
Lisina total	1.17
Metionina total	0.45
Met + Cis total	0.84
Treonina total	0.76
Triptófano	0.20
Sodio	0.21

Tabla 12

Dieta de alimento para pollos de engorde etapa de crecimiento

Materia prima	Porcentaje (%)
Maíz	62.57
Torta de soya	23.52
Harina de pescado	4.00
Aceite de soya	4.00
Fosfato di cálcico	1.66
Subproducto de trigo	2.57
Carbonato de calcio	0.68
Sal común	0.32
DL Metionina	0.19
Premezcla Vitaminas+Minerales	0.10
Cloruro de colina 60	0.10
Adsorbente de micotoxinas	0.10
Coccidiostato	0.05
HCL Lisina	0.08
Treonina	0.01
Antioxidante	0.02
Total	100.00

3.9.9.3. Etapa de engorde

Desde el día 23 hasta el sacrificio 42 días, esta etapa se caracteriza por tener el mayor consumo de alimento y las mayores ganancias diarias de peso (Solla, 2016). Por lo tanto, la energía metabolizable ha de ser mayor para un engorde rápido (Tabla 13) y (Tabla 14).

Tabla 13*Requerimientos nutricionales de pollos de engorde en la etapa de engorde*

Nutrientes	Porcentaje (%)
Energía metabolizable kcal/kg	3.15
Proteína bruta	18.00
Grasa total	8.83
Fibra cruda	2.72
Calcio	0.63
Fósforo disponible	0.29
Lisina total	1.01
Metionina total	0.40
Met + Cis total	0.73
Treonina total	0.65
Triptófano	0.18
Sodio	0.19

Tabla 14*Dieta de alimento para pollos de engorde etapa de engorde*

Materia prima	Porcentaje (%)
Maíz	62.42
Torta de soya	27.41
Aceite de soya	6.00
Fosfato di cálcico	1.91
Subproducto de trigo	0.28
Carbonato de calcio	0.80
Sal común	0.36
DL Metionina	0.23
Premezcla Vitaminas+Minerales	0.10
Cloruro de colina 60	0.10
Adsorbente de micotoxinas	0.10
Coccidiostato	0.05
HCL Lisina	0.14
Treonina	0.05
Antioxidante	0.02
Total	100.00

3.9.10. Recepción de los pollitos

Para esto 5 horas antes se realizó el precalentamiento de la cámara de recepción de pollitos, la cual mantuvo un rango de 33°- 36° C.

El alimento ya pesado (14 g/ave) se colocó sobre el papel comercio en cada una de las unidades experimentales de igual manera los bebederos colocados en cada unidad experimental con agua limpia. Se procedió a recibir los pollitos bebes durante la recepción, se revisó que no exista ninguna anomalía, posteriormente se realizó el pesaje de cada uno de los pollitos y se ubicó 10 pollitos por cada unidad experimental, hembras y machos, respectivamente.

Figura 11

Pesaje del pollito y control de temperatura de la unidad experimental al momento de la recepción del pollito bebe.



3.9.11. Control de temperatura

Durante los 42 días del experimento se controló la temperatura con el uso de termómetros de máxima y mínima (Figura 12). Para elevar la temperatura durante la noche se encendían las criadoras y por el contrario para disminuir la temperatura dentro del galpón se apagaban las criadoras y se levantaban las cortinas. Las temperaturas se encuentran ya establecidas en el programa de crianza de pollos (Anexo 1).

Figura 12

Comportamiento de las aves con una temperatura adecuada del galpón.



3.9.12 Agua de bebida

El agua se suministró con total normalidad todos los días en los bebederos, para garantizar agua limpia y de calidad de las aves se procedió a lavar y suministrar agua limpia durante todas las mañanas incluyendo los recambios de medio día y con forme lo fueron requiriendo los pollos durante los 42 días.

3.9.13. Alimentación

El alimento se suministró durante los 42 días del experimento en las dosis y raciones ya establecidas en la tabla de crianza de pollos cobb 500 identificando la dosis, cantidades y dietas de cada una de las etapas, de 0 a 10 días balanceado inicial de 11 a 22 días balanceado de crecimiento y de 23 a 42 días balanceado de engorde

3.9.14. Plan de vacunación

El programa de vacunación constó de la aplicación de una vacuna Newcastle + Bronquitis a los 6 días vía ocular, una vacuna contra Gumboro a los 13 días vía ocular y un refuerzo de Newcastle a los 27 días de igual manera vía ocular; esto de acuerdo al manejo establecido en la guía de pollos de engorde Cobb 500 (Anexo 1). Dicha actividad se realizó

en horas de la mañana 7:00 am. Así mismo, para garantizar la viabilidad de las vacunas fueron almacenadas en refrigeración con la finalidad de no romper la cadena de frío.

3.9.15. Toma de datos

La toma de datos se realizó durante los 42 días de duración del experimento durante todos los días se registraba en la libreta de campo la mortalidad, cantidad de alimento suministrado y sobrante de cada día, temperaturas de máxima y mínima y cada 7 días se tomaba el peso de las aves que estaban en cada tratamiento.

3.9.16. Control de bioseguridad

De forma periódica durante los 42 días se realizó el lavado del pediluvio con la ayuda de una escoba se sacaba el agua del pediluvio, luego se procedía a rellenar con agua y yodo en una concentración de yodo povidona 12% (equivalente a 1.2% de yodo activo) en una disolución de 5 ml por litro de agua. También se realizaba el control de roedores con la ayuda de cebos a base de Brodifacoum 0.005%.

