



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

**“EFECTO DE VARIOS NIVELES DIETARIOS DE
CÚRCUMA (*Cúrcuma Longa Linn*)
EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS
DE CARNE COBB 500”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:
MEDICA VETERINARIA

Presentada por la Bachiller:
Reyna Leonor Sánchez Cubas

Asesor:
M.V. MSc. Lumber Ely Gonzales Zamora

Lambayeque- Perú

2019

**“EFECTO DE VARIOS NIVELES DIETARIOS DE CÚRCUMA
(*Cúrcuma Longa Linn*)
EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE
CARNE COBB 500”**

**TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
MEDICA VETERINARIA**

**PRESENTADA POR:
Bach. Reyna Leonor Sánchez cubas**

PRESENTADO Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

**M.V. MSc. Victor Ravillet Suárez
Presidente**

**M.V. MSc. César Augusto Piscoya Vargas
Secretario**

**M.V Henry Ojeda Barturén
Vocal**

**M.V. Msc. Lumber Ely Gonzales Zamora
(Patrocinador)**

DEDICATORIA

A DIOS por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía para poder lograr este objetivo; y por demostrarme que siempre me ha acompañado en todo momento de mi andar.

A MIS PADRES: RAMÓN y SANTOS; por todo el apoyo y amor que me han brindado, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, les debo cada uno de mis logros, ya que sin ellos no hubiese logrado nada, siendo ellos los cimientos de toda mi vida, siempre están a mi lado alentándome y motivándome para que yo pueda seguir cada uno de mis sueños sin desistir y dudar de todas mis capacidades. De los cuales me siento muy agradecida porque soy afortunada de tenerlos como padres, son los tesoros más hermosos que DIOS me ha dado.

A MIS HERMANOS, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria; a pesar de que seamos polos opuestos en ciertas cuestiones, han sido unas de las principales personas involucradas en ayudarme a que este proyecto se haga realidad.

Al M.V. CESAR RIMARACHIN MANAY; la ayuda que me has brindado ha sido sumamente importante, estuviste a mi lado inclusive en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome, quien con tus palabras de aliento no me dejaste decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales. No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo, siempre fuiste mi motivador y esperanzador, me decías que lo lograría perfectamente, tu ayuda ha sido fundamental.

Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso: Te lo agradezco muchísimo.

AGRADECIMIENTO

M.V. MSc. LUMBER ELY GONZALES ZAMORA, mi patrocinador, una de las personas que más admiro por su inteligencia, conocimientos, por su dedicación y apoyo constante, para poder cumplir una de mis metas propuestas en mi corta vida, le agradezco de todo corazón por su orientación desinteresada que me ha dado para poder realizarme como profesional y poder culminar mi tesis; así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de mi trabajo de investigación.

M.V. MAGALY DIAZ GARCÍA, mi copatrocinadora, que me manifestó su apoyo incondicional transmitiéndome sus conocimientos y experiencias como profesional disponiendo de su tiempo, lo cual para mí tiene un inmenso valor, que ha calado en mi vida como estudiante y como futura colega, teniendo en cuenta que es un ejemplo a seguir como profesional y persona.

Cabe recalcar el agradecimiento a todos los miembros de mi jurado: M.V. Victor Ravillet Suarez, M.V. Cesar Piscoya Vargas, M.V. Henry Ojeda Barturen; quienes han aportado mucho con todos sus conocimientos y todas sus sugerencias, las cuales fueron de una gran ayuda para poder ejecutar todo mi proyecto de investigación y poder culminarlo de una manera satisfactoria.

A mis amistades por su invaluable aliento y apoyo incondicional durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A DIOS por este nuevo triunfo, y a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de mi tesis.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Unidad de Producción de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en la prolongación de la Avenida Leguía, ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque; se evaluó los efectos de la Cúrcuma en el comportamiento productivo en pollos de carne Cobb 500, para el cuál, se tuvieron 4 tratamientos: un testigo constituido por alimento formulado y los tres restantes con alimento formulado más la adición de 0.5g/kg, 1.0g/kg y 1.5g/kg de cúrcuma en las etapas de inicio, crecimiento y acabado. Se utilizó 100 aves en un Diseño Completamente Randomizado (DCR), con 25 repeticiones por tratamiento. Al término de las 7 semanas de la investigación, los pesos finales (g/animal/periodo) fueron 2823.2c, 2973.8b, 3107.6a, y 3141.6a, para T0, T1, T2 y T3 respectivamente, observándose diferencias significativas ($p < 0.05$). Para el incremento de peso (g/animal/periodo) los resultados fueron T0: 2774c, T1: 2995.2b, T2: 3059.2a y T3: 3091.6a, observándose diferencias significativas ($p < 0.05$). Los consumos de alimento por periodo fueron 167.8kg, 169.95kg, 170.6kg y 171.65kg para T0, T1, T2 y T3 respectivamente. La conversión alimenticia y mérito económico fueron 2.41, 3.193; 2.32, 3.075; 2.23, 2.959; y 2.22, 2.953 para T0, T1, T2 y T3 respectivamente.

PALABRAS CLAVES: *Cúrcuma, comportamiento productivo, pollos de carne cobb 500*

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the production unit of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University Pedro Ruiz Gallo, located in the prolongation of Avenida Leguía, city of Chiclayo, department of Lambayeque; the effects of the turmeric on the productive behavior of 500 Cobb meat chickens were evaluated, for which, there were 4 treatments: one witness constituted by formulated food and the remaining three with formulated food plus the addition of 0.5g/kg, 1.0g/kg y 1.5g/kg of turmeric in the stages of initiation, growth and finishing. 100 birds were used in a completely randomized design (DCR), con 25 repetitions per treatment. At the end of the 7 weeks of the investigation, the final weights (g/animal/ period) were 2823.2c, 2973.8b, 3107.6a and 3141.6a for T0, T1, T2 and T3 respectively, significant differences were observed ($p<0.05$). The weight increase (g/animal/period) the results were for T0: 2774c, T1: 2995.2b, T2: 3059.2a and T3: 3091.6a respectively, observing significant differences ($p<0.05$). The food consumptions per period were 167.8kg, 169.95kg, 170.6kg and 171.65kg for T0, T1, T2 and T3 respectively, finding significant differences between treatments. The nutritional conversion and economic merit were 2.41, 3.193; 2.32, 3.075; 2.23, 2.959 and 2.22, 2.953 for T0, T1, T2 and T3 respectively.

KEYWORDS: *Turmeric, productive behavior, cobb 500 beef chickens.*

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. OBJETIVOS.....	15
III. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	16
IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	20
4.1.- BASES TEÓRICAS:.....	20
4.1.1.- NUTRICIÓN ANIMAL.....	20
4.1.2.- SISTEMA INMUNE DIGESTIVO DE LAS AVES.....	20
4.1.3.- REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO.....	21
4.1.4.- MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DEL AVE.....	21
4.1.5.- FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DE LAS AVES.....	21
4.1.6.- PARTES QUE FORMAN EL SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE.....	22
4.1.7.- DESPLAZAMIENTO DE LA INGESTA Y PH DENTRO DEL TUBO DIGESTIVO.....	25
4.1.8.- DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.....	26
4.1.9.- METABOLISMO Y EXCRECIÓN.....	26
4.1.10.- IMPORTANCIA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS.....	27
4.1.11.- ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL TRACTO DIGESTIVO.....	27
4.1.12.- MECANISMO DE DEFENSA DEL APARATO DIGESTIVO.....	28
4.1.13.- DEFINICIÓN DE LA “CÚRCUMA”.....	29
4.1.14.- UBICACIÓN TAXONÓMICA.....	29
4.1.15.- ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	29
4.1.16.- HISTORIA.....	30
4.1.17.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	30
4.1.18.- PARTES UTILIZADAS.....	31
4.1.19.- COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	31
4.1.20.- VALOR Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL.....	33
4.1.21.- CURCUMINA.....	34
4.1.22.- ESTABILIDAD DE LA CURCUMINA.....	35
4.1.23.- FUNCIÓN.....	36

4.1.24.- REACCIONES ADVERSAS	37
4.1.25.- INTERACCIONES CON FÁRMACOS	37
4.1.26.- PRECAUCIONES Y TOXICIDAD	37
4.1.27.- CONTRAINDICACIONES.....	38
4.1.28.- EFECTOS DE LA CÚRCUMA	38
V. MATERIALES Y METODOS	41
5.1.- LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	41
5.2.-POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	41
5.3.- MATERIAL EXPERIMENTAL.....	42
5.3.1. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	42
5.4.- INSTALACIONES Y EQUIPOS:.....	42
5.4.1.-INSTALACIONES, EQUIPOS E INSTRUMENTAL	42
5.4.2 MATERIAL BIOLÓGICO	43
5.4.3 ADITIVO EXPERIMENTAL	43
5.4.4 RACIONES EXPERIMENTALES.....	43
5.5.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL	47
5.5.1.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:	47
5.5.2.- CONTROL DE PARAMETROS PRODUCTIVOS	47
5.5.3.- DATOS REGISTRADOS.....	47
5.5.4.- CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y MÉRITO ECONÓMICO:	47
5.5.5.- PRESENTACIÓN DE DATOS:.....	48
5.5.6.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO:	48
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN	49
6.1. PESO VIVO.....	49
6.2. INCREMENTO PESO VIVO	52
6.3. CONSUMO DE ALIMENTO	54
6.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LOS TRATAMIENTOS	56
6.5. MERITO ECONÓMICO EN LOS TRATAMIENTOS	59
VII. CONCLUSIONES.....	61
VIII. RECOMENDACIONES.....	62
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	63
X. APENDICE	68
XI. IMAGENES	85

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÚRCUMA.....	32
CUADRO N° 2: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100G Y 3G DE CÚRCUMA QUE EQUIVALEN A UNA RACIÓN POR PERSONA.....	33
CUADRO N° 3: RACION DE INICIO PARA POLLOS COBB 500	44
CUADRO N° 4: RACION DE CRECIMIENTO PARA POLLOS COBB 500	45
CUADRO N° 5: RACION DE ENGORDE PARA POLLOS COBB 500	46
CUADRO N° 6: ESQUEMA DE ANALISIS DE VARIANZA (ANAVA).....	48
CUADRO N° 7: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN LA GANANCIA DE PESO VIVO POR SEMANA EN POLLOS COBB 500	49
CUADRO N° 8: INCREMENTO DE PESO (g) POR EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN POLLOS COBB 500	52
CUADRO N° 9: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA SOBRE EL CONSUMO PROMEDIO DE CONCENTRADO SEGÚN TRATAMIENTOS EN LAS 3 ETAPAS EN POLLOS DE CARNE COBB 500	54
CUADRO N° 10: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN POLLOS COBB 500 SOBRE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA	56
CUADRO N° 11: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN POLLOS COBB 500 SOBRE EL MÉRITO ECONÓMICO.....	59

INDICE DE FIGURAS

GRAFICO N° 1: PESO VIVO (g) DE POLLOS COBB 500 ALIMENTADOS CON CÚRCUMA LONGA LINN	51
GRAFICO N° 2: INCREMENTO DE PESO VIVO(g) EN POLLOS COBB 500 ALIMENTADOS CON CÚRCUMA LONGA LINN	53
GRAFICO N° 3: CONSUMO DE ALIMENTO (Kg) POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE CÚRCUMA EN LA ALIMENTACIÓN DE POLLOS DE CARNE COBB 500	55
GRAFICO N° 4: CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN POLLOS DE CARNE COBB 500, SEGÚN TRATAMIENTOS.....	58
GRAFICO N° 5: MÉRITO ECONOMICO EN POLLOS DE CARNE COBB 500, SEGÚN TRATAMIENTOS.....	60

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA LEVENE (SPSS) PARA PESOS INICIALES EN POLLOS DE CARNE COBB 500	68
ANEXO N° 2: PESOS VIVOS INICIALES DE POLLOS DE CARNE COBB 500.....	69
ANEXO N° 3: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS INICIALES DE POLLOS DE CARNE COBB 500 – PRUEBA DE DUNCAN	70
ANEXO N° 4: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 EN LA PRIMERA SEMANA	71
ANEXO N° 5: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA PRIMERA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN	72
ANEXO N° 6: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 EN LA SEGUNDA SEMANA	73
ANEXO N° 7: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEGUNDA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN.....	74
ANEXO N° 8: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA TERCERA SEMANA	75
ANEXO N° 9: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA TERCERA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN.....	76
ANEXO N° 10: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA CUARTA SEMANA.....	77
ANEXO N° 11: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA CUARTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN	78
ANEXO N° 12: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA QUINTA SEMANA	79
ANEXO N° 13: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA QUINTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN.....	80
ANEXO N° 14: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEXTA SEMANA	81
ANEXO N° 15: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEXTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN	82
ANEXO N° 16: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEPTIMA SEMANA	83

ANEXO N° 17: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEPTIMA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN.....	84
--	----

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la avicultura tiene mucha importancia debido a que ha sobrepasado en desarrollo industrial a casi todas las otras formas de explotación animal en diferentes lugares del mundo; en nuestro país se ha convertido en la industria de mayor crecimiento y de mejor organización; pero cabe mencionar que el desarrollo se debe fundamentalmente al incremento masivo en el consumo de carne y huevos, que ha incentivado a los avicultores a buscar las técnicas de producción más adecuadas, logrando rendimientos productivos óptimos. (Thimann, 2005)

La carne es valiosa fuente de proteína animal y por lo tanto es indispensable en la dieta de la población, con ello se cubre el 30% de calorías que una persona debe ingerir para completar los requerimientos mínimos recomendados, siendo la carne de pollo uno de los principales abastecedores de esta fuente proteica por su mayor difusión y hábito de consumo. (Sinarahua Ishuiza, 2013)

Muchos trabajos han subestimado la importancia del consumo de alimento como el paso esencial de todo proceso nutricional y productivo, los mecanismos de regulación del consumo de alimento varían de acuerdo a las condiciones nutricionales, fisiológicos y de manejo en las que se encuentran los pollos de carne; por tanto el consumo de alimento es el factor más importante que influye en la producción eficiente de los productos avícolas, debido a ello debemos realizar investigaciones que nos ayuden a conocer o que mejoren la integridad de la capacidad de absorción del consumo del alimento. (Quispe, 2006)

Debido a su amplia variedad, los aditivos fitogénicos para alimentos balanceados ofrecen mucho más que propiedades de sabor, una influencia eficaz y potente sobre la fisiología de distintas especies a distintos niveles; su principal objetivo es potenciar el rendimiento del animal. Tienen una gama de propiedades biológicamente activas que son beneficiosas en la producción animal moderna, que incluyen: efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos y potenciadores de la digestión. (Puvaca, et al., 2013)

Todo productor busca obtener máximos rendimientos al menor costo posible, por lo cual toma medidas encaminadas a lograr las mejores condiciones de sanidad, manejo, genética y nutrición para hacer eficiente el proceso productivo (Ceniceros R, 1997); la actividad avícola es importante desde el punto de vista económico debido a la proteína que aporta a la dieta humana en forma de carne; uno de los factores importantes a considerar en la producción avícola es la nutrición, pues de ella depende el rendimiento en carne obtenida como producto final. (Cuca, et al., 1996)

La especie *Curcuma longa* Linn, familia de la Zingiberaceae, posee innumerables estudios a nivel internacional, pero aún las bases de datos y sistemas informativos están poco documentados al respecto. Con las nuevas investigaciones que existen sobre esta planta, se crean grandes posibilidades de obtener resultados con acción antioxidante, antiinflamatoria, anticancerígena y antibacteriana, entre otras, con menor potencial de efectos adversos. (Bruneton, 2008)

Debido a la necesidad de conocer las propiedades medicinales de las plantas y existiendo poca información sobre los efectos que tiene la *Curcuma longa* L. (palillo) sobre el comportamiento productivo en la producción de pollos de carne, se consideró importante la realización de este estudio de investigación para el beneficio del productor avícola, para lo cual se planteó los siguientes objetivos:

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de varios niveles de la adición de cúrcuma (*cúrcuma longa linn*) en las raciones a través del comportamiento productivo de pollos de carne cobb 500.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar el consumo de alimento, la ganancia de peso vivo final y estimar la conversión alimenticia de pollos cobb 500 alimentados con raciones suplementadas con cúrcuma.
- Evaluar el mérito económico de pollos cobb 500 alimentados con raciones suplementadas con cúrcuma.

III. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

En el transcurso de los años se ha puesto gran interés en incrementar cada vez más la eficiencia de la producción animal; con ese fin se ha tratado que los animales aprovechen al máximo los nutrientes que se les suministra con los alimentos para lograr un mejor desarrollo y una mejor conversión; por ello se ha prestado gran atención a la salud de los animales, al efecto de la crianza en el ambiente y la seguridad para el humano de los productos animales que consume; con respecto a los promotores de crecimiento el predominio de los de origen antibiótico se cuestiona por el riesgo de provocar resistencia en microorganismos patógenos y se proponen nuevas opciones, fundamentalmente de tipo natural para reducirlos o eliminarlos de forma total. Las soluciones que se visualizan actualmente en cuanto al empleo de aditivos en la producción de animales monogástricos van encaminadas básicamente a la sustitución de los promotores de crecimiento de origen antibiótico. (Castro, 2005)

Se da cuenta en un trabajo realizado en Ecuador para la experimentación se utilizó 25 pollos Broiler bebé, que fueron divididos aleatoriamente en 5 tratamientos, en los cuales se suplementó dosificaciones (0.5g/kg, 1g/kg, 1.5, 1ml y blanco) de cúrcuma dentro de los parámetros de consumo valores que están recomendados de 2g cúrcuma por kg de peso. Se controló el peso de los pollos diariamente y la etapa de desarrollo para la administración de las porciones del balanceado, se registró el consumo de agua y la medición de color que fue realizado 2 veces por semana en las extremidades inferiores y después del faenamiento en 4 partes de la carcasa y transcurridas la etapa post mortem en las mismas partes. La dosificación de 0.5g/kg, fue la que desarrolló un mayor peso en los pollos generando un incremento del 94.65% con respecto al control y al tratamiento con 1kg/kg; sin evidenciar ningún cambio más en los mismos. El seguimiento realizado a los pollos del tratamiento de 1kg/kg, presentaron un mayor consumo de agua, pero no influyó en su peso. La medición de color en el tratamiento blanco dió como resultado 24%, en los tratamientos de 0.5 y

1g/kg fue de 22% y 23 % respectivamente, brindando una coloración amarilla pálida. Concluyendo que al aplicar colorante natural a partir de cúrcuma *cúrcuma longa linn* en la alimentación de pollos Broilers Ross para mejorar la pigmentación de la piel no se consiguió este objetivo, pero se incrementó el peso del pollo, al suministrarle cúrcuma en 0.5g/kg a diferencia del tratamiento blanco (Oñate & Romero, 2016)

En otro estudio realizado en México se investigó el potencial como promotor del crecimiento mediante diferentes concentraciones dietéticas de cúrcuma (*Cúrcuma longa Linn.*) como una alternativa a los antibióticos y oxitetraciclina y comparable a oligosacáridos mannan (MOS) para pollos de engorde; un total de 252 pollos Hubbard de un día de edad se distribuyeron al azar en un diseño experimental de seis tratamientos, siete repeticiones y con seis pollos sin sexar por repetición; la dieta basal se administró sin suplementos (grupo control) o complementada con cúrcuma en dosis de 0.5, 1 y 2 g/kg de dieta, o con 1 g/kg de alimento de oligosacárido mannan, o con oxitetraciclina 50 mg/kg de alimento. Se evaluó el crecimiento, características de la canal, características de calidad de carne, constituyentes bioquímicos sanguíneos, estado antioxidante y glóbulos rojos; la suplementación de cúrcuma en 1 g/kg de alimento significativamente mejoró la tasa de Conversión Alimenticia y el Índice de Producción Europea en comparación con el grupo control y grupo MOS; los resultados indicaron que la cúrcuma puede usarse en 1 kg/t de alimento como una alternativa a oxitetraciclina o MOS sin efectos negativos sobre los rasgos productivos y económicos de pollos de engorde; no hubo diferencias de uso entre oxitetraciclina y MOS, mientras que con cúrcuma hubo un aumento en el índice de eficiencia de la producción europea y el estado de salud de los pollos. (Youssef, et al., 2017)

En México con el fin de evaluar el efecto pigmentante al adicionar diferentes niveles de cúrcuma en la dieta de pollos de engorda de la línea Ross, se utilizaron 450 aves en un diseño completamente al azar con 5 repeticiones de 30 aves cada una en 3 tratamientos. Los tratamientos fueron de 1 y 2% de cúrcuma, en dietas a base de sorgo y soya, suministrados a partir del día 21 hasta los 42 días de edad. En cuanto a los parámetros productivos se encontró diferencias significativas en la etapa de finalización en el tratamiento con 2% de cúrcuma se obtuvo un peso final de 2053 g a diferencia del testigo donde se obtuvo 1702,07 g ,en cuanto a conversión alimenticia el mejor tratamiento fue con 2% con un valor de 2,11, obteniendo el mejor rendimiento a la canal de 75,19% en el tratamiento con 2% de cúrcuma, difiriendo con el tratamiento testigo donde se obtuvo un

valor de 70,44%, en cuanto a la pigmentación el mejor resultado se mostró al añadir 2 y 1% de cúrcuma con valores de 6,39 y 5,50 respectivamente en la región de la pechuga, además se encontró el mejor beneficio al añadir 2% de cúrcuma con un beneficio de 0,72 ctv., concluyendo así que la adición de cúrcuma puede mejorar los parámetros productivos y dar una pigmentación deseada. (Gamboa Izurieta, 2016)

En otro estudio realizado en Bolivia se evaluó los efectos de los factores de la cúrcuma y el achiote como pigmentantes naturales en la producción de pollos parrilleros, para tal efecto se utilizaron cuatro porcentajes en la ración para la cúrcuma y el achiote (0.0, 1.0, 2.0 y 3.0 %), obteniéndose por combinación 16 tratamientos. Se utilizó el diseño completamente al azar para dos factores y se tomaron en cuenta como variables de respuesta la ganancia media diaria, conversión alimenticia, pigmentación, peso final, porcentaje de mortandad y los costos de producción. La investigación mostró que la adición de cúrcuma en la ración logró aumentar la pigmentación de las aves hasta 11.9 con el nivel de 2.0% de cúrcuma. Al evaluar los efectos de la cúrcuma, se establece que los niveles propuestos (0.0, 1.0, 2.0, y 3.0%), no tienen efecto en la ganancia media diaria, peso final y tampoco en la conversión alimenticia, lo que indica que el uso de cúrcuma en cualquiera de los porcentajes propuestos, para la pigmentación de los pollos parrilleros, no tiene efecto en los índices productivos. (Rodrigo Choque, 2008)

En una investigación realizado en Pucallpa, se evaluó los efectos de la harina de palillo en la pigmentación y comportamiento productivo de los pollos parrilleros, para el cual, se tuvo un testigo, constituido por alimento formulado y los tratamientos con alimento formulado más la adición de 0.02%, 0.03% y 0.04% de harina de palillo en las etapas de crecimiento y acabado. Se utilizó un diseño completo al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (con 10 pollos por repetición), concluyendo que: los tratamientos con adición de 0.02%, 0.03% y 0.04% de harina de palillo, obtuvieron mayores grados de pigmentación tanto en patas, cuello y cresta y cuerpo de los pollos beneficiados en comparación con el alimento testigo, así mismo, para la ganancia de peso en pollos hembras, machos y total, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, luego, para el consumo de alimento, en la etapa de inicio y crecimiento se observaron diferencias significativas, no observándose diferencias significativas en la etapa de acabado, para el consumo de alimento y agua total, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, seguidamente, la tasa de conversión alimenticia, muestra diferencias significativas, siendo el tratamiento con adición con

0.04% de harina de palillo el que mostró mejor índice de conversión alimenticia, notándose además que todos los tratamientos en estudio obtuvieron índices superiores a 2, y finalmente para la evaluación económica, se observó mejores ganancias económicas en el tratamiento con adición con 0.04% de harina de palillo, siendo las ganancias económicas muy bajas en todos los tratamientos estudiados. (Giulio Santino, 2016)

IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1.- BASES TEÓRICAS:

4.1.1.- NUTRICIÓN ANIMAL

Es la suma de los procesos mediante los cuales un animal ingiere y utiliza todas las sustancias requeridas para su mantenimiento, crecimiento, producción o reproducción; la nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad; comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes, su transporte hacia todas las células del cuerpo, así como la eliminación de elementos no utilizables y productos de desecho del metabolismo; el propósito es proporcionar todos los nutrientes esenciales en las cantidades adecuadas y en las óptimas proporciones. (Maynard, et al., 2009)

4.1.2.- SISTEMA INMUNE DIGESTIVO DE LAS AVES

El concepto del tubo digestivo es un sistema meramente metabólico, que a su vez cumple funciones inmunológicas diferentes a la digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes; en primer lugar, por su tamaño, representa una superficie de interacción muy extensa entre el medio ambiente externo y el ave. Además es el punto de entrada para muchos agentes etiológicos de gran impacto económico en la avicultura tales como: bacterias, virus y parásitos; otras de las funciones del tubo digestivo, además de la hidrólisis de las macromoléculas (carbohidratos, proteínas y grasas), es la absorción de nutrientes que circulan en el lumen intestinal los que posteriormente alcanzan la circulación sistémica; de manera simultánea se realizan funciones endocrinas y defensivas; el objetivo principal de las acciones de defensa en el intestino es evitar la penetración y establecimiento de agentes patógenos; para eficientar esta función protectora, el tubo digestivo se sustenta en mecanismos de defensa, los cuales se denominan: mecanismos de resistencia o innatos y mecanismos específicos. (Gómez V, et al., 2010)

4.1.3.- REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL POLLO

Los requerimientos de nutrientes generalmente disminuyen con la edad del pollo; las dietas están formuladas para suministrar la energía y los nutrientes esenciales para su salud y producción exitosa; los nutrientes básicos requeridos son: agua, proteína cruda, energía, vitaminas y minerales; estos componentes deben actuar en “concierto”, para asegurar un adecuado crecimiento óseo y la formación de músculos. La calidad de los ingredientes, la forma del alimento y la higiene, afectan directamente la contribución de estos nutrientes básicos; si la materia prima y los procesos de molienda están afectados, o si no hay balance en el perfil nutritivo del alimento, se puede disminuir el desempeño. (Coob-Vantress, 2005)

4.1.4.- MORFOLOGÍA DEL APARATO DIGESTIVO DEL AVE

El sistema digestivo de las aves es anatómica y funcionalmente diferente al de otras especies animales. Incluso existen diferencias entre especies de aves, especialmente en tamaño, que en gran parte depende del tipo de alimento que consumen. No presenta dientes se traga entero el alimento y se mezcla con la saliva, el pienso pasa del buche al estómago, donde se mezcla con los jugos gástricos antes de pasar a la molleja; los nutrientes se absorben a medida que el pienso molido pasa por el intestino (Sánchez, et al., 2013)

Las aves que se alimentan de granos tienen un tracto digestivo de mayor tamaño que las carnívoras, y aquellas consumidoras de fibra poseen ciegos más desarrollados. El largo del sistema digestivo, en proporción al cuerpo, es inferior al de los mamíferos (Jaque Puca, 2015).

4.1.5.- FISIOLOGÍA DIGESTIVA DE LAS AVES

Los órganos digestivos de las aves son diferentes al de los mamíferos; no existen labios ni dientes, elementos que son reemplazados por el pico y el estómago muscular o molleja. Presenta una hendidura media larga a manera de paladar que comunica con la cavidad nasal; más caudal a esta se encuentra una hendidura infundibular, más corta, que es un orificio común donde confluyen las trompas auditivas o de Eustaquio. El aparato digestivo se encuentra constituido por orofaringe, esófago, estómago, duodeno, yeyuno, íleon, un par de ciegos y colon. Este último desemboca en la cloaca, que es un segmento final también para el aparato urinario y genital. El hígado y páncreas secretan sus productos al intestino delgado. (Ramos, 2014)

4.1.6.- PARTES QUE FORMAN EL SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE

4.1.6.1.- Orofaringe: Este término se aplica a la cavidad que va desde el pico al esófago, ya que las aves no poseen paladar blando y por tanto no existe división entre cavidad oral y faringe como los mamíferos; el techo de esta cavidad lo conforma el paladar, y el suelo la mandíbula, lengua y la elevación o prominencia laríngea. (Ramos, 2014).

4.1.6.2.- Pico: Cuya base ósea la integran, por un lado, los huesos nasales, maxilar y premaxilar, y por otro, el esqueleto mandibular. Todos estos huesos quedan revestidos por un estuche córneo epidérmico muy duro denominado ranfoteca. (Gil Cano, 2010)

No obstante, en el interior del pico pueden ser encontradas glándulas que secretan saliva que sirve para humedecer los alimentos, permitiendo que estos puedan ser tragados fácilmente. La saliva que se encuentra en el interior del pico contiene enzimas digestivas como amilasa que sirven para iniciar el proceso de digestión de los alimentos, también se encuentra una pequeña cantidad de lipasa; la reacción de la saliva es casi siempre ácida, siendo el promedio del Ph 6,75. (Nava & Dávila, 2010)

4.1.6.3.- Lengua: Se adapta a la forma del pico, y puede ir provista de papilas filiformes, estas papilas, junto con las laminillas córneas del pico actúan como barrera para el filtrado del alimento. (Gil Cano, 2010).

Es estrecha y puntiaguda, está suspendida del hioides, formando con él un conjunto móvil; los músculos linguales propiamente dichos, que constituyen la base del órgano de referencia, son rudimentarios, de ahí que su movilidad sea escasa. La actividad funcional de la lengua consiste en la aprehensión, selección y deglución de los alimentos. (Nava & Dávila, 2010).

4.1.6.4.- Esófago: Es un tubo flexible que conecta el pico con el resto del tracto digestivo del ave. Se encarga de llevar el alimento de la boca al buche y del buche al proventrículo, es algo amplio y dilatado, sirviendo así para acomodar los voluminosos alimentos sin masticar. (Ramos, 2014)

4.1.6.5.- Buche: El buche es un ensanchamiento estructural que cumplen distintas funciones, pero fundamentalmente dos: almacenamiento de alimento para el remojo, humectación, maceración y regulación de la repleción gástrica. Además, colabora al reblandecimiento e inhibición del alimento junto a la saliva y secreción esofágica, gracias a la secreción de moco. En el buche no se absorben sustancias tan simples como agua, cloruro de sódico y glucosa; la reacción del contenido del buche es siempre ácida, la reacción promedia es, aproximadamente de un pH 5; en cuanto a la duración promedio del

tiempo que tiene el alimento en el buche es de dos horas. La actividad motora del buche está controlado por el sistema nervioso autónomo y presenta dos tipos de movimientos: contracciones del hambre con carácter peristáltico y vaciamiento del buche gobernado reflejamente por impulsos provenientes del estómago fundamentalmente. (Ramos, 2014)

4.1.6.6.- Estómago: El estómago glandular también denominado proventrículo, es un órgano ovoide, constituye en gran manera un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche y que se dirigen hacia la molleja; está recubierto externamente por el peritoneo, le sigue la túnica muscular, compuesta de una capa externa, muy fina, de fibras longitudinales y de otra interna, de fibras circulares; la mucosa del estómago glandular contiene glándulas bien desarrolladas, que segregan HCl (ácido clorhídrico) y pepsina; la formación de pepsina y del HCl depende de la influencia del sistema nervioso parasimpático (Nava & Dávila, 2010).

4.1.6.7.- Molleja: Llamado también estómago muscular o ventrículo, usualmente se le conoce como el estómago mecánico, pues está compuesto por un par de músculos fuertes con una membrana protectora que actúan como si fuesen los dientes del ave. El alimento consumido por el ave y los jugos digestivos provenientes de las glándulas salivales y el proventrículo pasan a la molleja donde todo será molido y mezclado, su función principal consiste en el aplastamiento y pulverización de granos, cedidos por el buche y su eficacia se incrementa por la presencia en su interior de pequeñas piedritas (grif) que ingiere el animal y que pueden ser considerados como sustitutivos de los dientes; presenta un Ph de 4.06, por lo que tiene una reacción ácida. (Jaque Puca, 2015)

El alimento contenido en la molleja tiene aproximadamente un 50% de agua, los datos de que se dispone sugieren que poca o ninguna digestión se produce en la molleja por la pepsina o por cualquier otra enzima, así, aunque la molleja no secreta enzimas, la digestión continúa como resultado de las secreciones del proventrículo. (Mack, 1986)

4.1.6.8.-Hígado: Es la glándula más grande del sistema digestivo de las aves, almacena azúcares y grasas, segrega fluido biliar indispensable en la digestión de grasas, actúa en las síntesis de proteínas y excreta desechos de la sangre. El hígado emulsifica los lípidos con el fin de facilitar su degradación por la lipasa, también tiene la función de almacenar una significativa cantidad de vitaminas y posee la capacidad de transformar el caroteno en vitamina A. (Sturkie, 1981).

4.1.6.9.-Páncreas: Aporta enzimas digestivas al intestino delgado; las enzimas pancreáticas son la amilasa, procarboxypeptidasa, chymotrypsinógeno y trypsinógeno, también descarga ribonucleasas y deoxyribonucleasas al intestino delgado; a su vez,

sintetiza insulina, una hormona endocrina que es esencial en la regulación de los niveles de glucosa en la sangre del animal o glucemia. (Mack, 1986)

4.1.6.10.- Intestino delgado: El intestino delgado se extiende desde la molleja al origen de los ciegos, es el sitio principal de la digestión química, ya que involucra enzimas de origen pancreático e intestinal como: aminopeptidasa, amilasa, maltasa, e invertasa. (Cuca, et al., 1996)

También secreta hormonas que están involucradas principalmente en la regulación de las acciones gástricas e intestinales; realiza tres funciones: la primera es recibir el jugo gástrico que contiene enzimas, éstas enzimas completan la digestión final de las proteínas y convierten los carbohidratos en compuestos mas sencillos como monosacáridos en el duodeno; la segunda función es absorber el alimento digerido y pasarlo al torrente circulatorio y la tercera realiza una función peristáltica que empuja el material no digerido hacia los ciegos y al recto. (Cuca, et al., 1996)

Se subdivide en duodeno, yeyuno e íleon:

- **Duodeno:** Es el principal sitio de la digestión y absorción de nutrientes y depende de las secreciones gástricas, pancreáticas y biliares. (Sturkie, 1981). Recibe las enzimas digestivas y bicarbonato del páncreas y bilis del hígado para contrarrestar el efecto del ácido hidrocórico proveniente del proventrículo; la reacción del contenido es ácida, presentando un pH de 6,31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción. (Ramos, 2014)
- **Yeyuno:** Empieza donde una de las ramas de la U del duodeno, consta de unas diez asas pequeñas y suspendidas de una parte del mesenterio, presenta un pH de 7,04 con una longitud de 85 a 120 cm, termina en el divertículo de Meckel (marca el final del yeyuno y el inicio del íleon), el cual es el vestigio del tallo del saco vitelino y funciona como órgano linfoide (Choct, et al., 2014).
- **Íleon:** Su Ph fluctúa entre 6,8 y 7,6; va desde el divertículo de Meckel al inicio de los ciegos, lateralmente lo acompañan los dos ciegos y están unidos por los ligamentos iliocecales, su longitud es de 13 a 18 cm; en el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza el intestino grueso. (Choct, et al., 2014).

