

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO MICROENCAPSULADO DE JENGIBRE
(*Zingiber officinale*) SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE
ENGORDE”**

“Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para obtener el
grado de Médico Veterinario Zootecnista”

AUTOR:

PAMELA CELESTE NÚÑEZ SANAGUANO

TUTOR:

Ing. Jorge Ricardo Guerrero. Mg

Cevallos – Ecuador

2020

APROBACIÓN

“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO MICRO ENCAPSULADO DE JENGIBRE
(*Zingiber officinale*) SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE
ENGORDE”

REVISADO POR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Ricardo Guerrero', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

.....
Ing. Jorge Ricardo Guerrero. Mg.

TUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DEL EXTRACTO MICRO ENCAPSULADO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Médica Veterinaria Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no ponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este Informe Final, o de parte de él”.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“EVALUACIÓN DEL EXTRACTO MICRO ENCAPSULADO DE JENGIBRE (*Zingiber officinale*) SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDE”

APROBADO POR:

FECHA:



30-09-2020

Ing. Mg. Marco Pérez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

**EUCLIDES EFRAIN
LOZADA SALCEDO**

Firmado digitalmente por EUCLIDES EFRAIN LOZADA SALCEDO
Nombre de reconocimiento (DN): cn=EUCLIDES EFRAIN LOZADA
SALCEDO, serialNumber=190920140530, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2,
c=EC
Fecha: 2020.09.30 16:25:23 -05'00'

30-09-2020

Dr. Mg. Efraín Lozada Salcedo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN



30-09-2020

Ing. Gonzalo Aragadvay- Yungán

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

DEDICATORIA

Le dedico mi trabajo a mis Padres Fernando Núñez y Lupe Sanaguano, por siempre apoyarme incondicionalmente en mi vida personal y académica, por su arduo trabajo para poder seguir adelante como familia.

Agradezco primero a Dios, a mi familia y a mis docentes por brindarnos todos sus conocimientos para poder culminar mi carrera.

Índice general de contenidos

APROBACIÓN	ii
DERECHOS DE AUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN EJECUTIVO	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO	1
1.1. Antecedentes investigativos	1
1.2. Marco Conceptual	9
• El Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	9
• Principios activos y uso medicinal	10
• Extractos de plantas	11
• Microencapsulación	11
• Materiales utilizados para el proceso de microencapsulación	12
• Consumo de alimento, g	12
• Ganancia de peso, g	12
• Conversión alimenticia, g/g	12
• Mortalidad, %	13
• Rendimiento a la canal, %	13
• Índice de eficiencia europeo	13
• Pollos de engorde (Cobb 500)	13
1.3. Objetivos	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	15
METODOLOGÍA	15
2.1 Materiales y Equipos	15
• Ubicación del experimento	15
• Material vegetal	15

• Solutos y Solventes	15
• Equipos.....	16
2.2. Material de Laboratorio.....	16
2.3. Biológicos (Vacunas).....	16
2.4. Factores de estudio.....	16
2.5. Variables respuesta.....	17
2.5.1 Indicadores productivos	17
• Peso inicial, g	17
• Peso final, g.....	17
• Consumo de alimento, g.....	17
• Ganancia de peso, g.....	17
• Conversión alimenticia, g	17
• Mortalidad, %	18
• Rendimiento a la canal, %	18
• Índice de eficiencia europeo	18
• Índice Ingalls-Ortiz (IQR).....	18
2.6. Tratamientos	19
2.7. Análisis estadístico	19
2.9. Metodología	20
• Preparación del extracto alcohólico del rizoma del <i>Z. officinale</i>	20
• Preparación del microencapsulado del extracto puro de rizoma de jengibre (<i>Z. officinale</i>)	20
• Preparación del galpón y recibimiento de animales	21
CAPÍTULO III.....	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Tabla 5. Índices productivos en la línea COBB 500 (Etapa acumulada) con la adición de microencapsulado de <i>Z. officinale</i>	23
CAPÍTULO IV.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
Conclusiones	27
Recomendaciones	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXO 1.....	33

Tabla 6. Formulación de dietas en etapa inicial (0-14 días)	38
Tabla 7.Requerimientos etapa inicial Cobb 500	39
Tabla 8. Formulación de dietas en etapa crecimiento (15-28 días)	40
Tabla 9. Requerimientos Etapa Crecimiento	41
Tabla 10. Formulación de dietas etapa de engorde (29-46 días)	42
ANEXO 3	
Tabla 12.Costos de Producción en la etapa final de pollos en la línea COBB 500	44
Tabla 13. Índice Ingalls-Ortíz	45

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación taxonómica del Z. officinale	9
Tabla 2. Condiciones Meteorológicas	15
Tabla 3. Descripción de los tratamientos	19
Tabla 4 Índices productivos en la línea Cobb con la adición de microencapsulado de Z. officinale	22
Tabla 5. Índices productivos en la línea COBB 500 (Etapa acumulada) con la adición de microencapsulado de Zingiber officinale	23
Tabla 6. Formulación de dietas en etapa inicial (0-14 días)	38
Tabla 7.Requerimientos etapa inicial Cobb 500	39
Tabla 8. Formulación de dietas en etapa crecimiento (15-28 días)	40
Tabla 9. Requerimientos Etapa Crecimiento	41
Tabla 10. Formulación de dietas etapa de engorde (29-46 días)	42
Tabla 11. Requerimientos etapa engorde	43
Tabla 12.Costos de Producción en la etapa final de pollos en la línea COBB 500	44
Tabla 13. Índice Ingalls-Ortíz	45