3.9.17. Sacrificio y comercialización de las aves

Este es el último paso del experimento el cual constituyó en el sacrificio de los pollos para la evaluación de la variable de rendimiento a la canal se procedió a sacrificar dos aves por tratamiento dando un total de 30 aves y 30 datos diferentes con respecto al rendimiento de la canal. Las demás aves fueron comercializadas con un vendedor local de pollos el cual al finalizar los 42 días del estudio se acercó a las instalaciones del galpón para proceder con el pesado final de todos los pollos y comercialización de los mismos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta la actualidad se han desarrollado diversas investigaciones donde se ha usado cobre como una fuente alterna al uso de antibióticos, obteniendo resultados positivos para los parámetros de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal, para reducir costos de producción. Se debe tener en cuenta que no existe una dosis exacta que genere tales resultados, es por eso que a continuación se realiza el análisis de los resultados de la adición del sulfato de cobre en diferentes dosis.

4.1 Consumo de alimento semanal

El análisis de varianza indica que no existe interacción entre semana, dosis del sulfato de cobre (CuSO_4) y sexo ($F=1.21$; $gl=20$, 118; $p=0.2589$). Sin embargo, con los factores semana y sexo ($F=2.48$; $gl=5$, 118; $p=0.0187$) si presentan interacción, de igual manera para semana y dosis ($F=6.29$; $gl=20$, 118; $p<0.0001$), caso similar se observa entre las fuentes de variación dosis y sexo ($F=4.70$; $gl=4$, 118; $p=0.0015$), finalmente, en el factor dosis se observa una diferencia significativa ($F=15.66$; $gl=4$, 118; $p<0.0001$) como lo muestra la Tabla 15.

Tabla 15

Esquema del ADEVA del consumo de alimento por ave

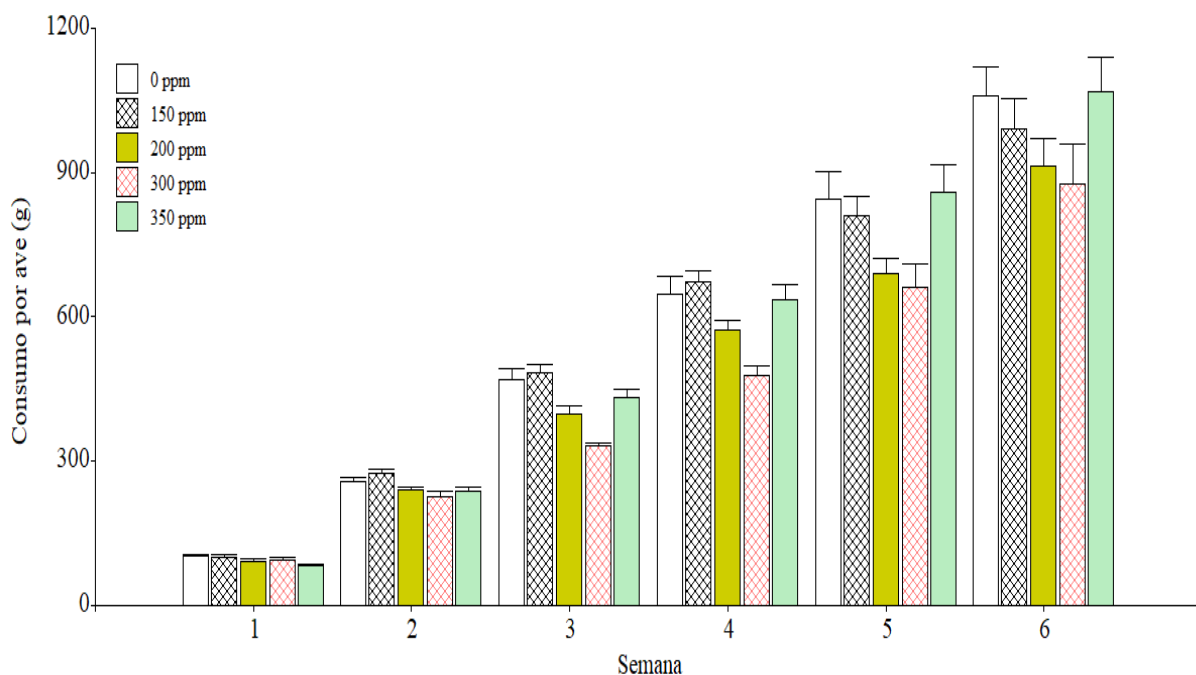
Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de libertad del Error	Valor de F	Valor de P
Semana	5	118	1489.59	<0.0001
Dosis	4	118	15.66	<0.0001
Sexo	1	118	3.22	0.0755
Semana:dosis	20	118	6.29	<0.0001
Semana:sexo	5	118	2.48	0.0187
Dosis:sexo	4	118	4.70	0.0015
Semana: dosis:sexo	20	118	1.21	0.2589

En la Figura 13 se observa que, al adicionar sulfato de cobre en la alimentación de pollos de engorde, durante la semana dos a la semana cuatro con una dosis de 150ppm genera un consumo similar al testigo. Mientras que al usar una dosis de 300ppm el consumo es

menor con un 25%. Pero a la sexta semana con una dosis de 350 ppm se alcanzó un consumo promedio por ave de 1069g, siendo mayor al testigo con un 8%, mientras con 300ppm se obtuvo 876,67g, obteniendo una diferencia de 192,33 g.

Figura 13

Consumo de alimento semanal por ave



Incluir sulfato de cobre en la dieta de pollos de engorde en una dosis superior a 400ppm llega a causar intoxicación y daños en el sistema digestivo, pero en rango de 0 a 200ppm mejora el consumo de alimento en la etapa 1, como lo muestra Cisneros et al., (2010), en su investigación donde obtuvo un consumo de alimento de 221.2g a la segunda semana con 200ppm. Lo que concuerdan con el presente experimento que para la etapa 1 los niveles de sulfato de cobre deben ser bajos por su incidencia y falta de maduración de la micro flora intestinal para optimizar los nutrientes permitiendo alcanzar un mayor consumo.