4.1.6.11.- Ceca: Se compone de dos bolsas ciegas donde el intestino delgado y grueso se unen, algunos restos de agua contenidos en el alimento digerido son reabsorbidos en este punto; otra función importante de la ceca es la fermentación de los restos de alimento que aún no han terminado de ser digeridos. Durante el proceso de fermentación, la ceca

produce ácidos grasos y las ocho vitaminas B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, ácido fólico y vitamina B12. (Farner & King, 1972)

4.1.6.12.- Intestino grueso: o colon, tiene poca acción digestiva y es relativamente corto, su función principal es de almacen de residuos de la digestión, donde se recupera el agua remanente que estos contienen para ser aprovechada de nuevo. (Cuca, et al., 1996).

El intestino grueso, se subdivide en tres porciones, ciego, recto y cloaca; el ciego se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden hacia el hígado, el pH del ciego derecho es de 7.08; mientras que el pH del ciego izquierdo es de 7.12; Su función del recto es la de acumular las heces, la longitud es de 8 a 12 cm incluyendo la cloaca (Choct, et al., 2014).

En la cloaca, los residuos de la digestión se mezclan con los residuos del sistema urinario (urea); las aves generalmente expulsan la materia fecal proveniente del sistema digestivo junto con los cristales de ácido úrico resultantes del proceso del sistema excretor, como las aves no orinan, expulsan los desechos de ácido úrico en forma de una pasta blancuzca y cremosa. (Elizabeth, 2015)

Fisiológicamente la cloaca se divide en tres compartimentos:

- a. **Coprodeo:** Compartimento más craneal donde termina el recto, es encargado de recibir el excremento del intestino.
- b. **Urodeo:** compartimento medio, recibe las descargas de los riñones.
- c. **Proctodeo:** compartimento caudal, es la más grande y muscular y gracias a una contracción de esta región, se expulsan los excrementos del ave. Dorsalmente presenta la bolsa de Fabricio, pequeño saco impar de naturaleza linforreticular, situado retroperitonealmente, cuya función principal es la síntesis de linfocitos para la defensa del organismo; se atrofia cuando el ave alcanza la madurez sexual.

4.1.7.- DESPLAZAMIENTO DE LA INGESTA Y PH DENTRO DEL TUBO DIGESTIVO

En ayuno el alimento recorre el sistema digestivo en tres horas; en condiciones normales, la mitad de la ingesta normalmente pasa en 12 horas y prácticamente el material se elimina en 24 horas. Para que los nutrientes puedan ser absorbidos, tienen que ser dirigidos en el proventriculo, molleja e intestino delgado. (Ceniceros R, 1997)

Existen tres movimientos fisiológicos antiperistálticos:

- Un reflujo del alimento de la molleja hacia el proventrículo y buche.
- El contenido duodenal puede retornar hacia la molleja.

- El contenido del colon se mueve en un peristaltismo regresivo hacia los ciegos.

En las aves, la ingesta puede tener un doble sentido de tránsito entre el proventrículo, molleja y duodeno; normalmente no pasa hacia el resto del tubo digestivo hasta que la ingesta es reducida a una sustancia cremosa y se alcanza el pH adecuado (Sturkie, 1981).

Las alteraciones en el pH o una reducción en la absorción neta del agua, son factores que ocasionan un rápido pasaje de la ingesta que, como consecuencia, afectará la posterior digestión y absorción (Mack, 1986). El intestino recibe el contenido gástrico proveniente de la molleja con un Ph de 3.5 a 4.5 y debe ajustarse a un Ph de 6 a 7 para que las enzimas actúen eficientemente (Sturkie, 1981). Otros químicos son secretados para alterar la acidez o alcalinidad del aparato digestivo, de tal forma que las reacciones puedan efectuarse; las bacterias también pueden representar un papel importante, en conjunto, el proceso digestivo es rápido, continuo y constante (Mack, 1986).

4.1.8.- DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

La digestión se refiere a los cambios que ocurre en el alimento para que éste sea absorbido por la pared intestinal y penetre en la corriente sanguínea del pollo. Estos cambios son favorecidos por las enzimas que actúan de forma muy específica en cada una de las especies animales. (Antillón & López, 1987)

Los nutrientes ya digeridos pasan a la corriente sanguínea a través de la pared intestinal; el proceso de absorción es selectivo y está relacionado con la naturaleza química de los alimentos digeridos, así como la cantidad de las sustancias presentes. Los azúcares simples como la glucosa, son absorbidos en una proporción mayor que la fructosa, los azúcares, aminoácidos y minerales digeridos se absorben a través de los capilares en la pared intestinal de igual manera que ocurre con los ácidos grasos libres y monoacilglicerol (Cuca, et al., 1996).

4.1.9.- METABOLISMO Y EXCRECIÓN

Metabolismo es un término usado para denotar aquellos cambios químicos efectuados en los componentes de un alimento que se presentan posteriormente a la digestión y absorción; incluye todos los procesos químicos que ocurren dentro del organismo, tales como el suministro de energía para producir calor, actividad muscular y crecimiento; una vez que se han producido aminoácidos, glucosa y ácidos grasos libres son absorbidos y están listos para el proceso metabólico. (Mack, 1986)

Los productos de la digestión son empleados por ejemplo en las síntesis de tejidos o como reserva de energía en forma de grasa, las proteínas entran al sistema circulatorio como aminoácidos y son transportados a los diferentes tejidos, mientras que aquellas que no han sido empleadas son excretadas vía renal en forma de ácido úrico y otros productos. Los carbohidratos entran al sistema circulatorio principalmente como glucosa y a escala celular se utilizan como energía. (Mack, 1986)

Todos los procesos nutritivos importantes son regulados por secreciones hormonales en el cuerpo del animal; las hormonas tienen un marcado efecto regulador de muchos aspectos del metabolismo, por ejemplo, la insulina, que es una hormona secretada por el páncreas, controla el nivel de la glucosa en la sangre y así facilita su penetración a las células; los productos finales del metabolismo de las aves son principalmente agua, CO₂, ácido úrico y los minerales; el agua es excretada a través de la piel, los pulmones y los riñones, debido a que los pollos no tienen glándulas sudoríparas, se pierde muy poca agua por la piel. (Mack, 1986).

4.1.10.- IMPORTANCIA DEL TRACTO GASTROINTESTINAL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

El tracto gastrointestinal realiza dos funciones básicas: adquisición y asimilación de nutrimentos y el mantenimiento de una barrera protectora contra las infecciones microbianas y virales; son muchos los factores que pueden influenciar el desempeño del tracto gastrointestinal, como su salud, los estímulos inmunitarios, el medio ambiente, la nutrición, el tipo y la calidad de los ingredientes de la ración, las toxinas, el equilibrio de la microflora, las secreciones endógenas, la motilidad, los aditivos, etc. (Dukes, 2010)

4.1.11.- ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL TRACTO DIGESTIVO.

El tracto digestivo está abierto al ambiente externo y potencialmente expuesto a organismos y agentes tóxicos que son introducidos durante la ingesta, a lo largo del tracto; las células epiteliales forman una superficie semipermeable que permite selectivamente el paso de fluidos, electrolitos y nutrientes disueltos; prescindiendo de sus funciones especializadas, cada célula epitelial en el tracto digestivo es parte de una barrera física continua que protege contra la entrada de materiales y organismos extraños hacia el torrente sanguíneo y otros órganos, la integridad de esta barrera protectora se rompe cuando algún organismo o agente tóxico daña las células epiteliales. (Carcelén, et al., 2008)

En el intestino aviar, las vellosidades existen a todo lo largo del intestino delgado y grueso, disminuyendo de tamaño continuamente, la superficie de cada vellosidad está aumentada por muchas microvellosidades para facilitar la absorción, cada vellosidad está forrada con células epiteliales (enterocitos) que están diferenciadas de acuerdo a su localización en la vellosidad para absorber fluidos y nutrientes, secretar electrolitos y fluidos, regenerar y reemplazar células dañadas o aquellas que se hayan perdido. (Carcelén, et al., 2008)

El moco es un material viscoso compuesto por agua y glicoproteínas, protege a las células mucosas en el estómago e intestino del autodigestión causada por el ácido gástrico, pepsina y otras enzimas digestivas; el efecto protector del moco se evidencia por el incremento en la secreción en la superficie mucosa y en la hipertrofia de las células caliciformes en respuesta a estímulos nocivos, el moco es una de las barreras contra la invasión de bacterias y hongos. (Lede, 2010).

4.1.12.- MECANISMO DE DEFENSA DEL APARATO DIGESTIVO.

El tracto gastrointestinal del ave proporciona una amplia superficie en la que ocurre el contacto directo entre el huésped animal y una amplia variedad de sustancias ingeridas, incluyendo microorganismos patógenos y toxinas exógenas. El intestino permite la absorción de nutrientes esenciales, como los aminoácidos, fuentes de energía, vitaminas, minerales, desde el intestino y el sistema circulatorio, previniendo al mismo tiempo la penetración de agentes patógenos. (Elizabeth, 2015)

Cada segmento del tracto gastrointestinal tiene características únicas con respecto a su forma y su función, sus niveles de pH (grado de acidez) también son variables por lo que cada segmento alberga diferentes tipos de bacterias; la parte anterior o proximal del tracto gastrointestinal tiene un pH más bajo en el cual viven mejor los lactobacilos, coliformes y *Streptococcus* spp; en la porción distal, donde la acidez es menor, existen varios tipos de *Clostridium* y otros microorganismos. (Pino & Dihigo, 2010)

Existe una idea equivocada de que todas las especies de *Clostridium* son nocivas, pero algunas que viven en el ciego son completamente inofensivas y desempeñan un papel importante para mantener el balance adecuado de la microflora; sin embargo, las cepas patógenas de *Clostridium* pueden causar inflamación de la pared intestinal produciendo clostridiosis, que puede conducir a enteritis necrótica, uno de los principales desafíos a que se enfrentan los pollos. (Pino & Dihigo, 2010).

Cuando existe presencia de inflamación ya sea por alimento de mala calidad o por coccidiosis los nutrimentos no se absorben en la porción anterior del intestino, por lo que

llegan hasta secciones distales de este órgano donde son digeridos por bacterias anaerobias, que no siempre son de los tipos habituales, esta situación produce el crecimiento exagerado de dichos tipos de bacterias, causando un desbalance de la microflora natural. (Schoeller, 2016).

4.1.13.- DEFINICIÓN DE LA “CÚRCUMA”

Es una especie obtenida de los rizomas de *Cúrcuma Longa*, un miembro de la familia del kión (*Zingiberaceae*), los rizomas son tallos horizontales subterráneos que envían tanto raíces hacia abajo como brotes hacia arriba. Se cultiva en la India y otras partes del sudeste Asia, Se le conoce también como yuquilla (Cuba), turmérico, jengibrillo (Puerto Rico), palillo cholón, palillo chuncho o guisador (Perú) (Díaz Ortega , 2014).

Es una especia aromática conocida mundialmente, que es utilizada en la gastronomía asiática para dar un toque de color y sabor picante a los platos, considerada como una planta mágica dadas sus características organolépticas y sus indudables propiedades terapéuticas y protectoras. Los compuestos fotoquímicos presentes en su rizoma anaranjado característico, los curcuminoides, le confieren a esta planta importantes propiedades medicinales (Saiz de Cos , 2014).

4.1.14.- UBICACIÓN TAXONÓMICA

Nombre científico: *cúrcuma longa linn*

Sinónimos: yuquilla (amarilla), turmérico, jengibrillo, Azafrán cimarrón

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Zingiberidae*

Orden: *Zingiberales*

Familia botánica: *zingiberaceae*.

Género: *Cúrcuma*

Origen: Asia Tropical

(Quipuscoa Silvestre, 2009)

4.1.15.- ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La *Curcuma longa* L. es una planta originaria en Sur de Asia y de las Indias Orientales, la cual es usada comúnmente como una especia en dicha cultura, donde está considerada como una planta mágica dadas sus características organolépticas y sus indudables

propiedades terapéuticas y protectoras, sobre todo a nivel hepático y cutáneo; se cultiva principalmente en China, India, Indonesia, Jamaica y Perú (Alvis, et al., 2012)

Actualmente, se cultiva de forma extensa en Asia Tropical y en algunas zonas de África; además, se ha visto su expansión a Latinoamérica, en el Perú crece de forma semisilvestre en la selva alta y baja. Esta planta se desarrolla en un clima tropical cálido y húmedo con altas precipitaciones anuales de 1500-2000 L/m² y a temperaturas de 18-30 °C. (Lajo Flores, 2018)

4.1.16.- HISTORIA

Esta especie se cultivaba en la antigua India; una de las primeras referencias, es que era utilizada como remedio para la ictericia y como tratamiento para la lepra; en India, los indígenas la utilizaban en los ritos de fertilidad y se incorporó en las ceremonias hindúes.

La cúrcuma se asoció con la fertilidad de la tierra y la fertilidad de la gente que la habita, asumiendo rápidamente un papel importante en las tradiciones hindúes ya que se le atribuyeron cualidades mágicas. (Wexler, 2000)

Hay incluso ceremonias post-nupciales en las que se utiliza la cúrcuma, los novios la aplican sobre sus cuerpos para asegurar buena fortuna, prosperidad y fertilidad. El ritual del uso cosmético de la cúrcuma persistió en la India hasta la mitad del siglo XX donde se utilizó ampliamente como colorante amarillo para la ropa, se trataba de una práctica popular porque el color amarillo era el favorito utilizado por Lord Krishna y el santo, sabio y reformador social Narayana Guru. (Wexler, 2000)

Los historiadores creen que, por su color amarillo brillante, la cúrcuma se asocia con el sol y con la adoración al sol; los primeros informes sobre el cultivo de cúrcuma proceden de la civilización Harappan (Pakistán, en la actualidad) 3000 a.c. Las técnicas para cultivar, recolectar y procesar la cúrcuma son similares de una región a otra y no han cambiado en demasía con el tiempo. (Wexler, 2000)

4.1.17.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Cúrcuma longa crece en los suelos arcillosos de zonas lluviosas y de temperaturas cálidas húmedas de entre 20 - 30°C, la planta necesita de luz para crecer y puede alcanzar la altura de 1 metro, sus hojas son largas y rectangulares y sus flores son largas espigas blancas; no existe formación de semillas y por tanto la planta se produce vegetativamente a partir del rizoma; se recolecta cuando sus hojas comienzan a amarillear, normalmente después de 6-7 meses de haberla plantado (Oñate & Romero, 2016)

La raíz, tiene cada 3 ó 4 cm bandas circulares, hojas largamente pecioladas, ovales, lanceoladas y elípticas, agudas, con la base estrecha y termina en punta, glabras en ambas superficies, en número de 5-10 por tallo; el vástago floral es una espiga densa, de 10-15 cm de largo y unos 5cm de diámetro, flores blancas o amarillo-pálidas, corola infundibuliforme con 3 lóbulos, con sus estambres; estaminoides laterales más o menos connandos; anteras sésiles, conectivo largo, ovario trilocular, multiovular, estilo filiforme, fruto capsular (la planta rara vez fructifica). (Mejia & Rengifo , 2000)

4.1.18.- PARTES UTILIZADAS

Es el rizoma de color anaranjado el que tiene el total protagonismo de la planta en cuanto a sus usos en el mercado o la industria; la cúrcuma es y ha sido utilizada en gastronomía e industria alimentaria, en medicina, cosmética natural y ritos espirituales. (Saiz de Cos , 2014).

Igualmente se utiliza la oleorresina, un colorante que se obtiene por extracción alcohólica (acetona, diclorometano, 1,2-dicloroetano, metanol, etanol, isopropanol y hexanos) de lípidos y aceite de los rizomas secos y molidos de la cúrcuma. (Saiz de Cos , 2014)

4.1.19.- COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las propiedades medicinales de la cúrcuma son ricas en almidón (40–55%), se le atribuyen a la bioactividad de los componentes producidos en las rutas del metabolismo secundario: compuestos fenólicos y aceites volátiles. Los compuestos fenólicos que presenta, en concreto polifenoles, son del grupo de los curcuminoides, derivados diarilmetálicos responsables del color amarilloanaranjado de la cúrcuma. Los curcuminoides comprenden el 2-9% de la planta, siendo los mayoritarios y más usados comercialmente el diferuloilmetano (curcumina I) con una proporción en la planta del 77%, demetoxicurcumina (curcumina II) en proporción de 17%, bisdemetoxicurcumina (curcumina III) en un 3%, y la recientemente descubierta ciclocurcumina. El curcuminóide más importante es la curcumina, que se obtuvo por primera vez por síntesis en el laboratorio de S. Kostanecki en Berna en 1913 (Saiz de Cos , 2014).

La curcumina, de composición química $C_{21}H_{20}O_6$, es un estilbenoide, un diarilheptanoide derivado de la ruta de Shikimato /Acetato-malonato. Se trata de un polvo cristalino insoluble en agua, pero soluble en etanol y ácido acético. (Saiz de Cos , 2014)

La curcumina (diferuloilmetano) es la sustancia causante del color amarillo característico de los rizomas de esta planta, y es uno de los ingredientes activos responsable de su

actividad biológica. La síntesis de este compuesto es conocida y su estructura fue determinada en 1910 (Mesa, et al., 2000).