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los niveles de inclusión de *Zingiber officinale* microencapsulado (0.03, 0.035 y 0.04%) y su efecto en los índices productivos en la crianza de pollo de engorde, así como el costo beneficio e índice de Ingalls-Ortiz por tratamiento; el diseño experimental que se utilizó en este ensayo fue un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, comportándose uno como testigo y 10 repeticiones con un total de 10 unidades experimentales (400 pollos en total) con el respectivo análisis de Tukey al 5%; la elaboración del microencapsulado constó de dos fases, la primera en la cual se maceró el *Zingiber officinale* con alcohol etílico al 99.9% en una relación 2:1 y se lo dejó reposar en un frasco ámbar durante 72 horas, obteniéndose un extracto de jengibre (*Z. officinale*), el mismo que fue llevado al rotavapor; en la segunda fase se utilizó la maltodextrina y goma arábiga como componentes microencapsulantes del extracto puro, los cuales fueron homogenizados en proporciones iguales, una vez obtenida la emulsión se procedió a realizar el secado por aspersion a una temperatura de entrada de 150 °C y de salida de 85 °C. Una vez obtenido el extracto microencapsulado de *Z. officinale*, el cual fue añadido en la dieta de los pollos de engorde en las siguientes concentraciones: 0.03%, 0.035% y 0.04% por Tn a la dieta, evaluándose las tres etapas de desarrollo del pollo de engorde así: inicial (0 a 14 días), crecimiento (15-28 días) y etapa final (29-46 días), se concluye que la adición de *Zingiber officinale* microencapsulado al 0,035 % en la dieta existe diferencia estadística significativa en la etapa acumulada en las variables de peso final (2769,39, g); ganancia de peso(2726,61, g) y conversión alimenticia(1,71)

Palabras clave: *Zingiber officinale*, microencapsulado, extracto alcohólico

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the inclusion levels of microencapsulated *Zingiber officinale* (0.03, 0.035 and 0.04%) and its effect on the productive indexes in the rearing of broilers, as well as the cost benefit and Ingalls-Ortiz index per treatment; the experimental design used in this trial was a completely randomized design (DCA) with four treatments, one behaving as a control and 10 repetitions with a total of 10 experimental units (400 animals in total) with the respective Tukey analysis at 5 %; The preparation of the microencapsulation consisted of two phases, the first in which the *Zingiber officinale* was macerated with 99.9% ethyl alcohol in a 2: 1 ratio and left to stand in an amber bottle for 72 hours, obtaining a ginger extract, the same that was taken to the rotavapor; In the second phase, maltodextrin and gum arabic were used as microencapsulating components of the pure extract, which when homogenized in equal proportions with the extract and subsequent spray drying at an inlet temperature of 150 °C and an outlet temperature of 85 °C ; The microencapsulated product is obtained which was added to the animals, aided by a micro mixer in the concentrations of 0.03%, 0.035% and 0.04% by Tn to the diet, evaluating the three stages of development of the broiler chicken as follows: initial (0 at 14 days), growth (15-28 days) and final stage (29-46 days), it is concluded that the addition of *Zingiber officinale* in the first stage did not show a significant difference, in the growth stage the T1 (0.03%) the food consumption variable was highly significant with a value of 1342.70 in T1 (0.03%), significant in the variable weight gain 948.52 and food conversion of 1.42; the final stage behaved with the best productive performance to the addition of both 0.03% and 0.035%. being the best the one that corresponds to T2 (0.035%) with a weight of 1598.47, final weight of 2769.39 and a feed conversion of 1.84.

Keywords: *Zingiber officinale*, microencapsulated, alcoholic extract

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

La investigación realizada por Shiva *et al* (2012) determinó la eficacia de la adición a la dieta de *Origanum vulgare* y *Zingiber officinale* deshidratado sobre tres índices productivos: ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en un total de 624 pollos de engorde de la línea Cobb 500, a los cuales se los distribuyó en cuatro tratamientos de manera aleatoria y 4 repeticiones por cada una; además se tomó muestras histológicas de órganos como el hígado e intestino, de los cual 4 muestras se tomó al día 12 y 2 muestras al día 42 de edad de los animales, para observar posibles intoxicaciones o alteraciones de la morfometría del yeyuno. Los tratamientos estuvieron distribuidos de la siguiente manera: T1 Dieta APC: Grupo control, con antibiótico promotor de crecimiento (bacitracina metilen disalicilato [BMD 1 kg/TM de alimento] y sulfato de colistina [8% 0.25 kg/TM de alimento]) y sin extracto de plantas, T2 Dieta AEO: Con aceite esencial de orégano (1 kg/TM de alimento), T3 Dieta JD: Con extracto de jengibre deshidratado (1 kg/TM de alimento) y finalmente Dieta SPC: Sin antibiótico promotor de crecimiento ni extracto de plantas, el respectivo análisis estadístico determinó que no existió significancia entre grupos, y las aves muestreadas de todos los tratamientos presentaron alteraciones en yeyuno e íleon.