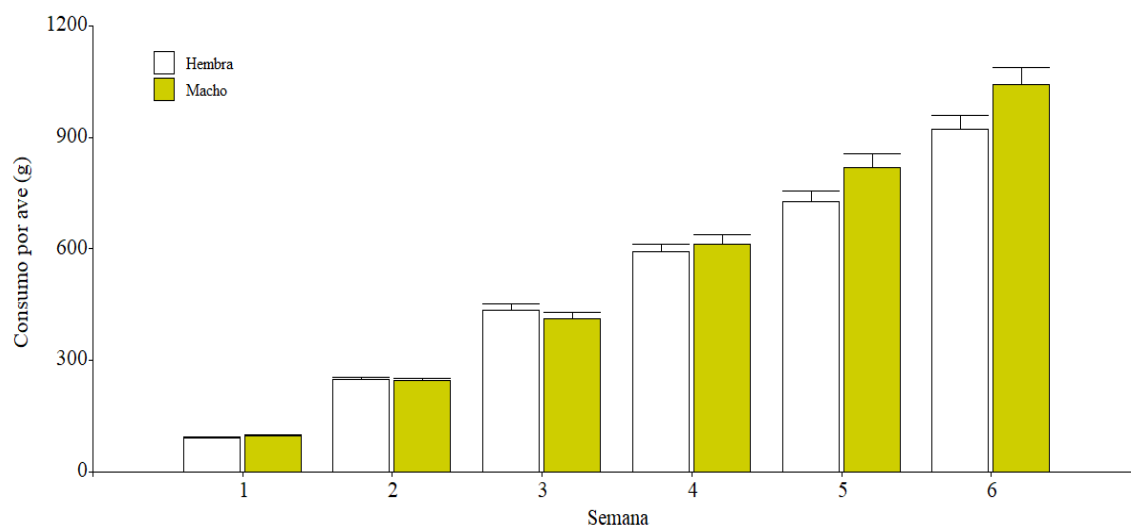
De acuerdo al (Manual Cobb 500 2018), el consumo por ave a la primera semana de edad es de 145 g, comparado con la actual investigación existe una diferencia de 40,58 g este resultado obtenido de la dosis 1 con 0 ppm de sulfato de cobre donde a la primera semana se obtuvo un acumulado de 104,42g, para la semana dos de igual manera existe una diferencia de 121g ya que en el manual a la segunda semana el consumo ideal es de 396 g y en la presente investigación con una dosis de 150 ppm se logró obtener 275 g, para la semana 3 el

consumo de alimento ideal es de 698g comparándolo con la presente investigación donde con una dosis de 150 ppm se obtuvo un acumulado de 483g, existe una diferencia de 215 g. Para la semana cuatro el Manual Cobb 500 (2018) menciona que el consumo ideal es de 970g comparándolo entre los datos obtenidos con 150ppm a la cuarta semana hay una diferencia de 296g. Durante la semana cinco y seis con una dosis de 350 ppm de sulfato de cobre se pudo observar una diferencia de 501g y 520g respectivamente.

De la misma manera se observa en la figura 14, que en las primeras semanas de la uno a la cuarta no existe una diferencia notable en el consumo de alimento entre machos y hembras ya que solo difieren con 20g, mientras en la semana quinta y sexta ya se puede observar una diferencia donde los machos logran un consumo mayor de 90g y 120g respectivamente.

Figura 14

Consumo de alimento semanal respecto al sexo



Zea y Vilchez (2014) en la investigación realizada de pollos de engorde de la línea Cobb 500, con machos de un día de nacidos, en un tiempo de 6 semanas obtuvo un consumo de alimento de 727.3 g, comparado con la presente investigación, el consumo de alimento en la semana 6 es superior con 315 g en machos y con 190 g en hembras debido a los machos por su contextura y mayor tamaño necesita consumir más alimento.

4.2. Ganancia de peso

En la tabla 16, el análisis de varianza indica que, no existe una interacción entre semana, dosis y sexo ($F=1.05$; $gl=20,118$; $p=0.4138$), así mismo para los factores dosis y sexo ($F=0.96$; $gl=4,118$; $p=0.4329$), de igual manera ocurre con semana y sexo ($F=2.07$; $gl=5,118$; $p=0.0733$). Mientras las fuentes de variación semana y dosis si presentaron interacción ($F=2.19$; $gl=20,118$; $p=0.0051$), el factor semana presenta una diferencia significativa ($F=219.49$; $gl=5,118$; $p<0.0001$).