La curcumina deriva de la demetoxicurcumina a través de una reacción enzimática mediada por la enzima O-metiltransferasa (OMT), que deriva a su vez de la bisdemetoxicurcumina a partir de una hidrolasa. El rizoma de la cúrcuma presenta también aceites volátiles en un máximo de 5%. Son estos compuestos terpenoides los que le dan el aroma característico a este rizoma. Presenta una amplia variedad de sesquiterpenos cetónicos característicos de la especie, como son la artumerona (máximo de 25%), 1.8-cineol, α -pineno, α -terpineol, los isómeros α -turmerona (atlantona) y β -turmerona (curlona) (máximo de 30%), β -pineno y zingibereno (máximo de 25%). También contiene cariofileno, curcumerol, α -curcumeno, borneol, bisaboleno y β -sesquifelandrenendreno. Estos sesquiterpenoides son unas potentes moléculas antioxidantes, detrás de los curcuminoides. (Saiz de Cos, 2014)

La ar-turmerona es la sustancia responsable de la actividad alelopática de la cúrcuma. El zingibereno es un sesquiterpenoide bisabolano, un lípido formado a partir del trans-farnesil difosfato por la zingibereno sintasa (ZIS). (Saiz de Cos, 2014)

Los componentes químicos más importantes de la cúrcuma son un grupo de compuestos llamados curcuminoides, siendo el principal la curcumina, que constituye 3,14% de la cúrcuma en polvo, y el 4.99% en cúrcuma fresca (Botanica_online, 2016).

CUADRO N° 1: COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÚRCUMA

COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÚRCUMA		
Curcuminoides	Aceites volátiles	Otros componentes
Curcumina	Turmerona	Almidones(glucosa)
		Antraquinonas
Demetoxicurcumina	Atlantona	Monoterpenos
		Esteroides
Bisdemetoxicurcumina	Zingibereno	Ácidos orgánicos
		Fenoles

Fuente: (Oñate & Romero, 2016)

4.1.20.- VALOR Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

Los rizomas de cúrcuma longa contienen cuando están secos un 6.3% de proteínas, 5.1% de grasas y ceras del 70% de hidratos de carbono. Los pigmentos no aparecen si no cuando la planta madura y se seca. (Cabieses, 1993)

La cúrcuma es una planta poco calórica, baja en grasas y fundamentalmente compuesta por carbohidratos. Presenta una alta proporción de minerales como el potasio, el fósforo y el magnesio, y es una buena fuente de vitaminas C y E (Saiz de Cos , 2014).

CUADRO N° 2: COMPOSICIÓN NUTRICIONAL POR 100G Y 3G DE CÚRCUMA QUE EQUIVALEN A UNA RACIÓN POR PERSONA.

NUTRIENTES	UNIDAD	VALOR POR 100g	VALOR POR 3g
Agua	g	12.85	0.39
Energía	Kcal	312	9
Proteínas	g	9.68	0.29
Grasa	g	3.25	0.10
Carbohidratos	g	67.14	2.01
Fibra dietética	g	22.7	0.7
Azúcar	g	3.21	0.10
MINERALES			
Calcio	Mg	168	5
Hierro	Mg	55.00	1.65
Fosforo	Mg	299	9
Potasio	Mg	2080	62
Sodio	Mg	27	1
VITAMINAS			
Vitamina c	Mg	0.7	0.0
Tiamina	Mg	0.058	0.002
Riboflavina	Mg	0.150	0.004
vitamina e	Mg	4.43	0.13
vitamina k	Mg	13.4	0.4

LÍPIDOS			
Ácidos grasos Saturados	g	1.838	0.055
Ácidos grasos Monoinsaturados	g	0.449	0.013
Ácidos grasos Poliinsaturados	g	0.756	0.023
Ácidos grasos Trans	g	0.056	0.002

Fuente: (National Nutrient Database for Standard Reference)

La *cúrcuma longa* (en polvo) está incluida en la lista de aditivos seguros y comestibles por la FDA (food and Drug Administration). La cual debe cumplir con los siguientes parámetros de exportación; humedad de 9.5%, calcio no más del 1.3%, cenizas totales hasta el 6% y almidón que no exceda del 45%. (Oñate & Romero, 2016)

4.1.21.- CURCUMINA

El principio activo de la cúrcuma es el polifenol curcumina responsable de su color amarillo, también conocido como C.I. 75300, o amarillo natural 3. En la Unión Europea es un aditivo alimentario autorizado con el código E-100. El nombre sistemático es *(1E, 6E)-1,7-bis (4-hidroxy-3-metoxifenil)-1,6-heptadiene-3,5-dione*. Existen al menos dos formas de la curcumina, ambas taútomeras que significa partes iguales: la ceto y la enol, la ceto se encuentra en forma sólida y la enol como un líquido.

Esta sustancia es estable en el estómago y en el intestino delgado; su elevada lipofilia (tendencia a absorber grasa) le permite una rápida absorción gastrointestinal por difusión pasiva. Tras su administración, es metabolizada y excretada principalmente por bilis y heces, y en menor cantidad por orina.

Dado los problemas de absorción la curcumina y sus metabolitos no se detectan en el plasma sanguíneo en dosis menores de 3,6 gramos por día, pero hay evidencia que se acumula en el colon (Barrio, 2012)

4.1.22.- ESTABILIDAD DE LA CURCUMINA

- a. Efecto del pH:** La curcumina es estable a pH ácidos pero inestables a pH básicos y neutros. Variando el pH de la curcumina, existe de formas diferentes, teniendo un tono amarillo brillante a pH 2,5 a 7 y un tono rojo a pH > 7.

La cúrcumina en un medio acuoso ha demostrado ser más estable a valores de pH altos (> 11,7), básicos. En lo que concierne al efecto de la temperatura, la curcumina es estable a temperaturas bajas y moderadas (<80-100 °C), pudiendo manejarse sin ningún problema a temperatura ambiente, se descompone a altas temperaturas, pero es prácticamente insoluble en agua. (Aggarwal , et al., 2017)

- b. Degradación:** La curcumina posee grupos cromóforos, por lo tanto, es fotosensible, siendo este el principal método de degradación molecular, el cual se produce muy independiente de entorno químico y tiene lugar incluso en estado sólido; sin embargo, la composición, la cinética y la abundancia relativa de los productos de degradación difieren, dependiendo del estado físico del compuesto y las condiciones de la degradación. (Sanz , et al., 2015)

En la curcumina, la degradación química se produce por oxidación mediante peróxidos, radicales libres, e iones oxígenos (las llamadas especies reactivas del oxígeno). También puede degradarse mediante ataques de NO, radicales di nitrógeno, t-butil hidroperóxido, etc. Demostrando que los productos de degradación son bioactivos y contribuyen a los efectos farmacológicos de la curcumina (Sanz , et al., 2015).

- c. Actividad biológica:** La curcumina presenta un importante potencial terapéutico, debido a la diversidad de moléculas diana sobre las que puede actuar en diferentes patologías. La curcumina presenta diferente actividad biológica dependiendo del nivel estructural en el que nos centremos; puede actuar directamente y modular la actividad de moléculas diana, o puede actuar indirectamente para regular determinadas funciones. Se han encontrado más de treinta proteínas diferentes que interactúan directamente con la curcumina, incluyendo ADN polimerasa, quinasa de adhesión focal (FAK), tiorredoxina (TRX) reductasa, proteína quinasa (PK) C, lipoxigenasa (LOX), tubulina, el factor nuclear-kappa B (NF-κB) y la actina. También se ha demostrado que la curcumina puede unirse a ciertos iones metálicos divalentes tales como Fe, Cu, Mn y Zn formando complejos con alto potencial farmacológico (Sanz , et al., 2015).

Actividades biológicas de la curcumina: Enfermedades neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson), enfermedades cardiovasculares, cardiotoxicidad, cicatrización, cáncer, enfermedad intestinal inflamatoria, alergia, bronquitis, artritis, asma, diabetes, esclerodermia, psoriasis, esclerosis múltiple, enfermedades metabólicas, cataratas, isquemia renal, colitis, nefrotoxicidad, SIDA, cálculo biliar, fibrosis pulmonar, traumatismo craneo-encefálico, epilepsia. (FUENTE: Curcumin and curcuminoids: Chemistry, structural studies and biological properties. ResearchGate (Sanz , et al., 2015).

4.1.23.- FUNCIÓN

La efectividad de *Cúrcuma longa* es achacable en gran parte a la presencia de curcuminoides. La curcumina (diferuloilmetano) es el más presente, seguida por la demetoxicurcumina y la bisdemetoxicurcumina. También forman parte de los componentes activos aceites esenciales (turmerona aromática) y el metabolito de la curcumina tetrahidrocurcuminoide (THC). Los curcuminoides son polifenoles liposolubles, y la curcumina, sobre todo, tiene muchas propiedades fisiológicas.

Es evidente que es preferible emplear compuestos de alta calidad con gran capacidad de absorción, ya que se puede lograr un efecto clínico óptimo (incluso a bajas dosis); así se ha demostrado que los curcuminoides:

- Aumentan la producción de bilis
- Estimulan la secreción de bilis al intestino
- Protegen el hígado (hepatoprotectores) y ayudan a que realice su función
- Aumentan el contenido de glutatión en el hígado
- Estimulan la actividad del glutatión s-transferasa en el hígado
- Estimulan la desintoxicación de sustancias tóxicas
- Inhiben la agregación plaquetaria
- Poseen propiedades antibióticas
- Reducen el nivel de colesterol
- Poseen propiedades antioxidantes
- Tienen un efecto catabólico y metabólico en la absorción de grasas
- Tienen propiedades antiinflamatorias
- Ejercen una acción fungicida, entre otros, contra *Candida albicans*.

Sus propiedades antiinflamatorias despiertan especial interés para el tratamiento de la artritis reumatoide. Otros efectos interesantes son la inhibición de la agregación plaquetaria y la reducción del nivel de colesterol (aplicación en patologías cardiovasculares), sus propiedades hepatoprotectoras (aplicación para desintoxicaciones), coleréticas y colagogas (aplicación en trastornos de la bilis y estreñimiento) y antibacterianas y fungicidas. Las indicaciones más mencionadas son colelitiasis, colecistitis, daños en el parénquima hepático, ictericia e inflamaciones de la vesícula y vías biliares (Joe, et al., 2004).

La cúrcuma aumenta los niveles de glutatión, que es una sustancia que aparte de ser antioxidante ayuda a desintoxicar y a limpiar nuestro hígado, además ayuda a que el hígado fabrique bilis, y a que la vesícula biliar descienda esa bilis en el intestino, mejorando así la digestión de la grasa y por otra parte ayuda a limpiar el hígado. (Joe, et al., 2004).

4.1.24.- REACCIONES ADVERSAS

- ✓ En personas con trastornos de la coagulación puede aumentar el riesgo de sangrado, por lo que debe evitarse su empleo.
- ✓ En animales de experimentación la curcumina suele aumentar las pruebas de función hepática, pero en humanos la cúrcuma no tiene efecto sobre estas.
- ✓ La curcumina puede causar contracción de la vesícula biliar, por lo que podría ser poco recomendable en pacientes con cálculos biliares activos.
- ✓ La cúrcuma puede debilitar el sistema inmunológico y por tanto se debe usar con precaución en pacientes con deficiencias en el sistema inmunológico. (Netsaluti, 2007)

4.1.25.- INTERACCIONES CON FÁRMACOS

En animales de laboratorio, la cúrcuma inhibe las plaquetas en sangre y aumenta el riesgo de sangrado causado por fármacos anticoagulantes, por lo que no debe usarse junto con anticoagulantes orales, heparina y anti agregantes plaquetarios, como clopidogrel o aspirina, en bajas dosis. (Laffita O & Castillo A, 2011)

4.1.26.- PRECAUCIONES Y TOXICIDAD

La cúrcuma ha demostrado ser segura, después de ingerir grandes cantidades de cúrcuma o extractos de cúrcuma, en diferentes experimentos con animales; aunque se han encontrado que algunas especies son susceptibles a la hepatotoxicidad. Esto ha planteado la hipótesis

de que es causada por diferencias en el metabolismo entre especies diferentes. Una diferencia en el metabolismo de la curcumina entre humanos y ratas, los seres humanos son capaces de tolerar altas dosis de curcumina sin efectos significativos. (Chainani W, 2003)

4.1.27.- CONTRAINDICACIONES

Aunque la cúrcuma no resulta ser genotóxica en niveles superiores, debe evitarse su uso en personas con predisposición a enfermedades genéticas. Historicamente se ha considerado que esta planta es segura durante el embarazo y la lactancia (alimento) y, en estudios preclínicos, no ha causado desarrollo anormal al feto, pero se ha descubierto que estimula el útero y el flujo menstrual, por lo que se debe evitar en el embarazo. (Laffita O & Castillo A, 2011)

En dosis altas de cúrcuma podrían aumentar el riesgo de tener úlceras, estimula la vesícula biliar y también señala que existen algunos indicios de que los extractos de cúrcuma pueden dañar al hígado cuando se toman en dosis altas o por un periodo prolongado. (EBSCO, 2003)

El colorante de la cúrcuma se absorbe relativamente poco en el intestino, y aquel que es absorbido se elimina rápidamente por vía biliar, tiene una toxicidad muy pequeña; la especia completa es capaz de inducir ciertos efectos de tipo teratogénico en algunos experimentos. La dosis diaria admisible para la OMS es, provisionalmente, de hasta 0.1 mg/kg de colorante, y 0.3 mg/kg de oleorresina. (FAO/OMS, 1987)

4.1.28.- EFECTOS DE LA CÚRCUMA

Esta planta, es utilizada tradicionalmente por sus efectos antiinflamatorios, antiulcerosos, antiespasmódicos, estimulantes de la lactancia y detoxificante, ha llamado la atención de distintos investigadores, por lo cual se han realizado varios estudios farmacotoxicológicos del palillo, reconociendo que esta planta contiene flavonoides, polifenoles, glucósidos, taninos, triterpenos y otros compuestos con marcada acción antioxidante, efectos antiinflamatorios e inmunomodulador (Singh, et al., 2010).

Los polifenoles tienen propiedades captadoras de radicales libres (son tóxicas para las células), lo que les confiere actividad antioxidante. Los sistemas neutralizadores de los radicales libres utilizan varios mecanismos como son las vitaminas (E y C), las enzimas (superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, etc.) y otros captadores de radicales no-vitaminicos de la dieta entre los que destacan los polifenoles. (Tomás-Barberán, 2003).

Los flavonoides protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos; contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. (Martínez, et al., 2002)

La cúrcuma posee un efecto positivo en el tracto digestivo sobre todo en las cuencas de las microvellosidades presentes en el duodeno generando una mejor absorción de los nutrientes ya que posee en su estructura química polifenoles y flavonoides. (Rodrigo Choque, 2008). Dado sus componentes se le han atribuido múltiples efectos y usos medicinales; entre estos, se ha utilizado para dar solución a los trastornos gastrointestinales. Se demostró que la curcumina actúa a través de factor nuclear (NF) y reduce la producción de moléculas de adhesión y citocinas inflamatorias, resultando en la mejora de la lesión gástrica en gastropatía inducida por antiinflamatorios no esteroideos en ratas. (Thong, et al., 2012)

También mejoró el daño de la mucosa gástrica, disminuyendo la adherencia de leucocitos y la producción del factor de necrosis tumoral-alfa (TNF- α) después de la administración de curcumina. Otros autores administraron extracto de *Curcuma longa* L. en tabletas, lo cual disminuyó la prevalencia del dolor, molestia abdominal en el síndrome de intestino irritable, entre el inicio y luego del tratamiento de ocho semanas, consiguiendo mejoras significativas en la calidad de vida de los pacientes con esta enfermedad (Yadav, et al., 2013). Posteriormente se demostró que disminuye la secreción de jugo gástrico e incrementa los contenidos de mucina, por lo que puede proteger contra las úlceras gástricas y gastritis (Kim, et al., 2011). Ayuda a evitar la aparición de acidez y mejora la digestión de los alimentos, ya que actúa como un tónico estomacal, pues incide directamente en la secreción de jugos gástricos. (Vitónica, 2008)

También ha demostrado su efecto hepatoprotector en diversos trabajos experimentales, mediante efectos antioxidantes y antifibróticos (Lin Y, et al., 2009). La curcumina previene la lesión del hígado en la hepatitis inducida en ratones macho, evidenciado a través de la mejora de la histopatología del hígado por la disminución del estrés oxidativo, reducción de la inflamación del hígado y la restauración la bioquímica hepática (Somanawat , et al., 2013). Así mismo, se ha visto que reduce el daño oxidativo en el hígado, mostrando un efecto hepatoprotector en ratones (El Bahr, 2015). La actividad antioxidante de la cúrcuma estimula la síntesis de proteínas por el sistema enzimático de las aves. (Osawa, et al., 1995)

Como antiinflamatorio, la curcumina ha demostrado que inhibe un número de diferentes moléculas implicadas en la inflamación, incluyendo la fosfolipasa, lipooxigenasa, ciclooxigenasa-2 (COX-2), leucotrienos, tromboxano, prostaglandinas, óxido nítrico, colagenasa, elastasa, hialuronidasa, TNF- α e IL-12 (Mazidi, et al., 2016).

De forma similar, el efecto beneficioso de la curcumina en la sepsis parece estar mediada por incremento del receptor de peroxisoma-proliferador-activado gamma (PPAR- γ), que conduce a la supresión de citoquinas proinflamatorias y expresión de TNF- α . Como se dijo, estas propiedades se sospecha que son debidas a la cúrcuma, cetonas sesquiterpénicas y a los polisacáridos presentes en el rizoma de esta planta, logrando incluso suprimir la expresión de la interleucina (IL)-1 β y TNF- α (Mito, et al., 2011).