Garrido (2017) al evaluar el uso de *Zingiber officinale* en conejos raza neozelandés con tres niveles de inclusión de 700, 800 y 900 mg/Kg de concentrado en las etapas de crecimiento y engorde, para lo cual emplearon 40 animales, divididos en 20 hembras y 20 machos con un peso promedio de 1.18 Kg; el experimento se los distribuyó en bloques completamente al azar con arreglo combinatorio de dos factores así: *Zingibre officinale* y condición sexo, los resultados obtenidos manifestaron alta significancia ($P < 0,01$) sobre los índices productivos de ganancia de peso y conversión alimenticia, siendo el mejor

tratamiento el T3 con la adición de 900 mg, con respecto a otros índices como consumo de forraje, consumo de balanceado, peso final, rendimiento a la canal no existieron significancia entre grupos experimentales, finalmente la condición sexo existió significancia entre machos y hembras, siendo los primeros con mayor peso a la canal y rendimiento a la canal.

Crus (2019), al estudiar el *Zingiber officinale* adicionado en el balanceado como promotor de crecimiento en 40 cuyes machos raza Perú en un período de 60 días y entre dos etapas: crecimiento y engorde, para lo cual administraron tres concentraciones de 0.07, 0.08 y 0.09%, existiendo una dieta control a la cual no se le adicionó *Zingiber officinale*, estadísticamente valoraron mediante ANOVA y prueba de Tukey al 5%, obteniéndose como resultado una significancia entre tratamientos ($P < 0.05$), concluyendo que el T3 con la adición de 0.09% de inclusión de *Zingiber officinale* fue el de mejor conversión alimenticia.

Golshan *et al* (2015) investigó el efecto como antibiótico promotor de crecimiento a la *Ortica dioica* y *Zingiber officinale* evaluando su eficacia sobre la capacidad antioxidante como inmunitaria sobre pollos de engorde línea Ross 308 en un total de 450 animales, distribuidos en seis tratamientos dietarios ofrecidos en el alimento, con cinco repeticiones cada una, los tratamientos consistieron de la siguiente manera: T0 dieta basal como grupo control, T2 antibiótico promotor de crecimiento, T3 100 mg/Kg de Vitamina E, T4 2g/Kg de polvo de *Ortica dioica*, T5 4gr/Kg de *Zingiber officinale* en polvo y finalmente el T6 combinados 2gr/Kg de *Ortica dioica* +2 gr/Kg de *Zingiber officinale* En el día 8 se inyectaron los virus de Newcastle e Influenza, y al día 30 midieron títulos de anticuerpos contra Newcastle, Influenza, seleccionando dos pollos de engorde en los cuales evaluaron la capacidad antioxidante del suero. Los títulos de anticuerpos contra los virus de Newcastle e Influenza no fueron influenciados significativamente por los tratamientos dietéticos ($P > 0.05$). Mientras que la capacidad antioxidante del suero se mostró significativamente elevada por el tratamiento T6 combinación de 2gr/Kg de *Ortica dioica* +2 gr/Kg de *Zingiber officinale* ($P < 0.05$). Concluyendo los autores que la combinación entre *Ortica dioica* + *Zingiber officinale* mejoran la capacidad antioxidante sérica de los pollos de engorde.

La investigación realizada por Ademola *et al* (2009) tuvieron como objetivo determinar los efectos del *Allium sativum* y *Zingiber officinale* y sus combinaciones en índices productivos como crecimiento, midieron lípidos séricos e índices hematológicos generales en 396 pollos de engorde divididos en 10 tratamientos y cinco repeticiones por cada una. El *Allium sativum* y *Zingiber officinale* agregaron a las dietas de pollos de engorde en concentraciones de 1, 1.5 y 2%, además formularon cuatro mezclas de *Allium sativum* y *Zingiber officinale*. La dieta de control no contenía ningún ingrediente de *Allium sativum* y *Zingiber officinale*. Los resultados mostraron que el *Allium sativum* y *Zingiber officinale* y sus combinaciones dietéticas influyeron significativamente en los pesos vivos finales de pollos de engorde ($P < 0.001$) ganancia de peso y conversión alimenticia, con respecto a los índices hematológicos no existió diferencias significativas, a excepción de conteo de células blancas en donde existió una disminución muy marcada el uso de todos los componentes de *Allium sativum* y *Zingiber officinale* y sus combinaciones

Barriga (2016) investigó la eficiencia de la adición de *Zingiber officinale* y *Origanum vulgare* en el balanceado de pollos de engorde línea Cobb 500, el diseño experimental constó de 200 animales distribuidos de manera aleatoria, con 5 tratamientos y un testigo y compuesto de 5 repeticiones cada uno y 10 animales por cada repetición; conformado los tratamientos de la siguiente manera: T0= Testigo. T1= 300 mg de *Zingiber officinale* (150mg) más *Origanum vulgare* (150mg) /kg de balanceado. T2= 350 mg de *Zingiber officinale* (175mg) más *Origanum vulgare* (175mg) / kg de balanceado. T3= 400 mg de *Zingiber officinale* (200mg) más *Origanum vulgare* (200mg)/ kg de balanceado, evaluaron índices productivos como ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y rendimiento a la canal, observaron que entre fases de crecimiento y engorde no hubo diferencias significativas entre tratamientos, mientras que el T2 se comportó como el mejor en la fase de engorde, presentando significancia ($P < 0.05$) en los índices productivos de ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal.