Tabla 16

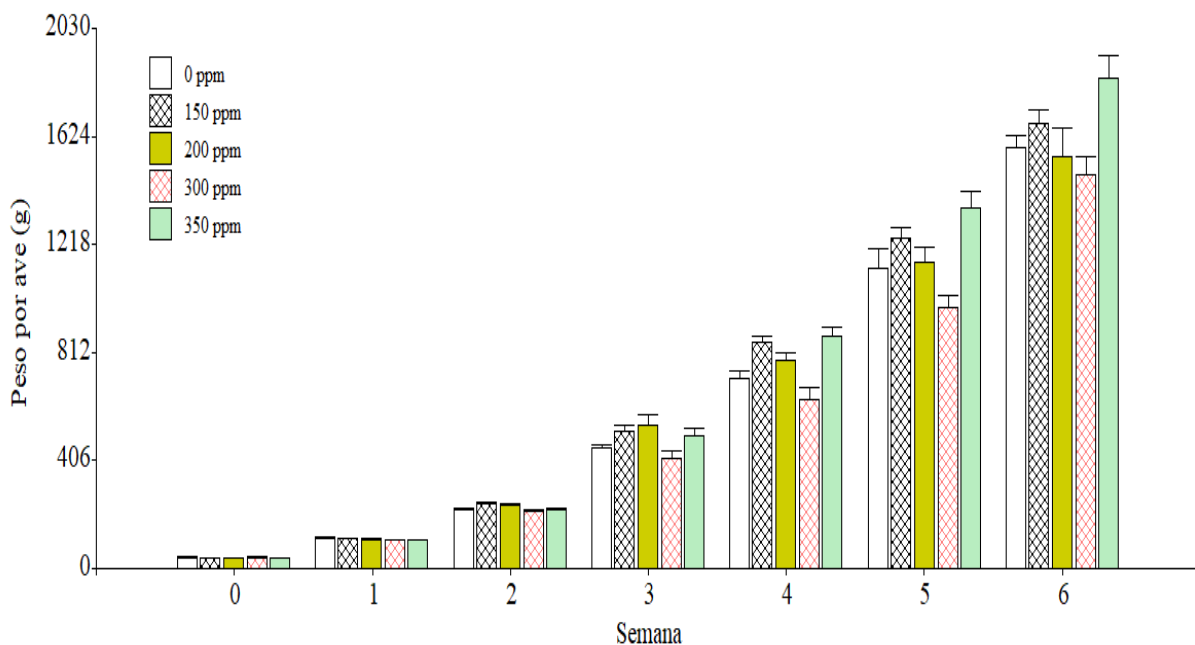
Análisis de varianza ADEVA de la ganancia de peso.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de libertad del Error	Valor de F	Valor de P
Semana	5	118	219.49	<0.0001
Dosis	4	118	2.57	0.0414
Sexo	1	118	5.3E-04	0.9817
Semana:dosis	20	118	2.19	0.0051
Semana:sexo	5	118	2.07	0.0733
Dosis:sexo	4	118	0.96	0.4329
Semana: dosis:sexo	20	118	1.05	0.4138

Con respecto a la ganancia de peso se observa que, la dosis 2 (150ppm) en la semana 2 aumenta la ganancia de peso llegando a obtener el mejor peso en la cuarta semana juntamente con la dosis 5 (350ppm), a partir de la quinta semana se obtiene un peso mayor con la dosis 5, seguida por la dosis 2 que es menor con 114 g y esta última también es superior al testigo con 110 g, finalmente en la semana 6 alcanza la dosis 5 un 14.13% más que el testigo y la dosis 2 un 6% más.

Figura 15

Peso semanal con respecto a la dosis de sulfato de cobre



El adicionar fuentes de cobre en la alimentación genera una ganancia de peso mayor, como lo demuestran Zea y Vilchez, (2014) quienes evaluaron dos fuentes de cobre y obtuvieron una ganancia de 67.6 g/día con 250 ppm de sulfato de cobre, datos que son superiores en un 40% a los encontrados en la presente investigación pues con 200 ppm de sulfato de cobre se logró una ganancia de peso de 35.85 g/día y con la dosis de 350 ppm se alcanzó 43.85 g/día.

Mientras Chico Allan y Álvarez (2014) en su estudio de pollos de línea Cobb incrementando sulfato de cobre en la dieta alcanzan a la tercera semana un peso corporal de 1032 g y a la quinta semana 2006.8 g, valores inferiores se encuentra en el presente estudio donde se alcanza 507g de incremento en la tercera semana y 1205 g en la quinta semana con el incremento de sulfato de cobre, cabe recalcar que el saque se lo realiza a la sexta semana y llega a obtener un peso de 1840 g aproximados.

Datos inferiores se registran en la actual investigación ya que de acuerdo al Manual Cobb 500 (2018) a la primera semana de edad el peso ideal en machos es de 194g, comparando con los 110 g que se obtuvieron en machos a la primera semana en la presente investigación existe una diferencia de 84g, en cambio a la sexta semana el peso ideal debería

ser de 3147g en machos comparándolo de igual manera con el actual estudio existe una diferencia de 1478g ya que en machos se registró un peso promedio de 1669,47g de igual manera en machos. En comparación con los mismos datos en hembras se obtiene una diferencia de 93 g a la primera semana y a la sexta semana existe una diferencia de 997g.

De la misma manera Poodts (2010), en su experimento determinaron, una ganancia de peso de 2221g con una dosis de 300ppm de sulfato de cobre al saque, datos que son superiores con 380g aproximadamente, pero con una dosis de 350ppm. Lo que indica que la dosis de sulfato de cobre también depende de las condiciones climáticas del lugar, como lo mencionan Zea y Vilchez, (2014).

4.3 Conversión alimenticia

En análisis de varianza nos muestra que, no existe interacción entre los factores semana, dosis y sexo ($F=0.62$; $gl=20,115$; $p=0.8903$), de la misma manera se observa entre dosis y sexo ($F=1.29$; $gl=4,115$; $p=0.2798$), caso similar entre semana y sexo ($F=0.77$; $gl=5,115$; $p=0.5703$), así mismo no existe interacción entre semana y dosis ($F=1.17$; $gl=20,115$; $p=0.2888$). Sin embargo, se aprecia una diferencia significativa tanto para semana como para dosis con ($F=48.31$; $gl=5,115$; $p<0.0001$) y ($F=7.59$; $gl=4,115$; $p<0.0001$) respectivamente como se observa en la Tabla 17.