Se ha demostrado que la cúrcuma es un compuesto antiinflamatorio en modelos de inflamación aguda, sub aguda y crónica en ratones y ratas, aunque no tiene fuertes efectos analgésicos ni antipiréticos, tampoco produce una significativa irritación gástrica, ni tiene efectos en el sistema nervioso central; todavía no se ha demostrado que la curcumina pueda activar las células de Kupffer, se ha observado que es un potente inhibidor de la producción de radicales libres de oxígeno por los macrófagos peritoneales de ratas; demostrando que la curcumina inhibe la incorporación del ácido araquidónico a las membranas lipídicas, evitando la liberación de eicosanoides mediadores de inflamación prostaglandina E2, leucotrieno B4 y leucotrieno C4, y de enzimas hidrolíticas: colagenasa, elastasa y la hialuronidasa, secretadas por los macrófagos (Chisi Chavez & Flores Cordova, 2017).

Otros mecanismos por los que la curcumina ejerce su acción antiinflamatoria se han asociado a la inhibición de la síntesis de ciclooxigenasa, lipooxigenasa y de prostaglandinas. En 1995 se demostró que la curcumina inhibía la producción del factor de necrosis tumoral (TNF- α) producido por una línea celular de monocitos y macrófagos humanos. Posteriormente, se ha atribuido el efecto antiinflamatorio y anticancerígeno de la curcumina a su capacidad para inhibirla fosfolipasa D (Mesa, et al., 2000).

La cúrcuma influye en el consumo de alimento debido a su buena palatabilidad, la cuál conlleva a un mejor crecimiento y bienestar del animal. (Saiz de Cos , 2014)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1.- LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La fase experimental del presente estudio se realizó en la Unidad de Producción de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, ubicada en la prolongación de la Avenida Leguía, ciudad de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Se inició en el mes de enero y concluyó en febrero del 2019, con una duración de 7 semanas.

5.2.-POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

- ❖ **POBLACIÓN:** Conformado por pollos de la línea Cobb 500 de ambos sexos.
- ❖ **MUESTRA DE ESTUDIO:** 100 pollos de la línea Cobb 500 (ambos sexos), adquiridos de la empresa “PURINA”, ubicada en el sector Chosica del Norte-Chiclayo; las aves fueron divididos en 4 grupos y cada una de ellos estuvo constituido de 25 pollos.

$$n = \frac{Z^2 x G^2}{d^2}$$

Dónde:

n = El tamaño de la muestra.

G = Varianza de pesos iniciales en pollos se busca el valor de una tesis donde se utilizan pollos.

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1,96.

d = Límite aceptable de error muestral éste viene a ser 0.253 (Salvador, 2016)

$$d = z x \frac{G}{\sqrt{n}}$$

Reemplazando:

$$d = 1.96 \times \frac{1.29}{\sqrt{100}}$$

Obtenemos:

$$d = 0.253$$

Desarrollo:

$$n = \frac{(1.96) \times (1.667)}{(0.253)^2}$$

$$n = 51.05$$

5.3.- MATERIAL EXPERIMENTAL

5.3.1. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Se distribuyeron al azar en un diseño experimental de cuatro tratamientos, establecido por una dieta basal sin suplemento y las otras complementadas con diferentes niveles de cúrcuma (*cúrcuma longa linn*), constituidos de la siguiente manera:

T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

5.4.- INSTALACIONES Y EQUIPOS:

5.4.1.-INSTALACIONES, EQUIPOS E INSTRUMENTAL

En el tiempo de ejecución del experimento se tuvo en cuenta la ubicación del galpón, con un ambiente adecuado, una buena ventilación (protegidas de las corrientes de aire) iluminación y temperatura; realizándose una limpieza y desinfección con una semana de anterioridad.

En cada ambiente en las diferentes fases se alojó 25 pollos de la línea Cobb 500 escogidos aleatoriamente para cada tratamiento; cada grupo en la fase de inicio estuvo dotada de 1 comedero BB y 1 bebedero manual BB; asimismo en las fases de crecimiento y acabado estuvo provisto de un comedero tipo tolva (una tolva/25 pollos) y 2 bebederos para cada corral.

Se utilizaron los siguientes equipos:

- Balanza para el control de alimento y peso vivo.
- Lápiz marcador para identificar a los animales al momento de pesarlos
- Registro para el control de pesos, alimentos, y otros.
- 4 focos de 50 watts.
- Equipo típico de una granja avícola (comederos, bebederos, bomba de mochila, flameador, etc.).

5.4.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Para el experimento se contó con 100 pollitos bb, de la línea genética comercial Coob 500, adquiridos en la empresa “PURINA”, ubicada en el sector Chosica del Norte-Chiclayo, Panamericana sur, de un día de edad, ambos sexos, vacunados (contra Bronquitis infecciosa, Gumboro, Newcastle) y peso estándar de la línea.

5.4.3 ADITIVO EXPERIMENTAL

La cúrcuma fue adquirida en una casa de ventas de condimentos ubicado en el mercado Moshoqueque, utilizado como ingrediente de cocina para la alimentación humana.

5.4.4 RACIONES EXPERIMENTALES

Con el aditivo de investigación y los insumos de uso común en la alimentación avícola se formularon raciones para cada fase (inicio-crecimiento-engorde), tal como se muestra en los siguientes cuadros.

CUADRO N° 3: RACION DE INICIO PARA POLLOS COBB 500

INSUMOS	%
Maiz Molido	56.200
Torta de soya	26.300
H. integral de soya	10.000
Aceite	1.150
Delac	2.000
Carbonato de calcio	1.400
Fosfato monodicalcico	1.450
Metionina	0.200
Col 60%	0.150
Lisina	0.200
bicarbonato de sodio	0.100
Soyazim	0.075
Zinc Bacitracina	0.050
Premezcla Parrillero	0.150
Sal común	0.250
Coccidiostato	0.075
Fitax	0.250
Total	100

	APORTE	REQUERIMIENTO
PROTEINA	21.07	21
ENERGIA	3.056	3035
LISINA	1.3	1.32
METIONINA	0.507	0.5
TREONINA	0.76	0.77
CALCIO	0.94	0.9
FOSFORO	0.45	0.45

CUADRO N° 4: RACION DE CRECIMIENTO PARA POLLOS COBB 500

INSUMOS	%
Maiz Molido	61.000
Torta de soya	24.000
H. integral de soya	10.000
Aceite	1.100
Carbonato de calcio	1.250
Fosfato monodicalcico	1.400
Metionina	0.180
Col 60%	0.100
bicarbonato de sodio	0.100
Soyazim	0.075
Zinc Bacitracina	0.050
Premezcla Parrillero	0.150
Sal común	0.270
Coccidiostato	0.075
Fitax	0.250
Total	100

	APORTE	REQUERIMIENTO
PROTEINA	19.73	19-20
ENERGIA	3.1088	3108
LISINA	1.056	1.05
METIONINA	0.482	0.48
TREONINA	0.732	0.69
CALCIO	0.848	0.84
FOSFORO	0.428	0.42

CUADRO N° 5: RACION DE ENGORDE PARA POLLOS COBB 500

INSUMOS	%
Maiz Molido	65.000
Torta de soya	19.900
H. integral de soya	10.000
Aceite	1.530
Carbonato de calcio	1.150
Fosfato monodicalcico	1.200
Metionina	0.150
Col 60%	0.100
bicarbonato de sodio	0.100
Soyazim	0.075
Zinc Bacitracina	0.050
Premezcla Parrillero	0.150
Sal común	0.270
Coccidiostato	0.075
Fitax	0.250
Total	100

	APORTE	REQUERIMIENTO
PROTEINA	18.28	18-19
ENERGIA	3.1802	3180
LISINA	0.941	0.95
METIONINA	0.435	0.43
TREONINA	0.668	0.65
CALCIO	0.761	0.76
FOSFORO	0.381	0.38

5.5.- METODOLOGIA EXPERIMENTAL

5.5.1.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:

Luego del repartimiento al azar en lotes de 25 animales para cada tratamiento experimental, se empezó a proporcionar las raciones respectivas proveídas a voluntad; la etapa experimental tuvo una duración de 7 semanas, donde se registraron, consumo de raciones en forma diaria y el peso vivo cada 7 días.

5.5.2.- CONTROL DE PARAMETROS PRODUCTIVOS

Los pollos se pesaron semanalmente para evaluar el consumo de alimento y la ganancia de peso vivo. Así mismo se determinó la conversión alimenticia y se evaluó el mérito económico; se anotó en los registros utilizados para facilitar el control de datos recolectados.

5.5.3.- DATOS REGISTRADOS

Durante la fase experimental se controlaron:

- Peso vivo inicial, g
- Peso cada 7 días.
- Peso vivo final, kg
- Consumo de alimento.
- Conversión alimenticia.
- Mérito económico.
- Mortalidad %.

5.5.4.- CONVERSIÓN ALIMENTICIA Y MÉRITO ECONÓMICO:

La conversión alimenticia, se evaluó, utilizando la siguiente formula.

$$CA = \frac{\text{Consumo total de alimento kg/animal/periodo}}{\text{Ganancia total de peso vivo}}$$

El mérito económico fue evaluado con la siguiente formula:

$$M. E = \frac{\text{Gasto de alimentación/periodo}}{\text{Ganancia total de peso/periodo}}$$

5.5.5.- PRESENTACIÓN DE DATOS:

Una vez culminada la etapa experimental, la información recaudada fue tabulada y registrada para su análisis y presentación.

5.5.6.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO:

Se empleó el Diseño Completamente Randomizado (DCR), donde se evaluó 4 tratamientos incluyendo un tratamiento testigo, cada uno de estos conformado por 25 unidades experimentales cuyo modelo matemático es:

Modelo aditivo lineal:

$$X_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

X_{ij} = Variable evaluada (ganancia de peso vivo)

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento (i=4)

U = Media poblacional

E_{ij} = Error experimental

CUADRO N° 6: ESQUEMA DE ANALISIS DE VARIANZA (ANAVA)

FUENTE VARIACION	GRADO LIBERTAD	SUMA CUADRADO	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA
TRATAMIENTO	4-1=3	$\frac{\sum_{i=1}^a x_i^2}{n} - \frac{x^2}{N}$	$\frac{SC_{trat}}{Gl_{trat}}$	$\frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$
ERROR	4(24)=96	SST – SSTRAT	$\frac{SC_e}{Gl_{error}}$	
TOTAL	100-1=99	$\sum x_{ij}^2 - \frac{(x_{ij})^2}{N}$		

Además, el análisis comprendió:

- Prueba de homogeneidad de variancia LEVENE (SPSS) para los pesos iniciales.
- Prueba de DUNCAN para ganancias de peso si ANAVA resulta significativo.

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1. PESO VIVO

En el cuadro N° 07 y gráfico N° 01 se expone la ganancia de peso vivo semanal y final durante el experimento.

CUADRO N° 7: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN LA GANANCIA DE PESO VIVO POR SEMANA EN POLLOS COBB 500

OBSERVACIONES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
N° ANIMALES	25	25	25	25
PESO INICIAL	49.2a	48.6a	48.4a	50a
1era semana	155.2d	171.2c	181.6b	195.6a
2da semana	371.4d	400.2c	422.4b	450.2a
3era semana	719.6d	813c	862.6b	888.8a
4ta semana	1108.4c	1244.6b	1354.4a	1363.2a
5ta semana	1686c	1810b	1890b	2020a
6ta semana	2345.8c	2403b	2542.2a	2604.4a
7ma semana	2823.2c	2973.8b	3107.6a	3141.6a
PESO VIVO FINAL	2823.2	2973.8	3107.6	3141.6
DIFERENCIA RESPECTO A T0 (%)		+5.33	+10.07	+11.28

a, b, c, d en las filas denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Al analizar la varianza peso vivo final se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento con menor peso fue T0: 2823.2 y el tratamiento con

mayor peso final fue el T3 (1.5g/Kg): 3141.6 que estadísticamente es igual a T2 (1g/Kg): 3107.6 pero mayor a T1 (0.5g/Kg): 2973.8 ($p < 0.05$). También se observa el rendimiento del peso vivo en porcentaje donde el tratamiento T3 en promedio tuvo un rendimiento de 11.28% en relación al tratamiento control T0, el T2 tuvo un rendimiento de ganancia de peso vivo de 10.07% y el T1 un rendimiento de 5.33%.

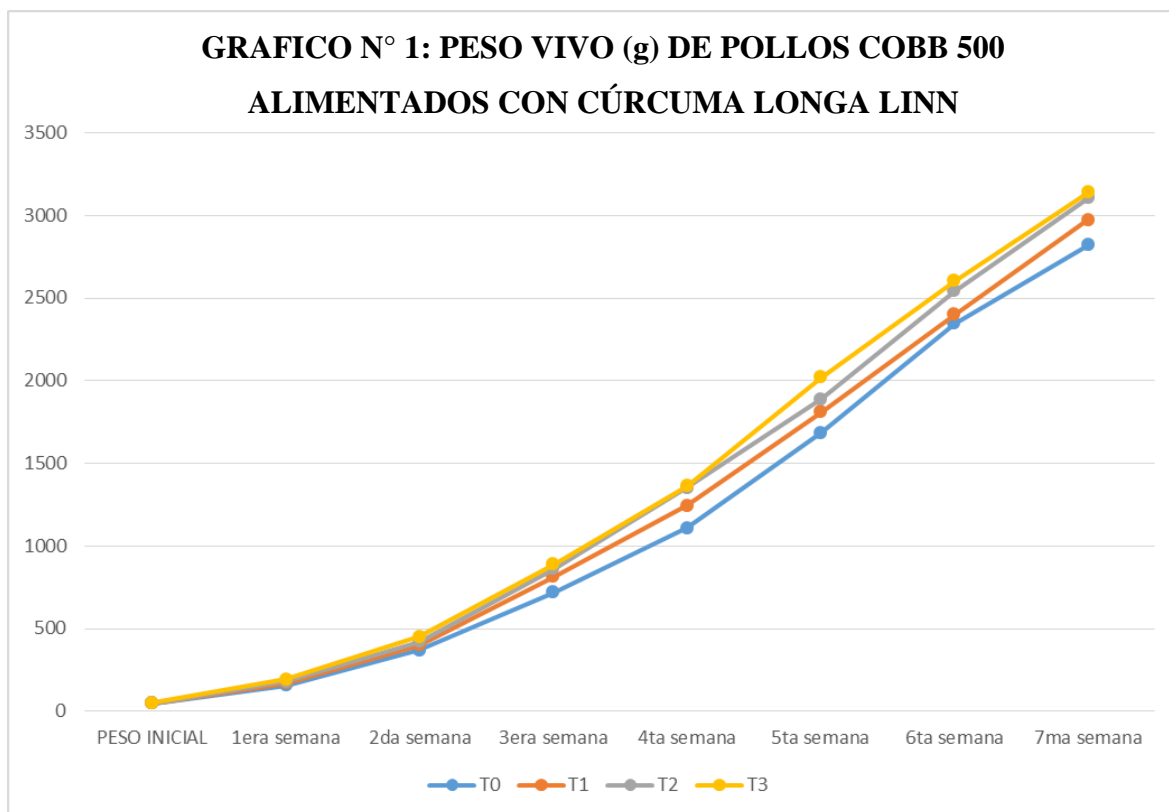
Según el manual de manejo de a línea (Cobb 500-Vantress, 2012), el peso de las aves a los 49 días de vida es de 3369g, siendo este valor mayor al reportado en la presente experimentación; estos resultados se justifican debido principalmente al tipo de alimentación relacionada con el clima, que es uno de los factores que probablemente incidió en el consumo de alimento en esta experimentación, ya que al tener temperaturas altas las aves tienden a dejar de consumir alimento para ajustar la producción de calor metabólico, otro efecto negativo es la humedad de la cama, debido a ello no se retiene bien el calor por lo que puede bajar la temperatura corporal del ave, lo cual es perjudicial para la ganancia de peso, conversión alimenticia y la función inmune. (Díaz, 2008)

Los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones de algunos autores como Oñate & Romero, (2016) quienes lo realizaron en pollos broiler bebé en un periodo de 5 semanas, que al suministrarle cúrcuma en la alimentación con una dosificación de 0.5g/kg obtuvieron una máxima ganancia de peso a diferencia del tratamiento testigo; igualmente Gamboa Izurieta, (2016) al adicionar diferentes niveles de cúrcuma en la dieta de pollos de la línea Ross durante un periodo de 42 días, el tratamiento con 2% de cúrcuma obtuvo un peso final de 2053g a diferencia del testigo que obtuvo 1702.07g.

Concluyendo que los resultados de esta variable se puede deber al efecto de la cúrcuma en las funciones metabólicas del ave, ya que el hígado funciona como una especie de filtro del cuerpo; pues por medio de este órgano se realizan las funciones metabólicas y tiene la capacidad de almacenar los nutrientes y todo lo que se consume, por eso tiende a inflamarse; la cúrcuma desinflama el hígado y los desintoxica de lo que le hace daño al organismo, contiene un inhibidor de la enzima COX-2, que aporta un efecto desinflamante y bloquea el dolor (Gamboa Izurieta, 2016), asimismo la cúrcuma aumenta los niveles de glutatión, que es una sustancia que aparte de ser antioxidante ayuda a desintoxicar y a limpiar nuestro hígado, además ayuda a que el hígado fabrique bilis, y a que la vesícula biliar descienda esa bilis en el intestino, mejorando así la digestión de la grasa y por otra parte ayuda a limpiar el hígado. (Joe, et al., 2004).