La investigación detallada a continuación fue realizada por Dieumou *et al* (2009) y lo realizó en pollos de un día de la línea de acres Arbor, en los cuales suplementaron

mediante sonda estomacal aceite esencial de *Zingiber officinale* y *Allium sativum* y evaluaron algunos parámetros como: hematológicos, rendimiento del crecimiento y la población microbiana intestinal de pollos de engorde. Cuarenta y dos se organizaron en un experimento factorial fraccionado de un diseño completamente aleatorio desequilibrado y asignaron a tres tratamientos administrados, excepto para el tratamiento control en tres dosis 0 (Control), 10 mg / kg / día, 20 mg / kg / día y 40 mg / kg / día. Todas las dietas fueron isonitrogenadas, conteniendo 22% y 19% de proteína cruda en los períodos inicial y final, respectivamente. La prueba duró siete semanas y no hubo diferencias en la ingesta de alimento, el aumento de peso corporal y la relación de conversión alimenticia entre las aves.

El estudio realizado por Oleforuh-Okoleh *et al* (2014) evaluó el efecto del *Zingiber officinale* molido y el *Allium sativum* en el crecimiento, la calidad de la canal y la economía de la producción de pollos de engorde, asignaron aleatoriamente 100 pollos de engorde a cinco tratamientos los cuales los identificaron como T1, T2, T3, T4 y T5. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones con cinco animales por repetición. Las aves en T1 sirvieron como control, las de T2 y T3 recibieron *Zingiber* molido y *Allium Sativum* en polvo a 14 g / kg de la dieta, respectivamente, mientras que los T4 y T5 recibieron *Zingiber officinale* molido y *Allium sativum* en infusión a base de agua a 50 ml / litro de agua potable respectivamente. Existieron variaciones significativas ($p < 0.05$) entre el control y otros tratamientos en el peso final, ganancia de peso, ingesta diaria de alimento y conversión ali

menticia. Las aves alimentadas con *Allium sativum* tuvieron mejor conversión alimenticia que las alimentadas con *Zingiber officinale*. Las aves alimentadas con la forma de polvo mostraron un mejor rendimiento ($p < 0.05$) en los tres índices nombrados anteriormente que las alimentadas con la infusión a base de agua. El uso de los ingredientes de la prueba tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el peso de la grasa abdominal. Se observó un mejor rendimiento cuando se administraron en forma de polvo.

El estudio realizado por Rahman *et al* (2015) determinó los efectos de los extractos de la hoja de Neem y *Zingiber officinale* como promotores del crecimiento del pollo de engorde, el total de pollos de engorde de cuarenta días de edad se repartieron en cuatro grupos así: T0, T1, T2 y T3 que se complementaron con una combinación de extractos de hoja de Neem y *Zingiber officinale* a 0 ml, 1 ml, 2 ml y 3 ml / litro de agua potable, respectivamente. Se tomaron registros semanales para peso corporal vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, eficiencia alimentaria y parámetros sanguíneos de los animales hasta completar las seis semanas, concluyendo que la adición de 1ml de los extractos en el agua bebida (T2) de los pollos resultó significativa entre tratamientos ($P < 0.05$), comportándose como el de mejor eficiencia en la ganancia de peso, conversión alimenticia y peso final de los animales en experimentación.

Moncada (2015) evaluó la adición de *Zingiber officinale*, en 20 lechones de 40 días de edad, raza York x Landrace en la cual incluyó tres niveles a dosis de 300 mg/kg, 350 mg/kg, 400 mg/kg en el alimento, frente a un tratamiento testigo (0 mg/kg), los animales fueron divididos en cinco repeticiones con una unidad experimental por cada tratamiento, en un diseño completamente al azar. Concluyó que en la etapa de crecimiento el T3 (400mg/Kg) resultó ser el más eficiente con valores en peso final (47,84 kg), ganancia de peso (39,23 kg) y conversión alimenticia (2,33); de igual forma se obtuvieron los mejores resultados en la etapa de engorde en cuanto a peso final (90,27 kg), ganancia de peso (42,43 kg), largo del cuerpo (114,40 cm) y una eficiente conversión alimenticia (2,34)

La investigación realizada por Saleh *et al* (2014) en la cual evaluaron los índices productivos, bioquímicos, hematológicos e inmunológicos de 105 pollos de la línea Ross 208 divididos en siete grupos, conformado cada uno de 15 animales; de un día de nacidos, existió un grupo control que no recibió ni aceite de tomillo ni de jengibre; mientras que los otros grupos experimentales se los adicionó dosis de 100 gr/Kg, 200 gr/Kg y 300 mg/Kg de cada uno de los aceites esenciales respectivamente, adicionados en la formulación del balanceado y los resultados obtenidos en los índices productivos o

performance del pollo, no mostraron diferencia significativa entre tratamientos, mientras que en los parámetros hematológicos e inmunológicos como la fagocitosis fueron de gran importancia en el experimento, ya que mostraron diferencias entre grupos experimentales ($P < 0.05$) siendo esta investigación importante al tomar las dosis como referencia bibliográfica en la presente investigación.

La investigación realizada por Acuna y Torres (2010) detalla la deshidratación, como uno de los métodos utilizados para la microencapsulación de los principios activos del rizoma de jengibre (*Z. officinale*), a través de procesos de secado en una estufa de aire caliente, a tres diferentes tipos de temperatura (55 °C, 65 °C, 75 °C), observando que los principios activos se conservaron a la temperatura más alta, concluyendo los autores que los procesos térmicos, a tiempos cortos previenen las pérdidas funcionales y nutricionales, a lo cual el proceso de secado iniciaron en 75 °C, el cual duró 90 minutos, culminando en 55 °C hasta llegar al secado total del rizoma, la investigación valoró aspectos en los procesos de metabolismo gastrointestinal que no permite que varias sustancias bioactivas del jengibre (*Z. officinale*), sean utilizadas por el organismo de manera adecuada, ya que en ciertas partes del tracto gastrointestinal se pierden o se desnaturalizan.