Tabla 17

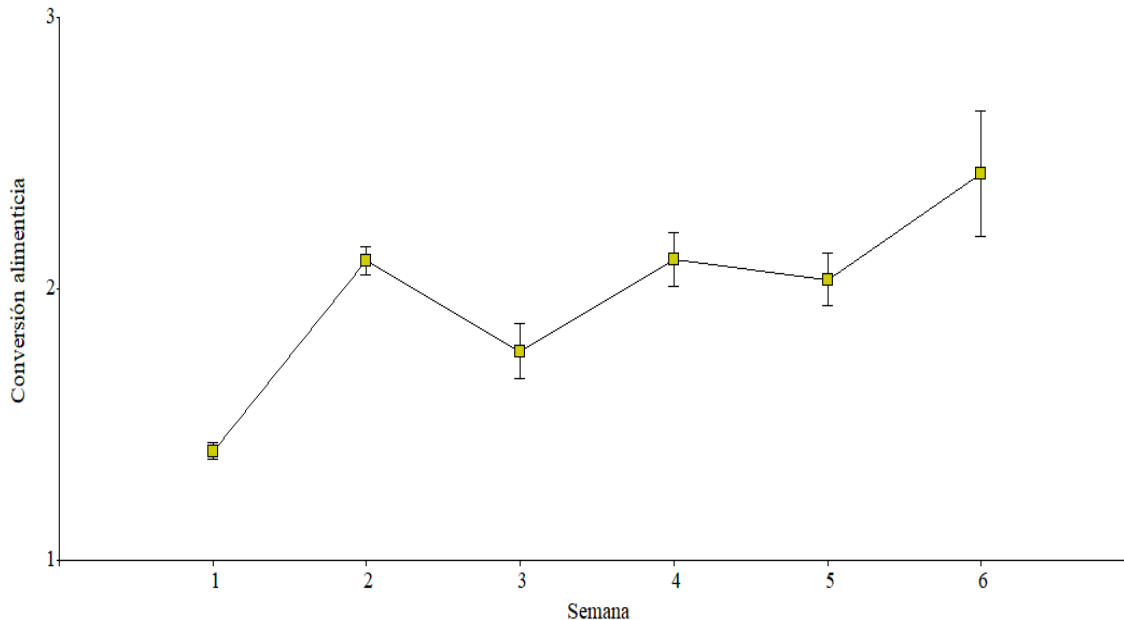
Análisis de varianza ADEVA para la variable conversión alimenticia

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de libertad del Error	Valor de F	Valor de P
Semana	5	115	48.31	< 0.0001
Dosis	4	115	7.59	< 0.0001
Sexo	1	115	0.98	0.3255
Semana:dosis	20	115	1.17	0.2888
Semana:sexo	5	115	0.77	0.5703
Dosis:sexo	4	115	1.29	0.2798
Semana: dosis:sexo	20	115	0.62	0.8903

Con respecto a la conversión alimenticia se observa que en la semana dos se obtiene un resultado de 2.10, a la semana 3 este valor bajo a 1.77, pero en la semana 6, que es la semana del faenamamiento se llega a tener una conversión alimenticia de 2.40.

Figura 16

Conversión alimenticia por semana



Chico Allan y Álvarez (2014) en su investigación con pollos de línea Cobb 500, obtuvieron una conversión alimenticia de 1.39 a la quinta semana, de la misma manera Zea Mendoza (2011) menciona que, obtuvieron como resultado una conversión alimenticia de 1.52 a la sexta semana, valores mayores se encontraron en la presente investigación con 2.03 a la quinta semana y 2.40 a la semana sexta. Lo cual concuerda con Núñez (2019) quien menciona que incluir sulfato de cobre en la dieta permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes regulando la población microbiana. De la misma manera Cobb (2018) menciona que la conversión alimenticia ideal para pollos Cobb a la sexta semana es de 1,61 valor que es inferior a los encontrados en el presente estudio.

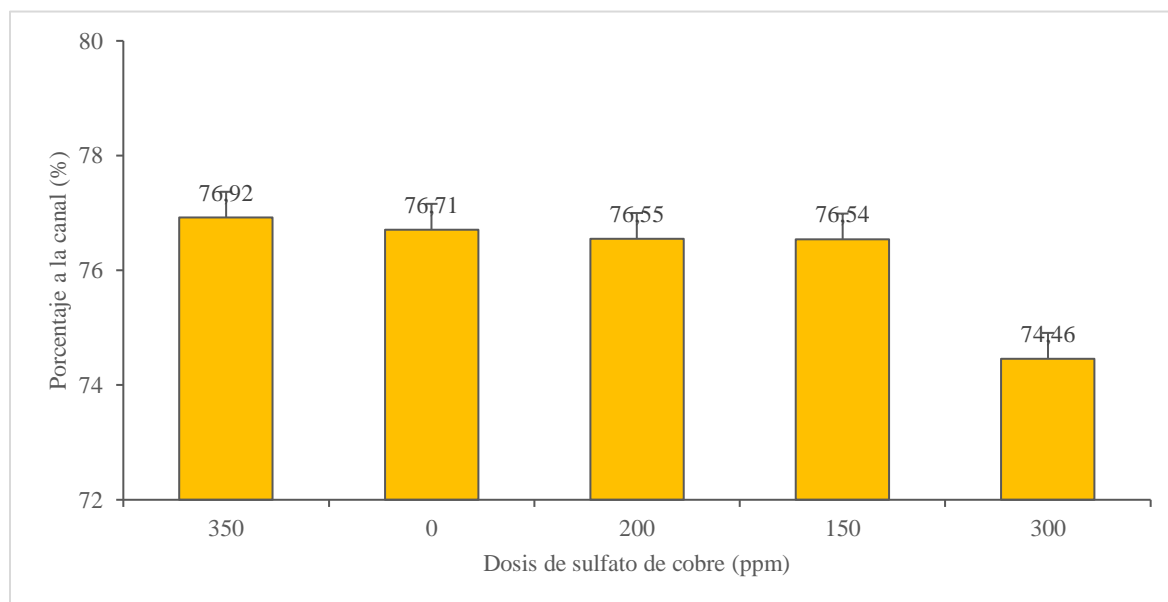
4.4 Porcentaje a la canal

En el análisis de varianza se puede observar que no existe interacción entre los factores dosis y sexo ($F=0.45$; $gl=4,48$; $p=0.7690$), de igual manera para el factor sexo se puede evidenciar que no se obtuvo diferencia significativa ($F=1.74$; $gl=1,48$; $p=0.1938$), pero para el factor dosis se encontró que si existe diferencia significativa ($F=2.79$; $gl=4,48$; $p=0.0368$) como se observa en la Tabla 18.