Por otro lado, la cúrcuma tiene un perfil nutricional, el cuál es responsable de muchas de sus propiedades; es rica en minerales como el manganeso, potasio, calcio, magnesio,

hierro, y en vitaminas como la vitamina B6, B3, vitamina C, vitamina K y vitamina E, entre otros micronutrientes esenciales, también contiene niveles de macronutrientes como proteínas, carbohidratos significativos (National Nutrient Database for Standard Reference).



T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

6.2. INCREMENTO PESO VIVO

En el cuadro N°08 y gráfico N°02, se expone la información resumida del comportamiento del incremento de peso vivo.

CUADRO N° 8: INCREMENTO DE PESO (g) POR EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN POLLOS COBB 500

PERIODO EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
N° ANIMALES	25	25	25	25
PESO INICIAL	49.2a	48.6a	48.4a	50a
PESO VIVO FINAL	2823.2c	2973.8b	3107.6a	3141.6a
INCREMENTO TOTAL	2774c	2925.2b	3059.2a	3091.6a
DIFERENCIA RESPECTO A T0 (%)		+5.45	+10.28	+11.45

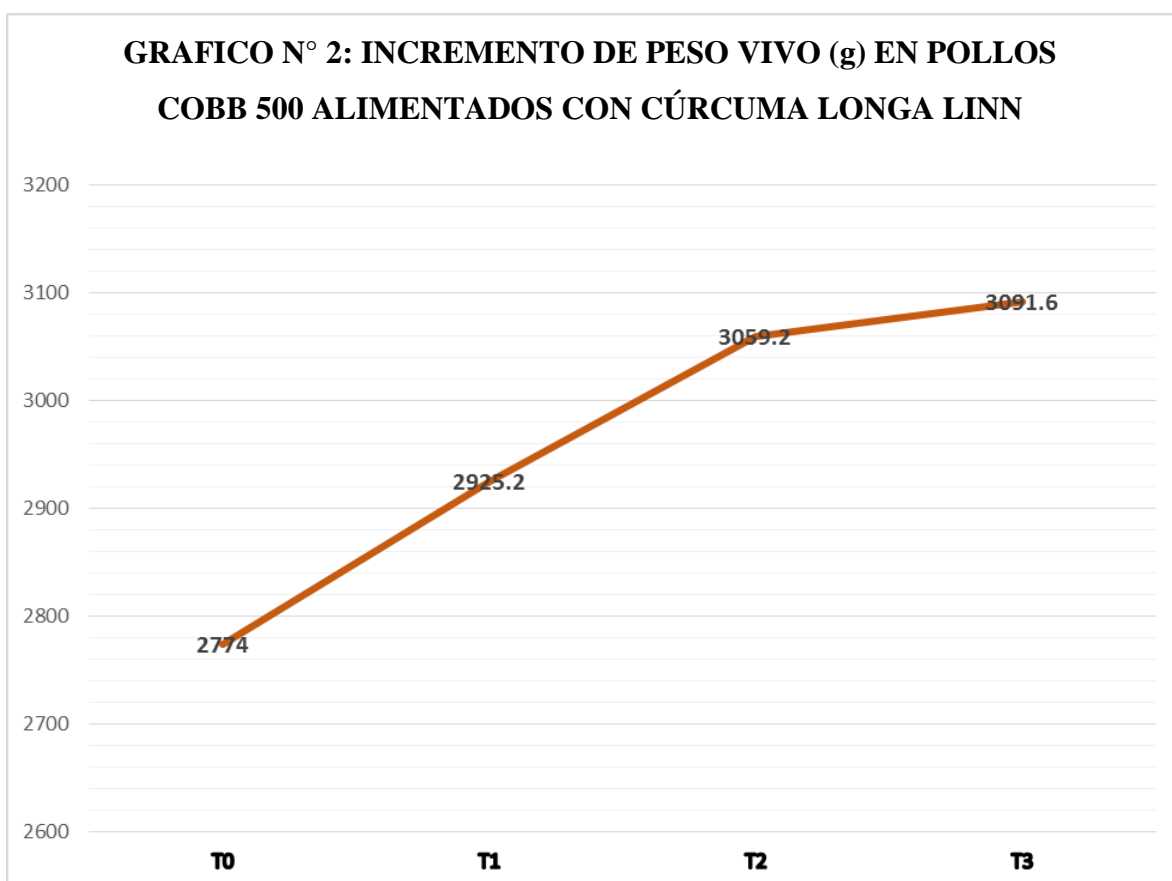
a, b, c, en filas denotan diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) prueba de Duncan.

Al analizar la varianza de incremento de peso vivo final se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). El tratamiento con menor incremento de peso fue T0: 2774 y el tratamiento con mayor incremento de peso final fue el T3 (1.5g/kg): 3091.6 que estadísticamente es igual a T2 (1g/kg): 3059.2 pero mayor a T1 (0.5g/kg): 2925.2 ($p < 0.05$). Según el manual de manejo de la línea (Cobb 500-Vantress, 2012) el incremento de peso es de 3327g, siendo este valor mayor al reportado en la presente experimentación.

Otras investigaciones indicaron que al evaluar el efecto de cúrcuma en pollos de la línea Ross durante un periodo de 42 días obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos, en donde se encontró que el T2 (2%) y T1 (1%) obtuvieron los mejores incrementos de peso con 1454,54g y 1385,64g respectivamente, a diferencia de T0 que presentó un incremento de peso de 1136,69g (Gamboa Izurieta, 2016), en cambio Oñate & Romero, (2016), realizaron un trabajo con pollos broiler bebé durante un periodo de 5 semanas, obteniendo al administrar 0.5g/kg un incremento de 94.65% con respecto al grupo control que obtuvo 93.42%, mientras que AL-Sultan, (2003) indicó que al evaluar el efecto de cúrcuma sobre los resultados globales de pollos broiler, encontró que el mejor incremento de peso se obtuvo con el tratamiento donde suministró 0.5% de cúrcuma con un

incremento de peso de 1344,5g y el incremento más bajo se reportó con el tratamiento testigo con un valor de 1224,9g.

El incremento de peso vivo se puede deber a la actividad antioxidante de la cúrcuma, que estimula la síntesis de proteínas por el sistema enzimático de las aves (Osawa, et al., 1995). A medida que el nivel de cúrcuma aumenta, habrá un relativo incremento de peso vivo, debido a que su consumo nos aporta proteínas de alto valor biológico, importantes vitaminas, minerales y menos cantidad de grasas saturadas dado que la cúrcuma contiene curcumina, que inhibe la división celular en los adipocitos (células grasas) (National Nutrient Database for Standard Reference), (Oñate & Romero, 2016).



T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

6.3. CONSUMO DE ALIMENTO

En el cuadro N° 09 y gráfico N°03 se expone la información resumida del consumo de alimento según tratamiento.

CUADRO N° 9: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA SOBRE EL CONSUMO PROMEDIO DE CONCENTRADO SEGÚN TRATAMIENTOS EN LAS 3 ETAPAS EN POLLOS DE CARNE COBB 500

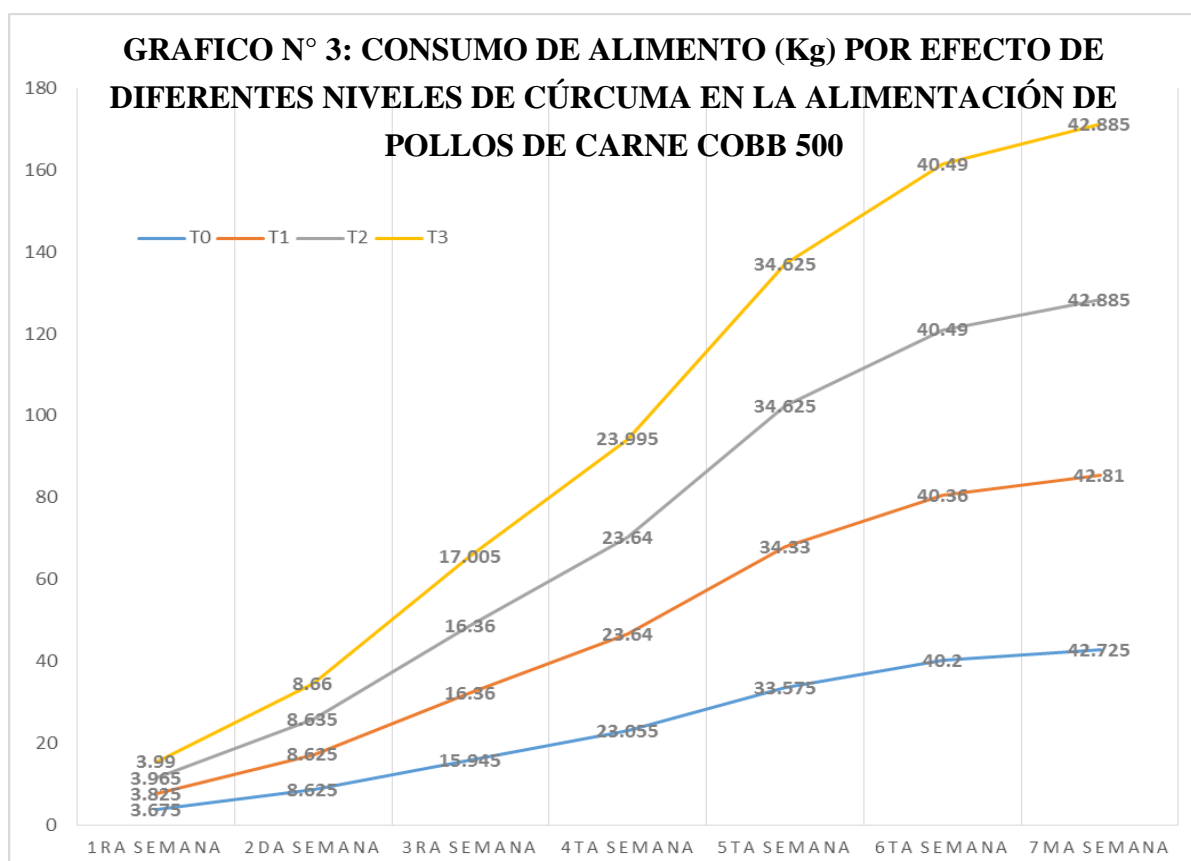
PERIODO EXPERIMENTAL	T0	T1	T2	T3
1ra semana	3.675	3.825	3.965	3.99
2da semana	8.625	8.625	8.635	8.66
3ra semana	15.945	16.36	16.36	17.005
4ta semana	23.055	23.64	23.64	23.995
5ta semana	33.575	34.33	34.625	34.625
6ta semana	40.2	40.36	40.49	40.49
7ma semana	42.725	42.81	42.885	42.885
CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL (Kg/Tratamiento/periodo)	167.8	169.95	170.6	171.65
PROMEDIO	23.97	24.28	24.37	24.52

Al evaluar el consumo de alimento se encontró diferencias entre tratamientos, donde los grupos en estudio consumieron más que el grupo control, obteniendo resultados de 171.65kg para T3 (1.5g/Kg), 170.6kg para T2 (1g/kg), 169.95kg para T1 (0.5g/Kg) y 167.8kg para T0, la comparación entre los diferentes tratamientos por semana se puede observar en el (grafico N°03).

Los resultados encontrados se corroboran con un trabajo de investigación que al evaluar el consumo de alimento con la adición de cúrcuma hasta los 42 días de vida en pollos de la línea Ross obtuvo resultados en tratamientos de 3962.6g para T0, 3968.6g T1 y 3903.3 para T2 (Gamboa Izurieta, 2016), mientras que en otro trabajo al adicionar en los tratamientos 0.02%, 0.03% y 0.04% de cúrcuma en el alimento de pollos parrilleros, se observó diferencias significativas en la etapa de inicio y crecimiento, no observándose

diferencias significativas en la etapa de acabado en comparación con el alimento testigo (Giulio Santino, 2016)

Probablemente este resultado se puede atribuir a que la cúrcuma influye en el consumo de alimento debido a su buena palatabilidad, la cuál conlleva a un mejor crecimiento y bienestar del animal (Saiz de Cos , 2014). Por otro lado, la cúrcuma tiene un perfil nutricional, el cuál es responsable de muchas de sus propiedades; es rica en minerales y en vitaminas entre otros micronutrientes esenciales, también contiene niveles de macronutrientes como proteínas, carbohidratos significativos la cual influye también en el consumo de alimento (National Nutrient Database for Standard Reference). Además, la cúrcuma ayuda a evitar la aparición de acidez y mejora la digestión de los alimentos, ya que actúa como un tónico estomacal, pues incide directamente en la secreción de jugos gástricos. (Vitónica, 2008)



T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

6.4. CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro N° 10 y grafico N°04 se muestra la conversión alimenticia.

CUADRO N° 10: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN POLLOS COBB 500 SOBRE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA

PERIODO EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
1ra semana	1.38	1.24	1.19	1.09
2da semana	1.59	1.50	1.43	1.36
3ra semana	1.83	1.58	1.48	1.55
4ta semana	2.37	2.19	1.92	2.02
5ta semana	2.32	2.42	2.58	2.10
6ta semana	2.43	2.72	2.48	2.77
7ma semana	3.57	3	3.03	3.19
CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL	2.41	2.32	2.23	2.22

Para la variable conversión alimenticia, se observa que existe una diferencia entre los tratamientos, donde los tratamientos T3 (1.5g/Kg) y T2 (1g/Kg) son los que mejor conversión presentaron ya que para producir 1kg de carne requieren de 2.22 y 2.23 de alimento respectivamente; posteriormente el T1 (0.5g/Kg) con 2.32, a diferencia de T0 que registró un valor de 2.41; siendo estos datos superiores a los reportados por Rodrigo Choque, (2008), al evaluar tres niveles de cúrcuma, la mejor conversión obtuvo con el 2% que reporta un valor de 2.07 mientras que al 0 y 1% obtuvo valores de 2.08 y 2.14 respectivamente.

En cambio AL-Sultan, (2003), al evaluar el efecto de cúrcuma, utilizando niveles de (0; 0.25; 0.5; y 1%) encontró diferencias significativas entre tratamientos obteniendo el mejor resultado con el tratamiento de 0.5% con un valor de 2.08 y la peor conversión con el tratamiento testigo con un valor de 2.47; mientras que Gamboa Izurieta, (2016) al analizar la variable de conversión alimenticia, determinó que existe una diferencia significativa

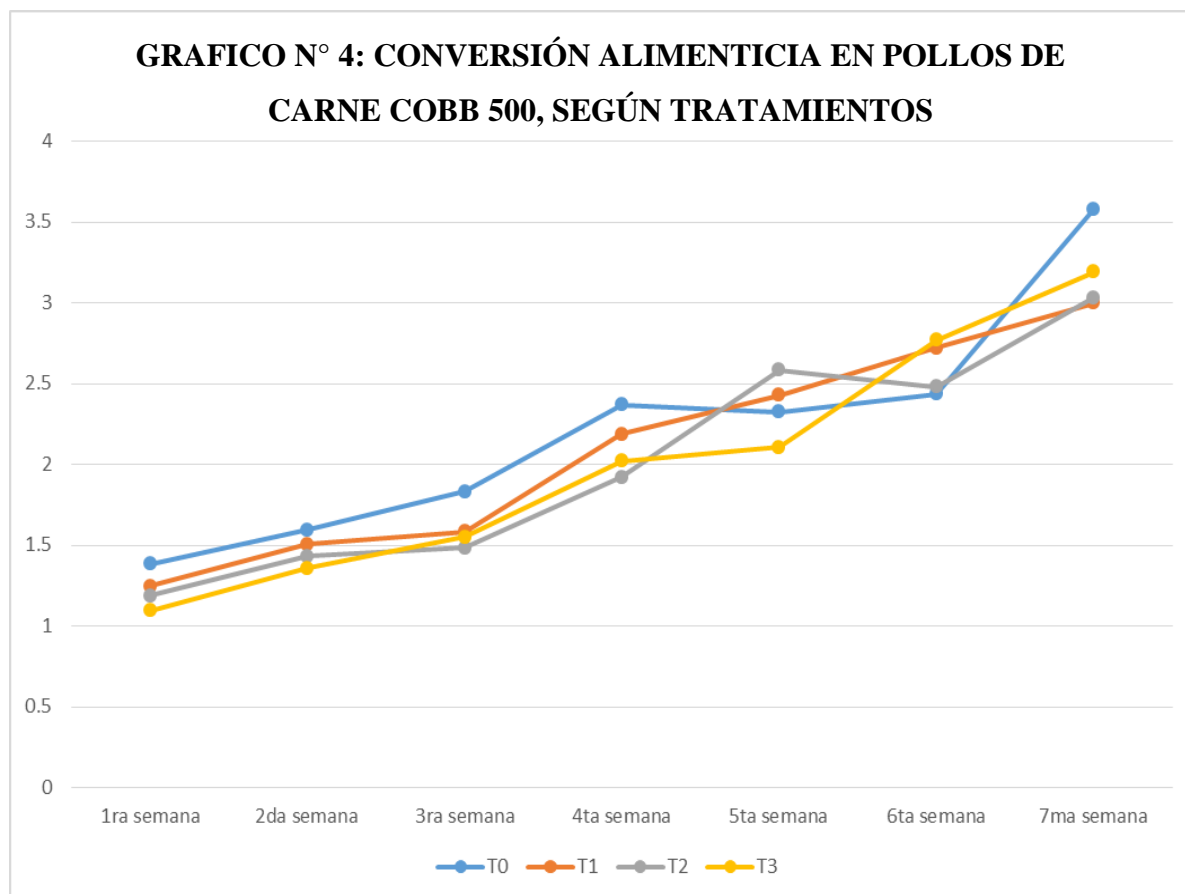
($p < 0.05$) en donde los tratamientos T2 y T1 son los que mejor conversión alimenticia obtuvieron con 2.12 y 2.28 respectivamente, a diferencia de T0 que registró un valor de 2.72. Por otro lado (Youssef, et al., 2017), quién al administrar diferentes concentraciones dietéticas de cúrcuma en pollos de engorde, tuvo como resultado que al suplementar 1g/kg de cúrcuma en el alimento significativamente mejoró la tasa de conversión alimenticia en comparación al grupo control.