La investigación realizada por Fabela-Morón M *et al* (2016) demuestra que el método de secado por aspersion para la microencapsulación de oleorresina de cúrcuma, rizoma de la familia de las Zingiberáceas, la cual pertenece también el jengibre, para lo cual utilizaron, la goma arábica, inulina y concentrado de proteína de suero de leche como materiales de pared, los cuales dieron como resultado excelente productividad en la encapsulación, en la cual valoraron en la partícula condiciones de : fluidez, geometría, tamaño, densidad aparente o empacada, como características básicas al momento de almacenarse o adicionar en alimentos o como producto farmacéutico, la investigación detallada en la presente investigación consideró la metodología de secado por aspersion, al ser la más utilizada en el proceso de microencapsulación, con la formación de un material estable.

Arteaga y Arteaga (2016) investigaron sobre los materiales de pared que produjeron mejor retención en las propiedades funcionales del arándano, para lo cual utilizaron una combinación de tres productos: goma arábica, maltodextrina y almidón modificado;

siendo la mejor proporción de 4:1:1, la cual logró ser la de mejor eficiencia (91,58%) y de mejor estabilidad de la partícula micro encapsulada, además que con esta combinación ternaria alcanzaron una mejor protección del producto, siendo aún mejor la goma arábiga sola, concluyendo que ésta tecnología se ha convertido una manera óptima de utilizar las sustancias funcionales del arándano, ésta metodología fue importante en la presente investigación, debido a que en la misma se utilizó la maltodextrina como producto de pared, en la formación de las microcápsulas.

La investigación realizada por Negrete y Secaira (2016) demostró el uso de la goma arábiga y maltodextrina como una combinación adecuada al monto de encapsular y secado por aspersión de aceites esenciales de *Curcuma longa* y *Zingiber officinale* como posibles aditivos alimentarios en piscícolas, manifestando ésta sinergia entre los productos de pared de estabilidad de las partículas por la disminución de la humedad de las mismas, con reducción en su superficie de poros y grietas en las partículas formadas, la cual fue comprobada por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), la correspondiente eficiencia del proceso de microencapsulación la comprobaron a través del uso de cromatografía de gases acoplado a masas y Espectroscopia Infrarroja.

Saenz de Rodrigáñez *et al* (2018) estudiaron 4 productos micro encapsulados en la alimentación y viabilidad de larvas del pejelagarto, especie importante en la industria acuícola en México, para lo cual tuvieron 4 tratamientos y un control; así: T1 harina de pescado micro encapsulada, T2 harina de pescado y pollo micro encapsulada, T3 micro encapsulado con *Nannochloropsis gaditana*, T4 pancreatina micro encapsulada y finalmente el control de Nauplios de *Artemia* (Na), teniendo como resultado que el tratamiento microencapsulado de *Nannochloropsis gaditana* y de pancreatina micro encapsulada, resultaron en la mejor supervivencia de las larvas de pejelagarto, concluyendo que la alimentación de micro encapsulados en ésta especie de importancia acuícola dio resultados positivos.

Castañeda *et al* (2011) en su revisión bibliográfica detalla la importancia de micro encapsular en el cual la conceptualizan como el hecho de empaquetar un componente bioactivo incluido dentro de una cápsula del tamaño de máximo de una micra, el cual

permite trabajar con varios productos y sustancias como: alimentos de todo tipo, aceites, extractos, bacterias, fármacos y varios aditivos alimentarios, también detallan los productos utilizados al momento de encapsular, siendo los más utilizados las sustancias biopoliméricas como alginatos, carbohidratos, gomas, proteínas, los investigadores detallan que un proceso previo al secado y muy importante es la formación de emulsiones, que no es más que productos surfactantes que actúan como estabilizadores de los productos a micro encapsular y además recalcan que la técnica de secado por aspersión se la considera como el proceso de mayor uso al momento de micro encapsular una gama extensa de productos o alimentos.

Esquivel *et al* (2015) detallan en su investigación bibliográfica sobre la importancia del uso correcto de la técnica de micro encapsulación por secado de aspersión, el cual al ser muy bien utilizado en frutas, vegetales, rizomas y un agama de sustancias y productos, dependerá su eficiencia de varios factores como: temperatura de entrada en el secado, naturaleza biológica del compuesto, velocidad de flujo de alimentación y proporción del agente o agentes micro encapsulantes, a lo cual concluye el autor que afectará directamente en el porcentaje de retención del compuesto de interés como su estabilidad al transcurrir el tiempo.

Zehra *et al* (2019) detallan una interesante investigación sobre los metabolitos secundarios que muchos plantas de uso medicinal pueden contener dentro de sus componentes principales, resumiendo varios de ellos así: alcaloides, terpenos, cumarinas, flavonoides, antiinflamatorios, antihipertensivos, antihelmínticos, antiespasmódicos, anticancerosos y entre otras actividades biológicas; especificando para jengibre sustancias como el gingerol, zingiberene como importantes componentes de ésta planta, convirtiéndose para la farmacéutica en un potencial recurso de medicina alternativa.