Tabla 18*Análisis de varianza ADEVA para la variable porcentaje a la canal*

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Grados de libertad del Error	Valor de F	Valor de P
Dosis		4	2,79	0,0368
Sexo		1	1,74	0,1938
Dosis:sexo		4	0,45	0,7690

En la Figura 17 se observa que los mejores resultados en porcentaje a la canal fue la dosis de 350 ppm con 76,92%, mientras las demás dosis difieren con menos del 1%, a excepción de la dosis 4 de 300 ppm es la menor con 74,46%, es decir un 3% menos respecto a las demás dosis, incluido el testigo.

Figura 17*Porcentaje a la canal*

Con respecto al porcentaje a la canal los pollos alimentados con sulfato de cobre en el estudio que realizó Zea (2011), obtuvieron 74.91%, datos similares a los encontrados por Chico Allan y Álvarez, (2014) en la línea Cobb con una dosis de 250 ppm, determinando un rendimiento de 72.3%. Datos superiores se encontró en el presente estudio, con dosis de 350 ppm de sulfato de cobre se obtuvo 76.92%, pero con 300 ppm se alcanzó 74.46%, demostrado

que adicionar sulfato de cobre en la dieta les ayuda a tener una mayor cantidad de carne producida debido a su influencia en el sistema digestivo como la micro biota intestinal.

4.5 Relación Beneficio/Costo

Luego de analizar las variables productivas, se procede a realizar el análisis económico para determinar la viabilidad económica de cada tratamiento, con el total de ingresos se realizó una división para el total de egresos por tratamiento y así obtener la relación beneficio/costo. Para los ingresos se consideró la venta de pollos en pie y su precio de acuerdo al mercado local, mientras los egresos son la inversión en materia prima (pollos bebes, alimentación), infraestructura (jaulas, galpón) y materiales (comederos, bebederos, criadores y otros), que se utilizaron durante la investigación.

Como se puede observar en la Tabla 19 todos los ingresos y egresos de manera más detallada.

Tabla 19

Análisis económico de los tratamientos

CONCEPTO	T1 (USD)	T2 (USD)	T3 (USD)	T4 (USD)	T5 (USD)	T6 (USD)	T7 (USD)	T8 (USD)	T9 (USD)	T10 (USD)
COSTOS FIJOS										
Pollos	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
Desinfectantes	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Vacunas	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Gas	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Viruta	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
Agua	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Infraestructura	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mano de obra	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Otros	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
COSTOS VARIABLES										
Alimentación	69,03	70,04	74,35	64,53	59,87	62,49	56,05	53,28	72,07	63,18
TOTAL EGRESOS	88,63	89,64	93,95	84,13	79,47	82,09	75,65	72,88	91,67	82,78
INGRESOS										
Venta de animales en pie										
Total en kilogramos	49,96	46,73	54,64	53,94	52,83	47,24	43,75	48,01	58,39	53,40
Precio unitario/kg	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98	1,98
TOTAL INGRESOS	98,92	92,53	108,18	106,79	104,60	93,53	86,63	95,05	115,62	105,74
COSTO/BENEFICIO	1,12	1,03	1,15	1,27	1,32	1,14	1,15	1,30	1,26	1,28

Donde se evidencia que el tratamiento 5 (Machos con 200 ppm de sulfato de cobre) es el mejor para la variable relación beneficio/costo con 1.32 dólares, es decir por cada dólar invertido 0.32 dólares de utilidad, seguido por el T8 (Hembras con 300 ppm de sulfato de cobre) con una diferencia de 0.02 dólares, mientras el T6 (Hembras con 200 ppm de sulfato de cobre) obtuvo una diferencia de 0.18 dólares invertido con respecto al T5. En cuanto a los testigos fueron los que obtuvieron una menor utilidad con 0.12 dólares los machos y 0.03 las hembras. Sin embargo, se demuestra que todos los tratamientos en estudio tienen rentabilidad.

Zea y Vilchez (2014) en su investigación, utilizando diferentes fuentes de cobre, determinan que usar sulfato de cobre genera una mayor retribución económica, de 1.10 dólares de utilidad, valores que son inferiores a los encontrados en la presente investigación utilizando sulfato de cobre independientemente de la dosis aplicada.

Cabe recalcar que los costos de producción por ende el análisis económico relación beneficio/costo es una variable que puede ser versátil referente a varios aspectos como variabilidad económica, climatología, entre otras. Además de existir muy pocas investigaciones donde se evalúa la relación beneficio/costo o utilidad al utilizar sulfato de cobre.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En conclusión, el adicionar sulfato de cobre en dosis de 200 ppm y 300 ppm genera un menor consumo de alimento en pollos de engorde, puesto que se obtuvo un 14.01% y 21.19% respectivamente, en comparación con el tratamiento de alimentación convencional sin adicionar sulfato de cobre.
- Usar sulfato de cobre en la dieta de pollos de engorde en dosis de 350 ppm, genera una ganancia de peso diaria mayor con el 14.5% en comparación con la alimentación sin adicional sulfato de cobre.
- Con respecto al análisis económico relación costo beneficio, se destaca que al suministrar sulfato de cobre en dosis de 200 ppm en machos se logra tener una utilidad de 0.32 dólares y con 300 ppm en hembras se genera 0.30 dólares de utilidad, considerando estas las mejores dosis.

5.2 Recomendaciones

- Realizar una producción de pollos con sulfato de cobre en dosis intercaladas de acuerdo a la etapa de desarrollo, en la etapa inicial se debería aplicar 150 ppm, etapa de desarrollo o crecimiento 200 ppm o 250 ppm y en la etapa de engorde se aplicaría 250ppm y 350 ppm, para de esta manera poder generar un mayor rendimiento y mejor producción.