Este reporte también corrobora a los resultados obtenidos por Giulio Santino, (2016), quién concluyó que el tratamiento con adición de 0.04% de harina de palillo mostró el mejor índice de conversión alimenticia a comparación del tratamiento testigo.

Cabe mencionar que se obtuvo una diferencia con los niveles de cúrcuma en la presente investigación lo que podría indicar que se pudo tener un efecto positivo en el tracto digestivo sobre todo en las cuencas de las microvellosidades presentes en el duodeno y así generar una mejor absorción de los nutrientes y tener un efecto en la conversión alimenticia ya que posee en su estructura química polifenoles y flavonoides. (Rodrigo Choque, 2008)

Los polifenoles tienen propiedades captadoras de radicales libres (son tóxicas para las células), lo que les confiere actividad antioxidante. Los sistemas neutralizadores de los radicales libres utilizan varios mecanismos como son las vitaminas (E y C), las enzimas (superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, etc.) y otros captadores de radicales no-vitamínicos de la dieta entre los que destacan los polifenoles. (Tomás-Barberán, 2003).

Los flavonoides protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos; contienen en su estructura química un número variable de grupos hidroxilo fenólicos y excelentes propiedades de quelación del hierro y otros metales de transición, lo que les confiere una gran capacidad antioxidante. (Martínez, et al., 2002)



T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

6.5. MERITO ECONÓMICO EN LOS TRATAMIENTOS

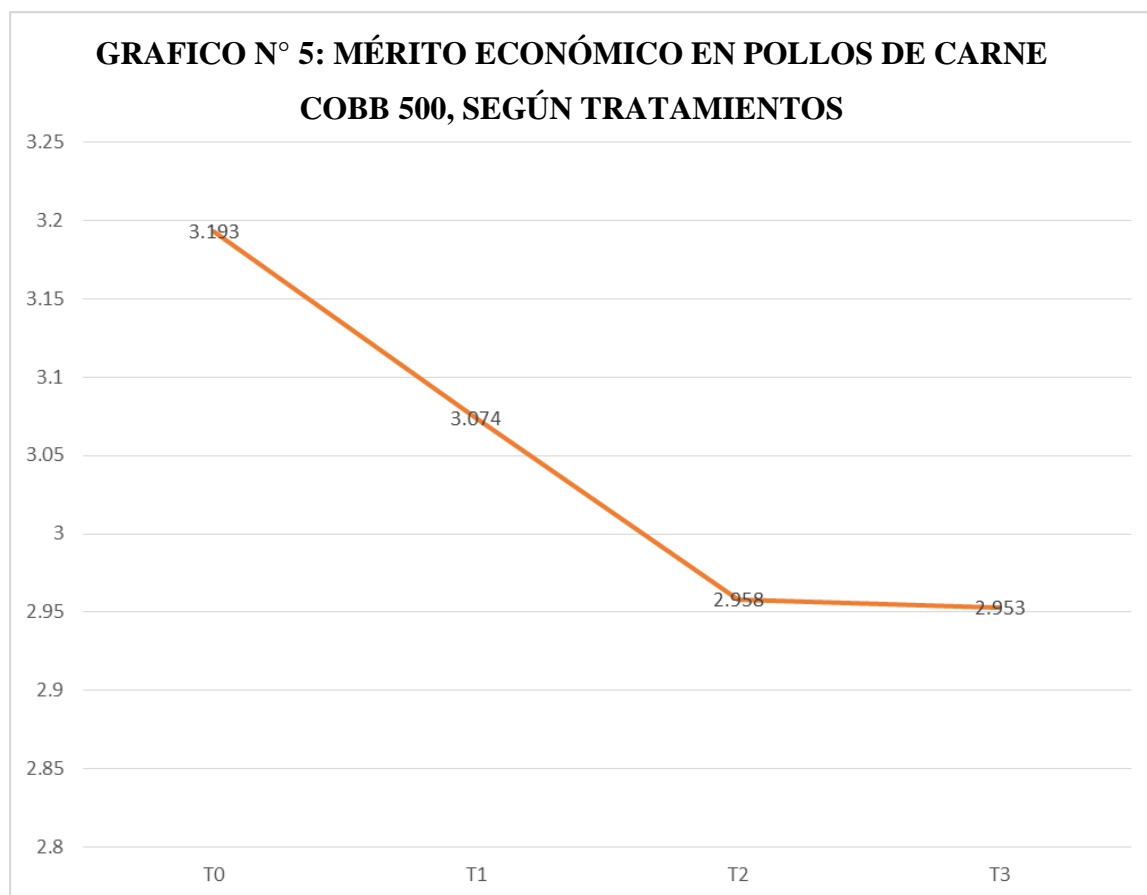
En el cuadro N° 11 y gráfico N°05 se muestra el mérito económico por fases.

CUADRO N° 11: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CÚRCUMA EN RACIONES DE INICIO-CRECIMIENTO-ENGORDE EN POLLOS COBB 500 SOBRE EL MÉRITO ECONÓMICO

PERIODO EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
INICIO	2.196	2.041	1.947	1.830
CRECIMIENTO	2.817	2.528	2.296	2.408
ENGORDE	3.734	3.862	3.681	3.612
MERITO ECONOMICO TOTAL	3.193	3.074	2.958	2.953

Al observar la variable mérito económico en pollos de carne COBB 500 alimentados con diferentes niveles de cúrcuma encontramos que los tratamientos T3 (1.5g/Kg) y T2 (1g/Kg) son los que mejor mérito económico presentaron ya que para producir 1kg de peso vivo requiere un gasto de alimento de 2.953 y 2.958, seguido del T1 (0.5g/Kg) con 3.075 respectivamente, a diferencia de T0 que registró un valor de 3.193.

Se puede indicar que tuvo un efecto positivo en dicha variable, debido a que el precio de la cúrcuma en el mercado posee un bajo costo, siendo una ventaja para dicha experimentación.



T0: Ración testigo, sin cúrcuma.

T1: Ración experimental, con 0.5g de cúrcuma/kg

T2: Ración experimental, con 1g de cúrcuma/kg

T3: Ración experimental, con 1.5g de cúrcuma/kg

VII. CONCLUSIONES

Considerando los resultados expuestos y bajo las condiciones en que se ejecutó el presente experimento, se concluye:

1. La adición de cúrcuma a las raciones de inicio, crecimiento y acabado de pollos de carne Cobb 500 mejora significativamente la ganancia de peso vivo ($p < 0.05$).
2. La mejor ganancia de peso se alcanzó con el nivel 1.0g/kg de cúrcuma en la ración de pollos de carne Cobb 500.
3. La adición de cúrcuma en raciones de pollos de carne Cobb 500 incrementa el consumo de alimento en función al nivel de adición.
4. La adición de cúrcuma a las raciones de inicio, crecimiento y acabado de pollos de carne Cobb 500 mejora la conversión alimenticia en función del nivel de la adición.
5. La adición de cúrcuma a las raciones de inicio, crecimiento y acabado de pollos de carne Cobb 500 mejora el merito económico en función del nivel de la adición.

VIII. RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

1. Usar cúrcuma en la alimentación de pollos hasta un nivel de 1.0g/kg.
2. Evaluar el efecto de cúrcuma en la alimentación de otras especies productivas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Aggarwal , B; Bhatt, I; Ichikaway, H; 2017. *Curcumin - Biological and Medicinal Properties*. [En línea] Available at: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/9781420006322.ch10> [Último acceso: 20 Enero 2017].
2. AL-Sultan, S., 2003. The Effect of *Curcuma longa* (Turmeric) on Overall Performance of Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 2(5), pp. 351-353.
3. Alvis, A., Arrazola, A. & Martinez, W., 2012. Evaluación de la Actividad y el Potencial Antioxidante de Extractos Hidro-Alcohólicos de Cúrcuma (*Curcuma longa*). 23(2), pp. 11-18.
4. Antillón, R. & López, C., 1987. Enfermedades Nutricionales de las Aves. En: *Universidad Nacional Autónoma de México*. 1 ed. México: s.n., pp. 338,357-360.
5. Barrio, S., 2012. *Curcuma Medicinal*. [En línea] Available at: http://curcuma_medicinal.com/la_absorción/4585468649 [Último acceso: 21 Noviembre 2018].
6. Botanica_online, 2016. *Cúrcuma Planta.Composición Química de la Cúrcuma*. [En línea] Available at: [http://www.botanicalonline.com/cúrcuma_longa.htm#listado\(Botanica_online.com\)](http://www.botanicalonline.com/cúrcuma_longa.htm#listado(Botanica_online.com)) [Último acceso: 21 Noviembre 2018].
7. Bruneton, J., 2008. Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas Medicinales. En: Zaragoza, ed. España: Acribia, pp. 294-296.
8. Cabieses, F., 1993. Apuntes de medicina Tradicional. En: *Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología*. Lima-Perú: s.n., pp. 277-284.
9. Carcelén, F., Torres, M. & Ara, M., 2008. efecto de probióticos en el alimento de marranas sobre los parámetros productivos de lechones.. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 21 abril.vol 16(2).
10. Castro, M., 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. *Rev.cubana de cienc.Agríc.*, Volumen 39, pp. 451-458.
11. Ceniceros R, M., 1997. Examen General de Calidad Profesional para Medicina Veterinaria y Zootecnia. En: *Material de Estudio Area:Aves*. 2 ed. México: Castro, pp. 1-2.
12. Chainani W, N., 2003. La seguridad y la actividad antiinflamatoria de cúrcuma: Un componente de la cúrcuma (*Curcuma longa*). *Revista de la alternativa y complementari. California*, 9(1), pp. 161-168.
13. Chisi Chavez , K. R. & Flores Cordova, I. L., 2017. “*Efecto antiinflamatorio de las combinaciones sinérgicas de la cúrcuma (curcuma longa) extracto, pimienta (piper nigrum), yema de huevo; en la inflamación aguda sub plantar en ratas*”, Arequipa: s.n.

14. Choct, M; Hughes, RJ; Wang, J; 2014. *Increase small intestinal fermentación is partly responsible for the anti-nutritive activity of non-starch polysaccharides in chickens..* s.l.:British Poultry Science37.
15. Cobb 500-Vantress, 2012. Suplemento Informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. 30 abril, p. 3.
16. Coob-Vantress, 2., 2005. *Guia de manejo de pollos de engorde*, Siloam Springs, Arkansas-USA. [En línea] Available at: www.Cobb-Vantress.com [Último acceso: 22 Noviembre 2018].
17. Cuca, M., Ávila, E. & Pro, M., 1996. *Alimentación de las aves*. Montecillo ed. México: Universidad Autonoma de Chapingo.
18. Cunningham, J. G., 2014. *Fisiología veterinaria. Fisiología Gastrointestinal y metabolismo*. 2 edición ed. México, D.F: México. Edit. McGraw Hill-Interamericana.
19. Díaz Ortega , J., 2014. Cúrcuma longa y su potencial molecular Beneficioso sobre los procesos inflamatorios, cáncer y enfermedades crónico degenerativas. *Revista In Crescendo - Ciencias de la Salud*, 01(01), pp. 115-124.
20. Díaz, J., 2008. *Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable*. Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la FMVZ-UNAM, s.l.: s.n.
21. Dukes, H. H., 2010. *Fisiología de los Animales Domésticos. Digestión Aviar-Absorción..* Tomo 1 ed. México, D.F: México. Edit. Colección Ciencia y Técnica.
22. EBSCO, 2003. *Hierbas y suplementos: Cúrcuma Longa*. [En línea] Available at: <http://healthlibrary.epnet.com/GetContent.aspx?token=c5987b1e-add7403a-b817-b3efe6109265&chunkiid=125156> [Último acceso: 4 mayo 2019].
23. El Bahr, S., 2015. Effect of curcumin on hepatic antioxidant enzymes activities and gene expressions in rats intoxicated with aflatoxin B1. *Phytother Res*, 29(1), pp. 134-40.
24. Elizabeth, J. P., 2015. *evaluación de un simbiotico nativo formulado a base de jugo de caña, yogurt natural y suero de leche en la alimentación de pollos broiler*, Riobamba- Ecuador: s.n.
25. FAO/OMS, 1987. Curcumin and turmeric oleoresin, en Toxicological Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Expert Committee on Food Additives. En: Roma, Italia: s.n., pp. 21, 73-79.
26. Farner, D. & King, J., 1972. Digestion and the digestive system of birds. *Avian Biology*, 2(4), pp. 352-359.
27. Gamboa Izurieta, M., 2016. *Evaluación de diferentes Niveles de Cúrcuma Longa(CÚRCUMA), como Pigmentante Natural en Dietas a Base de Sorgo, para la Alimentación de Pollos Broiler*, Ecuador: s.n.

28. Gil Cano, F., 2010. *Anatomía Específica de Aves: Aspectos Funcionales Clínicos*. [En línea] Available at: <http://www.um.es/anatvet/interactividad/aaves/indexc.htm> [Último acceso: 20 Enero 2019].
29. Giulio Santino, L. L., 2016. *Efecto de tres niveles de Harina de Palillo (Cúrcuma Longa L.) en la Pigmentación y Comportamiento Productivo de Pollos Broiler en Pucallpa*, Perú: s.n.
30. Gómez V, G., López C, C., Maldonado B, C. & Ávila G, E., 2010. El Sistema Inmune de las Aves. *Investigación y ciencia*, 18(48), pp. 9-16.
31. Jaque Puca, S. E., 2015. *evaluación de un simbiótico nativo formulado a base de jugo e caña, yogurt natural y suero de leche en la alimentación de pollos broiler*, Riobamba-Ecuador: s.n.
32. Joe, B., Vijaykumar, M. & Lokesh, B., 2004. Biological properties of curcumin-cellular and molecular mechanisms of action. 2(44), pp. 97-111.
33. Kim, J; Moon, H; Lee, Y; Cho, C, 2011. Chemopreventive effect of Curcuma longa Linn on liver pathology in HBx transgenic mice. *Integr Cancer Ther*, 10(2), pp. 168-77.
34. Laffita O, C. & Castillo A, A., 2011. Avances en la caracterización farmacotóxica de la planta medicinal Curcuma longa Linn. *MEDISAN*, 16(1), pp. 97-114.
35. Lajo Flores, R. J., 2018. «Evaluación del efecto antiinflamatorio de los extractos y gel del rizoma de curcuma longa linn (palillo) en ratas sometidas a inflamación subplantar con carragenina, Arequipa: s.n.
36. Lede, S., 2010. *aplicaciones biotecnológicas modernas al cultivo de soja y mentaberry*. s.l., s.n., pp. 187-1993.
37. Lin Y, Lin, C., Chi, C. & Huang, Y., 2009. Study on antifibrotic effects of curcumin in rat hepatic stellate cells. *Phytother Res*, 23(7), pp. 927-32.
38. Mack, O., 1986. *Digestión y Metabolismo cap.24. Manual de Producción Avícola*. 3 ed. Mexico: El Manual moderno.
39. Martínez, S., González, J., Culebras, J. & Tuñon, M., 2002. Los flavonoides: Propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición hospitalaria*, 17(6), pp. 271-278.
40. Maynard, L., Loosli, J., Hinstz, H. & Warner, R., 2009. *Nutrición Animal*. En: 7, ed. México: s.n., pp. 109,189,190,191.
41. Mazidi, M; Karimi,E; Meydani,M; 2016. Potential effects of curcumin on peroxisome proliferator-activated receptor- γ in vitro and in vivo. *World J Methodol*, 6(1), pp. 112-7.
42. Mejia , k. & Rengifo , E., 2000. Plantas Medicinales de Uso Popular en la Amazonia Peruana. En: *Agencia Española de Cooperación Internacional*. Lima: s.n., p. 96.