López *et al* (2015) en su investigación tuvo como objetivo el micro encapsular sabores que suelen usarse con frecuencia en las industrias alimentarias y de la farmacéutica, los cuales verificaron mediante micro encapsulación su efectividad ya demás de evitar la redispersión posterior del sabor de la menta, limón, naranja y frutos rojos. Los resultados

obtenidos fueron un excelente rendimiento de micro encapsulación comprobado mediante espectroscopia infrarroja, además la formación de una nanoemulsión que permite una homogeneidad del sabor.

Gómez-Rodríguez *et al* (2013) tuvieron como objetivo el estudio de los efectos hepatoprotectores de un extracto hidroalcohólico del rizoma de jengibre, para lo cual utilizaron 42 ratas Wistar, albinas, macho (180-200 g de peso) distribuidas aleatoriamente en 7 grupos; de los cuales 4 grupos administraron extracto hidroalcohólico por vía oral así: (20,08; 54,58; 148,4 y 244,69 mg/kg) respectivamente como un pretratamiento, durante 8 días seguidos, al llegar al último día administraron acetaminofén a dosis de (750 mg/kg) intraperitonealmente, otro grupo recibió N-acetil-cisteína a dosis de (1200 mg/kg) como dosis única más acetaminofén, y el tratamiento control sobredosis de acetaminofén, obtuvieron muestras séricas para poder medir de manera cualitativa las enzimas alanino amino transferasa, y aspartato amino transferasa y finalmente realizaron un estudio histopatológico del hígado de todos los tratamientos como el control, finalmente los resultados obtenidos fueron que el extracto ejerció un efecto protector sobre las enzimas hepáticas, por ende disminuyendo los efectos tóxicos del acetaminofén favoreciendo procesos antioxidantes y de homeostasis.

1.2.Marco Conceptual

- El Jengibre (*Zingiber officinale*)

Tabla 1 Clasificación taxonómica del *Z. officinale*

Taxonomía	
Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Zingiberaceae
Género:	Zingiber
Especie:	<i>Z. officinale</i>

Fuente: Roscoe 1807

El rizoma de *Zingiber officinale* se la utilizado de manera ancestral como condimento en la cocina así como en la curación de varias dolencias en el tracto gastrointestinal, además por sus efectos antieméticos, expectorantes, antigripales y principalmente desintoxicantes, de mucho uso en la culinaria asiática por sus múltiples beneficios Salgado (2011); es una herbácea, que pertenece a la familia de la Zingiberáceas, de tipo perenne, rizoma carnoso y grueso, de aproximadamente 1 metro de altura, el uso se lo da a su raíz en todo el mundo Salgado (2011); contienen altos contenidos de gingeroles que actúan como el ácido acetilsalicílico de efecto antiinflamatorio Siedentopp (2008). Con el pasar de los años y la resistencia antimicrobiana que producen los diferentes antibióticos, obliga el profundizar el estudio de las plantas medicinales el cual siempre requerirá de varios procesos de conocimientos tanto investigativos como industriales, es decir equipos multidisciplinarios que engloben una cadena productiva, en la cual se encuentre el Gobierno como autor principal, y seguido de cadenas productivas de producción, transformación y comercialización (Pamo- Reyna 2009).

- **Principios activos y uso medicinal**

El jengibre se compone principalmente por dos componentes mayoritarios: aceites esenciales y resinas, entre los componentes del aceite que representan del 0,3 al 3,3,% tenemos: zingibereno, dextrocamfeno, felandreno, metilheptenona, pinol, linalol, geraniol, citral, borneol, zingiberol (característica del olor), curcumeno y alfafarneseno de la familia de los sesquiterpenos, y entre los compuestos de las resinas con un porcentaje del 5 al 8%, responsables de su sabor picante, tenemos el gingiberol, zingiberona principalmente Salgado (2011), entre los nutrientes más destacados encontramos el agua (81%) y los hidratos de carbono con 11%, entre los minerales presentes se encuentra el potasio, fósforo, magnesio y hierro, con respecto a los compuestos gingerol tienen características parecidas al ácido acetilsalicílico, manifestando efectos analgésicos, además actúa en el tracto gastrointestinal, el cual evita la flatulencia, los espasmos y náuseas, además actúa como colagogo, colerético, antiemético, posee otros efectos

importantes como antirreumáticos, anticolesterolémicos e inhibidores del sistema nervioso central (Siedentopp 2008)

- **Extractos de plantas**

El uso de los fitomedicamentos se ha convertido en una terapéutica importante en el siglo XX, lo cual ha venido revolucionando las alternativas de tratamiento de enfermedades, dolencias Bermúdez *et al* (2007), las diferentes técnicas utilizadas para la obtención de los componentes biológicos del rizoma de jengibre (*Zingiber officinale*) como de otras plantas y su eficacia dependerá del tipo de extracción a usar, además se debe recalcar que las condiciones antimicrobianas, antioxidantes y antifúngicas tanto en vivo como in vitro estarán relacionados directamente a los diferentes mecanismos de extracción, especie botánica y de su época de recolecta, así como de su órgano a utilizar esto es: raíces, hojas y semillas (Hernández *et al* 2007).