- Socializar la presente investigación a pequeños y medianos productores avícolas que se encuentran dentro del cantón Cotacachi para que, puedan tener una mayor utilidad en su producción adicionando sulfato de cobre en dosis de 200ppm y 300ppm.

BIBLIOGRAFIA

- Aho, P. (2015, 11 de abril). *Situación mundial de la Avicultura*. Ergomix. avicultura/articulos/situacion-mundial-avicultura-t32552.htm
- Almaraz, G., y Álvarez, G. (2014, 2 de diciembre). *Panorama de la Industria avícola*. Industria avícola. <https://www.industriaavicola.net/mercados-y-negocios/panorama-del-mundo-de-la-avicultura/>.
- AMEVEA. (2017, 24 de octubre). *Producción de pollos de engorde*. *Revista Avi News LATAM*, Edición diciembre 2019 - enero 2020. <https://avicultura.info/ecuador-avicultura-provee-la-mayor-fuente-de-proteina-animal/>
- Ángel, R., (2015). *“La producción de Pollos Broilers y el Medio Ambiente: El Punto de Vista del Sector Avícola en EEUU”* [Tesis doctoral, University of Maryland, Collage Park] Estados Unidos.
- Araujo, R. (2017, 13 de diciembre). *Uso de cobre orgánico como promotor de crecimiento en pollos de engorde*. Publicación de artículos científicos Engormix. <https://avicultura.info/novus-minerales-quelados/>
- Arbor Acres (2012). *Guía de manejo y de producción de pollos de engorde*. Aviagen incorporated. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf
- AVIAGEN. (2009). *Manual de manejo de pollo de engorde Ross*. http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Manual-del-pollo-Ross.pdf
- Banch, A. (2018, 1 de marzo). *Nutrición avícola y respuesta inmune*. Obtenido de https://nutricionanimal.info/wp-content/uploads/2018/03/ALFRED-BLANCH-nutriFORUM2018_memorias.pdf
- Bankhs, k., Thompson, K., Rush, K., y Applegate, T. (2004). Efectos de la fuente de cobre sobre la retención de fósforo en pollos de engorde y gallinas ponedoras. *Ciencia Avícola*, 83(6), 990–996. <https://doi.org/10.1093/ps/83.6.990>

- Benavides, S. y Muñoz, B. (2021). *Suplementación de diferentes fuentes de cobre en dietas para pollos de engorde y su efecto sobre desempeño productivo e integridad intestinal en una crianza de 44 días*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador] Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/26973/1/UCE-FMVZ-SUB-BENAVIDES%20SARA-MU%c3%91OZ%20BYRON.pdf>
- Betancourt, P., Hernández, V. y Buitrago, R. (2016). Nano partículas para materiales antibacterianos y aplicaciones del dióxido de titanio y cobre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 35(4) 20-50. ISSN 0864-0300
- Cañizares, V. (2012). *Sulfato de cobre cómo usarlo, características, aplicaciones y toxicidad*. Industria Farmacéutica. <https://www.sulfatodecobre.org/>
- Chico, M. y Álvarez, D. (2014, octubre). *Evaluación comparativa entre Cobb® y Arbor Acres × Ross® incrementando los niveles de energía, lisina, sodio y sulfato de cobre desde el día 1 al 8 (Fase 1) sobre los parámetros productivos y características de canal hasta los 32 días de edad*. [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano] Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3453/1/CPA-2014-021.pdf>
- Cisneros, F., López, J., Romano, L., y Fragoso, M. (2010). Efecto de niveles altos de cobre dietético en el pollo en crecimiento. *Ciencias Pecuarias*. 10(3) 50-80.
- Cobb. Vantres. (2018). Guía de manejo de pollos de engorde línea Cobb 500. Consejo de manejo de producción. *Revista de Avicultura*. 10(2) 20-25.
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE]. (2019). *Por una avicultura transformada, industrializada y tecnificada para mejorar la productividad*. <https://www.conave.org/>
- Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE]. (2021). *El sector avícola es un dinamizador de la economía nacional*. <https://www.conave.org/>
- Depener, R., Pontin, P., Flores, A., Lucca V. y Lovato M. (2018). Acción del cobre antimicrobiano en bacterias y hongos aislados de plantas de incubación avícola comercial. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 18(2):95-97
- Díaz, D. (2020). *Manejo de broilers en la fase de inicio*. Revista de información veterinaria, medicina y zootecnia, especializada en los sectores de avicultura, porcicultura, rumiantes y acuicultura. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/manejo-de-broilers-en-fase-de->

- Molina, J. y León, V. (2018). “Estudio de Horarios. Balanceados y aditivos alimenticios para la reducción de ascitis en pollos broiler en las zonas de altura. Latacunga”. Cotopaxi. Rumipamba 22(1): 160-161.
- Núñez, F. (2019, 29 de abril). *Evaluación del rendimiento de la canal de pollos de engorda y sus partes secundarias adicionando promotor de crecimiento (nucleótido) en la fase de iniciación* [Tesis de posgrado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro] Coahila, México.
- Orellana, J. (2015). Análisis de la avicultura en Ecuador. Producción de pollos de engorde y manejo de ponedoras. *Revista El agro*,6(5) 17-19.
- Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE]. (2020). *Resistencia a los antimicrobianos*. Sanidad animal del mundo. Recuperado de <https://www.oie.int/es/para-los-periodistas/amr-es/>
- Poodts, G. (2010, 3 de septiembre). Intoxicación aguda con cobre en bovinos por ingestión de oxiclورو de cobre, Universidad Católica de Salta. *Sitio Argentino de producción animal*.1-9 <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/intoxicacion-aguda-con-cobre-t28538.htm>
- Quishpe, L. (2012). *Utilización de ácidos orgánicos (acético, propiónico) y yodoformo al (5%) como promotores de crecimiento en cerdos en el proyecto porcino de la Universidad Estatal de Bolívar*. [Tesis de posgrado, Universidad estatal de Bolívar, Ecuador]
- Saldaña, D. R. (2009, 14 de agosto). Desarrollo de la tecnología avícola industrial en México en la primera mitad del siglo XX. <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>
- Servicio ecuatoriano de Sanidad Agropecuario [SESA]. (2006). *Producción nacional de carne de pollo-El pollo nuestro de cada día: impactos de la industria de la carne*. <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador>
- Steiner, W. (2006, 12 de febrero). *Estrategias para evaluar alternativas a los promotores de crecimiento*. Avicultura Engormix. <https://avicultura.info/promotores-crecimiento/>