43. Mesa, D; Ramirez, C; Aguilera, M; 2000. Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Cúrcuma longa* L. y de los cucuminoides. *Ars Pharmaceutica*, 41(3), pp. 307-321.
44. Mito, S; Watanabe, K; Harima, M; 2011. Curcumin ameliorates cardiac inflammation in rats with autoimmune myocarditis. *Biol Pharm Bull*, 34(7), pp. 974-9.
45. Nava, G. & Dávila, V., 2010. Nuevas perspectivas en la selección y evaluación de probióticos.. *Revista Chilena de Nutrición*, Vol 21(1), pp. 184-185.
46. Netsaluti, 2007. *Plantas medicinales*. [En línea]Available at:http://www.netsaluti.com/articulos/natural.php?acc=1&status=1&id_a=6&r_1=12
[Último acceso: 4 mayo 2019].
47. Oñate, A. & Romero, T., 2016. *Aplicación de colorante natural de cúrcuma(Cúrcuma Longa Linn)en pollos Broiler (Broiler Ross 308)para mejorar la pigmentación de la piel*, Ecuador: s.n.
48. Osawa, T., Sugiyama, Y., Inayoshi, M. & Kawakishi, S., 1995. Antioxidative activity of tetrahydrocurcuminoids. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 5(9), pp. 1609-12.
49. Pino, A. & Dihigo, L., 2010. *Ensayo sobre el efecto de los probióticos en la fisiología animal*, La Habana: s.n.
50. Puvaca, N; Stanacev, V; Glamocic, D, 2013. *World's Poultry Science Journal*. 69(1), pp. 27-34.
51. Quipuscoa Silvestre, V., 2009. *Constancia de Ubicación Taxonómica*, España: s.n.
52. Quispe, G., 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y de postura.Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo de la carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. En: Honduras: Zamorano, p. 27p.
53. Ramos, J., 2014. *Fisiología Digestiva de las Aves*. [En línea] Available at: <https://es.scribd.com/document/245327572/Fisiologia-Digestiva-de-Las-Aves>[Último acceso: 20 Enero 2019].
54. Rodrigo Choque, Y., 2008. *Evaluación de la Adición de Cuatro Niveles de Cúrcuma(Curcuma Longa L.) y Achiote(Bixa Orellana),en la Ración para la Pigmentación de la carne de pollos parrilleros*, Bolivia: s.n.
55. Saiz de Cos , P., 2014. Cúrcuma I (Curcuma longa L.). *Reduca (Biología). Serie Botánica*, 7(2), pp. 84-99.
56. Salvador, E., 2016. *Efecto del uso de prebiótico y probiótico sobre la eficiencia productiva (consumo de alimento,ganancia de peso,conversión alimenticia y mérito económico) en pollos de engorde Cobb 500*, Perú: s.n.
57. Sánchez, A., Rivera, C. & Murillo, E., 2013. *Prespectivas de uso de subproductos agroindustriales para la producción de bioetanol*, N.46. [En línea]

- Available at: <http://www.redalyc.org/pdf/849/84920977043.pdf>
[Último acceso: 20 Enero 2019].
58. Sanz , D., Lavandera , J. & Claramunt , R., 2015. *Curcumin and curcuminoids: Chemistry, structural studies and biological properties*. [En línea] Available at: <https://www.researchgate.net/publication/298834950>
[Último acceso: 20 Enero 2019].
 59. Schoeller, S., 2016. *nuevas estrategias para mejorar el valor y rendimiento de las aves*, s.l.: s.n.
 60. Sinarahua Ishuiza, K., 2013. *Flujograma de la Producción y Comercialización de Pollos en Yurimaguas.Tesis de Grado,Ingeniero Zootecnista*. Perú, Patente n° 10.
 61. Singh, G; Kapoor, I; Singh, P; 2010. Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of fresh and dry rhizomes of turmeric (*Curcuma Longa* Linn). *Food Chem Toxicol*, 48(4), pp. 1026-31.
 62. Somanawat , K., Thong , D. & Klaikeaw , N., 2013. Curcumin attenuated paracetamol overdose induced hepatitis. *World J Gastroenterol*, 19(12), pp. 1962-7.
 63. Sturkie, D., 1981. Digestión Aviar. En: H. Dukes & M. Swenson, edits. *Fisiología de los Animales Domésticos*. México: Aguilar, pp. 663-667.
 64. Thimann, R., 2005. *XIV Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal.Asociación Venezolana de Producción animal*. [En línea] Available at: <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0023/>
[Último acceso: 22 Noviembre 2018].
 65. Thong, D; Choochuai, S; Patumraj, S; 2012. Curcumin prevents indomethacin-induced gastropathy in rats. *World J Gastroenterol*, 18(13), pp. 1479-84.
 66. Tomás-Barberán, F., 2003. Los polifenoles de los Alimentos y la Salud. *Alimentación, Nutrición y Salud*, 10(2), pp. 41-53.
 67. Vitónica, 2008. *La Cúrcuma, el aliado perfecto del aparato digestivo*. [En línea] Available at:<http://www.vitonica.com>[Último acceso: 07 05 2019].
 68. Wexler, B., 2000. Cúrcuma. *Woodland Publishing Inc*, pp. 4-6.
 69. Yadav, S; Sah, A; Jha, R; 2013. Turmeric (curcumin) remedies. *Pharmacogn*, 7(13), pp. 42-6.
 70. Youssef, A., Attia, Mohammed, A. & Saber, S., 2017. Turmeric (*Curcuma Longa* Linn.) as a phytogenic growth promoter alternative for antibiotic and comparable to mannan oligosaccharides for broiler chicks. *Revista Mexicana de ciencias pecuarias*, 8(1), pp. 11-21.

X. APENDICE

ANEXO N° 1: PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZA LEVENE (SPSS) PARA PESOS INICIALES EN POLLOS DE CARNE COBB 500

Prueba de homogeneidad de varianzas

PESOS

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,040	3	96	,378

ANOVA

PESOS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	38,750	3	12,917	,318	,812
Dentro de grupos	3896,000	96	40,583		
Total	3934,750	99			

ANEXO N° 2: PESOS VIVOS INICIALES DE POLLOS DE CARNE COBB 500

N°	PESOS INICIALES			
	T0	T1	T2	T3
1	50	45	50	40
2	55	40	45	45
3	55	35	55	60
4	50	45	40	55
5	55	55	45	60
6	40	55	45	55
7	55	50	60	55
8	55	40	45	45
9	45	45	50	45
10	45	60	40	50
11	45	55	45	55
12	50	50	55	55
13	45	50	60	45
14	55	60	45	40
15	40	40	50	45
16	45	45	55	45
17	45	45	55	50
18	50	45	50	40
19	50	50	40	50
20	60	55	35	55
21	60	55	60	55
22	45	60	45	60
23	45	40	50	50
24	50	45	45	50
25	40	50	45	45
TOTAL	1230	1215	1210	1250
PROMEDIO	49.2	48.6	48.4	50

ANEXO N° 3: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS INICIALES DE POLLOS DE CARNE COBB 500 – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0=testigo	25	1230	49.2	34.75
T1=0.5g	25	1215	48.6	49
T2=1g	25	1210	48.4	45.25
T3=1.5g	25	1250	50	39.5833333

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	38.75	3	12.9166667	0.30647553	0.82064882	2.6993926
Dentro de los grupos	4046	96	42.1458333			
Total	4084.75	99				

PRUEBA DE DUNCAN

50	a	CME	12.9166667
49.2	a	r	25
48.6	a	Sx	0.71879529
48.4	a		
2		2.09888224	47.9011178
3		2.20670154	47.7932985
4		2.26779913	47.7322009

ANEXO N° 4: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 EN LA PRIMERA SEMANA

N°	PRIMERA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	165	175	180	195
2	155	165	180	195
3	165	170	180	200
4	160	175	185	190
5	155	175	180	200
6	160	170	185	225
7	165	165	185	195
8	155	175	180	190
9	165	165	180	195
10	155	165	180	200
11	165	170	185	190
12	155	175	180	190
13	155	175	180	190
14	160	170	180	195
15	140	175	180	190
16	130	165	180	195
17	155	175	180	200
18	135	165	180	200
19	150	165	185	190
20	155	170	190	195
21	155	180	180	200
22	160	180	185	195
23	150	175	180	195
24	155	175	180	190
25	160	165	180	190
TOTAL	3880	4280	4540	4890
PROMEDIO	155.2	171.2	181.6	195.6

ANEXO N° 5: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA PRIMERA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	3880	155.2	80.1666667
T1	25	4280	171.2	25.5833333
T2	25	4540	181.6	7.75
T3	25	4890	195.6	52.75

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	21779	3	7259.66667	174.668672	9.435E-39	2.6993926
Dentro de los grupos	3990	96	41.5625			
Total	25769	99				

PRUEBA DE DUNCAN

195.6	a	CME	41.5625
181.6	b	r	25
171.2	c	Sx	1.2893797
155.2	d		
2	3.76498871	191.835011	177.835011
3	3.95839567		167.435011
4	4.06154604		

ANEXO N° 6: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 EN LA SEGUNDA SEMANA

N°	SEGUNDA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	390	400	415	440
2	310	410	420	450
3	370	410	415	445
4	370	400	430	460
5	390	405	430	455
6	390	390	435	445
7	315	400	420	440
8	345	405	425	445
9	390	400	415	465
10	340	405	430	450
11	345	395	410	505
12	395	400	415	435
13	385	385	420	455
14	315	405	410	450
15	395	395	410	460
16	395	395	430	445
17	395	410	435	440
18	395	405	420	450
19	390	405	430	455
20	390	395	435	435
21	380	395	435	460
22	380	395	410	445
23	370	395	425	440
24	385	395	430	435
25	360	410	410	450
TOTAL	9285	10005	10560	11255
PROMEDIO	371.4	400.2	422.4	450.2

ANEXO N° 7: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEGUNDA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	9285	371.4	751.083333
T1	25	10005	400.2	44.75
T2	25	10560	422.4	83.5833333
T3	25	11255	450.2	201

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	83784.75	3	27928.25	103.398072	5.8757E-30	2.6993926
Dentro de los grupos	25930	96	270.104167			
Total	109714.75	99				

PRUEBA DE DUNCAN

450.2	a	CME	270.104167
422.4	b	r	25
400.2	c	Sx	3.28696922
371.4	d		

2	9.59795013	440.60205	412.80205	390.60205
3	10.0909955			
4	10.353953			

**ANEXO N° 8: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA
TERCERA SEMANA**

N°	TERCERA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	760	810	910	940
2	770	780	875	880
3	760	780	820	950
4	745	805	875	900
5	605	840	830	930
6	715	785	875	865
7	760	880	930	920
8	690	845	905	825
9	680	755	935	870
10	760	800	850	1020
11	695	840	870	875
12	700	850	845	945
13	765	785	920	950
14	710	770	825	875
15	745	845	880	875
16	745	795	855	865
17	770	860	865	930
18	700	865	875	850
19	760	800	820	825
20	755	810	815	915
21	710	840	840	815
22	555	780	855	860
23	705	790	805	850
24	665	835	875	860
25	765	780	815	830
TOTAL	17990	20325	21565	22220
PROMEDIO	719.6	813	862.6	888.8

ANEXO N° 9: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA TERCERA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	17990	719.6	2833.16667
T1	25	20325	813	1162.5
T2	25	21565	862.6	1387.75
T3	25	22220	888.8	2479.75

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	416834	3	138944.667	70.6812777	3.2581E-24	2.6993926
Dentro de los grupos	188716	96	1965.79167			
Total	605550	99				

PRUEBA DE DUNCAN

888.8	a	CME	1965.79167
862.6	b	r	25
813	c	Sx	8.86744984
719.6	d		

2	25.8929535	862.907046	836.707046	787.107046
3	27.223071			
4	27.932467			

ANEXO N° 10: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA CUARTA SEMANA

N°	CUARTA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	1255	1250	1450	1405
2	1150	1305	1255	1350
3	1205	1200	1350	1455
4	1150	1155	1205	1305
5	1050	1355	1350	1250
6	805	1205	1505	1355
7	905	1400	1355	1300
8	1150	1250	1305	1400
9	1105	1155	1455	1205
10	1100	1200	1250	1350
11	1205	1405	1405	1305
12	1155	1350	1450	1355
13	1105	1305	1250	1255
14	1000	1305	1400	1305
15	1100	1150	1450	1455
16	1250	1155	1400	1250
17	900	1250	1355	1455
18	1155	1205	1450	1300
19	1150	1150	1205	1605
20	1255	1155	1200	1455
21	1250	1250	1305	1400
22	1055	1155	1400	1405
23	1150	1300	1405	1350
24	1105	1355	1355	1355
25	1000	1150	1350	1455
TOTAL	27710	31115	33860	34080
PROMEDIO	1108.4	1244.6	1354.4	1363.2

ANEXO N° 11: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA CUARTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	27710	1108.4	13397.3333
T1	25	31115	1244.6	7233.16667
T2	25	33860	1354.4	7742.33333
T3	25	34080	1363.2	7835.16667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1063680.75	3	354560.25	39.169272	1.2809E-16	2.6993926
Dentro de los grupos	868992	96	9052			
Total	1932672.75	99				

PRUEBA DE DUNCAN

1363.2	a	CME	9052
1354.4	a	r	25
1244.6	b	Sx	19.0283998
1108.4	c		
2		55.5629275	1307.63707
3		58.4171875	1304.78281
4		59.9394595	

ANEXO N° 12: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA QUINTA SEMANA

N°	QUINTA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	1850	1950	1850	1900
2	1700	1700	1650	2100
3	1850	1800	2050	2050
4	1650	1600	1800	1950
5	1400	1900	1900	2000
6	2000	2050	1850	2050
7	1850	1850	2000	1950
8	1700	1750	2100	1900
9	1850	1850	2000	2100
10	1500	1950	2050	2100
11	1900	1850	1900	2250
12	1700	1650	1700	2100
13	1600	1850	1850	1950
14	1400	1650	1900	2200
15	1700	1900	1900	1950
16	1450	1800	2000	2450
17	1650	1900	1950	1950
18	1950	1750	1900	1900
19	1700	1700	2000	2050
20	1550	1700	1500	1750
21	1600	1900	2200	1900
22	1850	1700	1650	2100
23	1550	1900	2000	2100
24	1450	1700	1700	1950
25	1750	1900	1850	1800
TOTAL	42150	45250	47250	50500
PROMEDIO	1686	1810	1890	2020

ANEXO N° 13: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA QUINTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	42150	1686	29900
T1	25	45250	1810	13125
T2	25	47250	1890	25416.6667
T3	25	50500	2020	21666.6667

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1474675	3	491558.333	21.8207713	7.3853E-11	2.6993926
Dentro de los grupos	2162600	96	22527.0833			
Total	3637275	99				

PRUEBA DE DUNCAN

2020	a	CME	22527.0833
1890	b	r	25
1810	b	Sx	30.0180501
1686	c		

2	87.6527064	1932.34729	1802.34729	1797.84459	1773.65271
3	92.1554139				
4	94.5568579				

ANEXO N° 14: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEXTA SEMANA

N°	SEXTA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	2350	2600	2355	2255
2	2255	2505	2200	2400
3	2500	2450	2450	2550
4	2650	2500	2505	2405
5	2650	2305	2750	2600
6	2250	2300	2205	2545
7	2305	2450	2500	2505
8	2555	2355	2505	2605
9	2450	2550	2700	2425
10	2100	2325	2855	2450
11	2550	2250	3000	3205
12	1955	2205	2105	2605
13	2205	2350	2000	2520
14	2300	2255	2755	3055
15	2100	2405	2700	2450
16	2200	2450	2800	2550
17	2550	2400	2605	2705
18	2650	2550	2550	2805
19	2000	2355	2705	2650
20	2305	2305	2700	2600
21	2205	2550	2805	2655
22	2700	2605	2400	2550
23	2105	2350	2405	2715
24	2305	2355	2450	2650
25	2450	2350	2550	2655
TOTAL	58645	60075	63555	65110
PROMEDIO	2345.8	2403	2542.2	2604.4

ANEXO N° 15: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEXTA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	58645	2345.8	46345.1667
T1	25	60075	2403	12777.0833
T2	25	63555	2542.2	60343.9167
T3	25	65110	2604.4	39523.5833

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1078288.75	3	359429.583	9.04283662	2.4814E-05	2.6993926
Dentro de los grupos	3815754	96	39747.4375			
Total	4894042.75	99				

PRUEBA DE DUNCAN

2604.4	a	CME	39747.4375
2542.2	a	r	25
2403	b	Sx	39.8735188
2345.8	c		
2		116.430675	2487.96933
3		122.411703	2481.9883
4		125.601584	2519.43067

ANEXO N° 16: PESOS VIVOS (g) DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEPTIMA SEMANA

N°	SÉPTIMA SEMANA			
	T0	T1	T2	T3
1	2850	3110	2880	2900
2	2755	3005	2950	2950
3	3010	2965	2995	3125
4	3150	3010	3045	2950
5	2960	2820	3290	3350
6	2770	2835	2845	2950
7	2835	2975	3025	3045
8	3055	2890	3045	3145
9	2960	3095	3245	2950
10	2630	2845	3385	2925
11	2875	2955	3515	3745
12	2495	3015	2850	3150
13	2640	2895	2950	3105
14	2750	2895	3275	3575
15	2645	2940	3225	3150
16	2600	2985	3315	2995
17	3060	2930	3130	3350
18	3150	3075	2990	3345
19	2540	2895	3230	3245
20	2640	3135	3215	3250
21	2725	3080	3305	2900
22	3200	3135	2945	3000
23	2490	2890	2950	2945
24	2845	2895	2995	3200
25	2950	3075	3095	3295
TOTAL	70580	74345	77690	78540
PROMEDIO	2823.2	2973.8	3107.6	3141.6

ANEXO N° 17: ANALISIS DE VARIANZA DE PESOS VIVOS DE POLLOS DE CARNE COBB 500 DE LA SEPTIMA SEMANA – PRUEBA DE DUNCAN

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
T0	25	70580	2823.2	44385.1667
T1	25	74345	2973.8	9290.16667
T2	25	77690	3107.6	32831.5
T3	25	78540	3141.6	47139

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1575984.75	3	525328.25	15.7229967	2.1497E-08	3.99240291
Dentro de los grupos	3207500	96	33411.4583			
Total	4783484.75	99				

PRUEBA DE DUNCAN

3141.6	a	CME	33411.4583
3107.6	a	r	25
2973.8	b	Sx	36.5576029
2823.2	c		

2	106.748201	3034.8518	3080.5482
3	112.231841	3029.36816	2867.0518
4	115.156449		

XI. IMAGENES



UBICACIÓN DE LOS POLLOS COBB 500 SEGÚN TRATAMIENTOS



PESO DE POLLOS COBB 500 –PRIMERA SEMANA