- **Microencapsulación**

La microencapsulación se la conoce como un sistema que actúa sobre varias sustancias bioactivas de sustancias gaseosas o líquidas, como de la conservación de las propiedades físico químicas Jackson y Lee (1991), las sustancias a ser microencapsuladas se las introduce en matrices heterogéneas, homogéneas o de pared, con el fin de protegerlas de sustancias del propio organismo que pueden generar oxidación, además una de las ventajas de las sustancias microencapsuladas permiten controlar la liberación de manera global los componentes bioactivos Hossien y Shahin (2012), El-Salam y El-Shibiny (2015); el proceso de cubierta de productos o sustancias puede determinar su liberación, ésta puede ser gradual o inmediata, al inicio o final del ciclo, también por temperatura y pH Schatzman (2008); el proceso de microencapsulación manifiesta muchas opciones en la tecnología de desarrollo de la técnica, todo depende de las necesidades industriales de los alimentos, los cuales se ven protegidos por el medio ambiente tanto externo como biológico interno Usme *et al* (2013), los materiales usados para el proceso de microencapsulado determinaran la eficiencia y estabilidad del producto, el criterio de elección del agente encapsulante dependerá de sus características propias así como las de la sustancia a encapsular, además de la compatibilidad entre ellas (Jackson y Lee 1991)

- **Materiales utilizados para el proceso de microencapsulación**

Los materiales utilizados para el proceso de microencapsulación pueden ser variados así: gelatina, grasas, aceites, goma arábica, alginato de calcio, ceras, almidón de trigo, maíz, arroz, papa, nylon, ciclodextrina, maltodextrina, caseinato de sodio, proteína de lactosuero, proteína de soya, alginato, quitosano, K-carrageno, clasificadas todas estas dentro de grupos como gomas, lípidos, proteínas, celulosas, carbohidratos y materiales inorgánicos como lo detalla Parra (2010), Pérez-Leonard *et al* (2013), Jackson y Lee (1991), convirtiéndose las ciclodextrinas en un opción muy adecuada al ser moléculas estables química y físicamente formando amplios complejos con variadas sustancias orgánicas como vitaminas, extractos y aceites Hedges *et al* (1995), Schatzman (2008).

Índices productivos

- **Consumo de alimento, g**

Conceptualmente se le considera como el índice que pesa la cantidad de alimento consumido en un período de tiempo, en aves de engorde específicamente el pesaje se lo hace diariamente y se trabaja con la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento Desperdiciado (g)}.$$

- **Ganancia de peso, g**

Este índice evalúa el peso del animal al inicio y final del experimento, el cual puede ser considerado en diferentes etapas como en la acumulada. Esta ganancia se determina, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

- **Conversión alimenticia, g/g**

Es una medida indicativa de productividad de cualquier animal de abasto y se la define como la relación entre el alimento consumido y el peso que ganan los animales. Se la obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento (g)}}{\text{ganancia de peso (g)}}$$

- **Mortalidad, %**

La mortalidad no es considerando un índice productivo; sino más bien un dato porcentual importante, que permite valorar todo el proceso experimental sanitario de los animales, y se lo calcula con la fórmula siguiente:

$$\text{Mortalidad (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas}}{\text{Número de aves totales}} * 100$$

- **Rendimiento a la canal, %**

Conceptualmente se la considera a este índice productivo como el peso a la canal, el cual es tomado de lo que pesa el pollo en pie, menos lo que representa el quinto cuarto, (cabeza, cuello, plumas, patas y vísceras)

$$\text{Rendimiento a la canal} = \frac{\text{Peso a la canal}}{\text{Peso vivo}} * 100$$

- **Índice de eficiencia europeo**

Índice relacionado a estado productivo animal, en el cual se valora el rendimiento total de la camada y se la obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IEE} = \frac{\text{Viabilidad\%} * \text{Peso promedio al sacrificio}}{\text{Edad en días} * \text{conversión alimenticia}} * 100$$

- **Pollos de engorde (Cobb 500)**

La línea Cobb 500 se lo considera como el pollo de engorde más eficiente del mundo, ya que es el que mantiene una mayor conversión alimenticia, así como mejor crecimiento en menor tiempo, que se transforma en disminución del precio de gasto para el productor, siendo los Cobb machos de mayor rendimiento con respecto a otras líneas (Rosero *et al* 2012).

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el extracto de jengibre (*Zingiber officinale*) microencapsulado sobre los índices productivos en pollos de engorde.

Objetivos específicos

- Evaluar el nivel inclusión (0; 0.03; 0.035 y 0.04%) del extracto de jengibre (*Zingiber officinale*) microencapsulado
- Determinar los índices productivos en pollos de engorde línea Cobb 500
- Analizar el C/B de los tratamientos

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y Equipos

- **Ubicación del experimento**

El estudio experimental constó de dos fases: la primera se la realizó en el laboratorio de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato; mientras que en la segunda fase se realizó la investigación en la ciudad de Baños de Agua Santa, en el sector Puntzan vía Luna Runtun en la provincia de Tungurahua, que posee un clima lluvioso tropical.