- Solla, M. (2016). *Plan de alimentación de pollos de engorde y ponedoras, Colombia*. Nutrición animal. <https://www.solla.com/productos/avicultura/ciclo>.
- Sumano, H. (2010). *Exclusión competitiva Farmacología clínica en aves comerciales*. México: Mc Graw Hill. http://www.academiaedu/39177070/Sumano_Lopez_Hector_Farmacologia_Clinica_en_Aves_Comerciales
- Sumano, H., y Gutiérrez, L. (2010, 24 de febrero). *Farmacología clínica en aves comerciales*. México: Mc Graw Hill Interamericana editores, S, A. ISBN: 978-970-10-7077-2.
- Taboada, N. (2019, 2 de mayo). *Uso de cobre orgánico como promotor de crecimiento*. Novusint. <https://www.novusint.com/es-ar/Resources/2380/usodecobreorg>
- Tecor, (2020). *Industria farmacéutica-Sulfato de cobre, Cómo usarlo, características, aplicaciones y toxicidad, Colombia*.
- Téllez, G., (2017). Alternativas a antibióticos promotores del crecimiento en avicultura. *Vigilancia Sanitaria Veterinaria (VISAVET)*, (15). S/N Obtenido de avicultura.info/alternativas-a-antibioticos-promotores-del-crecimiento-en-avicultura/
- Ucañán, R. (2015). Cálculo de la relación Beneficio Coste (B/C). <https://www.gestiopolis.com/calculo-de-la-relacion-beneficio-coste/>
- Vaca, L. (2003). *Órganos digestivos complementarios*. UNED.
- Valle, J. (2014, 18 de febrero). *Novedades en la nutrición animal*. Agrinews. <https://agrinews.es/2014/02/18/novedades-en-la-nutricion-con-microminerales-en-avicultura-de-puesta-con-mintrex-novus/>
- Zea Mendoza, O., (2011). *Efecto de la suplementación con fuentes de cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y el nivel de cobre en pollos de carne*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina] Lima-Perú.
- Zea, O., y Vílchez, C. (10 de 2014). Efecto de la suplementación con fuentes de cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y nivel de cobre hepático en

pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 25(1) 20- 50. ISSN 1609-9117

1 ANEXOS

Anexo 1. Programa de manejo de pollo de engorde línea Cobb 500

PROGRAMA DE ACTIVIDADES DIARIAS A REALIZARSE DURANTE LA FASE DEL EXPERIMENTO EN CAMPO							
CANTIDAD		300					
RAZA		BROILER		Autor: Andrés Gutiérrez			
DÍA	SEMANA	ACTIVIDADES			KILOS	TEMPERATURA AMBIENTAL	FÓRMULA
		SUMINISTRO	VACUNAS Y FUMIGACIONES	OTRAS			
1	1	SULFATO DE COBRE		PESAJE	4,2	32° - 34°	INICIO
2		SULFATO DE COBRE			5,45	32°	
3		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		6,25	30°	
4		SULFATO DE COBRE			7,84	29°	
5		SULFATO DE COBRE			8,07	28°	
6		SULFATO DE COBRE	VACUNA COMBINAD (ND/IB)		8,75	28°	
7		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE		PESAJE	9,89	
8	2	SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		10,34	27°	CRECIMIENTO
9		SULFATO DE COBRE			11,82	27°	
10		SULFATO DE COBRE			13,3	27°	
11		SULFATO DE COBRE			15,11	26°	
12		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		16,02	26°	
13		SULFATO DE COBRE	VACUNA GUMBORO		18,64	26°	
14		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE		PESAJE	19,77	
15	3	SULFATO DE COBRE			21,02	25°	ENGORDE
16		SULFATO DE COBRE			21,93	25°	
17		SULFATO DE COBRE			23,86	25°	
18		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		24,77	24°	
19		SULFATO DE COBRE			25	24°	
20		SULFATO DE COBRE			27,15	24°	
21		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE		PESAJE	28,3	
22	4	SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		29,66	23°	ENGORDE
23		SULFATO DE COBRE			30,45	23°	
24		SULFATO DE COBRE			31,36	22°	
25		SULFATO DE COBRE			32,5	22°	
26		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		33,41	22°	
27		SULFATO DE COBRE	VACUNA COMBINAD (ND/IB)		34,2	TEMPERATURA AMBIENTE	
28		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE		PESAJE		
29	5	SULFATO DE COBRE			36,7	TEMPERATURA AMBIENTE	
30		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		38,07		

31		SULFATO DE COBRE			39,31	
32		SULFATO DE COBRE	FUMIGACION FLU 500		40,9	
33		SULFATO DE COBRE			42,73	
34		SULFATO DE COBRE			44,55	
35		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE	PESAJE	45,57	
36	6	SULFATO DE COBRE			47,72	
37		SULFATO DE COBRE			48,75	
38		SULFATO DE COBRE			49,66	
39		SULFATO DE COBRE			50,23	
40		SULFATO DE COBRE			51,25	
41		SULFATO DE COBRE	DESINFECCIÓN GERMICIDE			51,59
42		SULFATO DE COBRE		PESAJE		51,93
				TOTAL	1193,59	