Tabla 2. Condiciones Meteorológicas

Parámetros	Valor
Temperatura, °C	17.5
Latitud	1°20'24.0"
Altitud, msnm	1 798
Precipitación, mm	1597

Fuente: INAMHI 2019

- **Material vegetal**

Rizoma de *Zingiber officinale*

- **Solutos y Solventes**

- Goma arábica
- Maltodextrina
- Alcohol etílico 99%
- Agua destilada

- **Equipos**
- Estufa
- Balanza técnica Mettler Toledo XPE (cap.: 5kg; 1 gr)
- Mini Spray Dryer BUCHI B-191 Suiza
- Rotavapor IKA-RV
- Homogeneizador Ultraturrax T 25 (IKA WERK)

2.2. Material de Laboratorio

- Frascos ámbar de 200 ml
- Probetas 200 ml
- Vasos de precipitación 200 ml
- Fundas Ziploc medianas

2.3. Biológicos (Vacunas)

- Bronquitis (Massachusetts H120)
- Newcastle (La Sota)
- Gumboro (GM97)

2.4. Factores de estudio

Microencapsulado de rizoma de *Zingiber officinale*

- T0: 0% microencapsulado
- T1: 0.03% microencapsulado
- T2: 0.035 % microencapsulado
- T3: 0.04 % microencapsulado

En dietas de pollos de engorde Cobb 500

2.5. Variables respuesta

2.5.1 Indicadores productivos

- **Peso inicial, g**

Se registró el peso de los pollos individualmente con la ayuda de una balanza digital con precisión de ± 0.1 g (Salmanzadeh 2015)

- **Peso final, g**

Se obtuvo el peso a los 14, 28 y 46 días de la experimentación, el registro para la toma de datos se realizó de manera individual a los pollos con la ayuda de una balanza digital con precisión de ± 0.1 g (Crus 2019)

- **Consumo de alimento, g**

Se lo realizó a voluntad (3 días), posteriormente se alimentó a los pollos de acuerdo a los requerimientos de Cobb 500. Registrando diariamente el peso del alimento suministrado y el sobrante. (Christiana *et al* 2019)

- **Ganancia de peso, g**

La ganancia de peso por etapas se obtuvo por diferencia entre cada una de ellas, y la ganancia de peso acumulada fue la diferencia entre el peso final y peso inicial (Barazesh *et al* 2013)

- **Conversión alimenticia, g**

La conversión alimenticia se la sacó por etapa y de manera acumulada de la siguiente manera:

- Conversión Alimenticia etapa = $\text{Alimento consumido etapa} / \text{Ganancia de peso etapa}$
- Conversión Alimenticia acumulada = $\text{Alimento consumido acumulada} / \text{Ganancia de peso final}$ (Karangiya *et al* 2016)

- **Mortalidad, %**

Este índice fue evaluado en porcentaje, mediante el conteo de los animales muertos de cada etapa y tratamiento. (Saleh *et al* 2014)

- **Rendimiento a la canal, %**

El peso a la canal fue tomado a partir de los animales faenados, con un ayuno previo de agua y comida de 8 horas, para la toma del peso de los pollos faenados se retiró: cabeza, cuello, plumas, patas y vísceras, este resultado fue dividido para el peso de los pollos en pie, y multiplicado por 100% (Oleforuh-Okoleh *et al* 2014)

- **Índice de eficiencia europeo**

Este índice fue obtenido en el acumulado del desempeño de los animales en la experimentación, así tomamos la viabilidad de todos los tratamientos y se multiplicó para el peso promedio al sacrificio, al cual se la dividió para los 46 días de edad de los pollos de engorde multiplicado por la conversión alimenticia, presentando la experimentación rangos a partir de 282.43 de IEE, lo cual indica que en la evaluación de desempeño global de los pollos de engorde de la línea Cobb 500 fue aceptable (Shiva *et al* 2012)

- **Índice Ingalls-Ortiz (IQR)**

Ingalls (1998) detalla los costos contables, que se han convertido en la forma o manera de poder valorar el equilibrio de la empresa o producción y el estado evolutivo del ciclo productivo de los pollos de engorde, es un elemento de análisis de tipo económico que constituye la mejor forma de determinar en forma inmediata, conociendo primeramente el ingreso total y los costos de producción (Ortíz *et al* 1997)

2.6. Tratamientos

Tabla 3. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Microencapsulado de <i>Z. officinale</i>	Repeticiones	# Anim/rep.	Total animales
T0	0 %	10	10	100
T1	0.03%	10	10	100
T2	0.035%	10	10	100
T3	0.04%	10	10	100

2.7. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y 10 repeticiones con un total de 100 animales/trat. Se realizó la separación de medias con la prueba de Tukey al 95% de confiabilidad.

2.9. Metodología

- **Preparación del extracto alcohólico del rizoma del *Z. officinale***

El rizoma de *Z. officinale* utilizado se lo adquirió del mercado mayorista, el material vegetal fue pelado, troceado y picado (5 cm); una vez realizado el primer proceso se tomaron cada vez 1000 gramos y se llevaron a la estufa a 55°C por 72 horas, una vez secado el rizoma se molió y maceró con alcohol etílico al 99% en relación 2:1 respectivamente; depositando en un frasco de color ámbar en completa oscuridad por 72 horas Guanolisa y Hidalgo (2017), pasado éste tiempo, al macerado se lo hizo pasar por dos filtrados y se retiró el disolvente del extracto alcohólico Ávila (2018), mediante un proceso de evaporación a (68 °C) de temperatura y con presión de vacío usando un Rotavapor (IKA-RV) a 200 rpm, en el cual se obtuvo un extracto puro del rizoma de *Z. officinale*, como previo proceso a la microencapsulación de partículas (Gómez-Rodríguez *et al* 2013)

- **Preparación del microencapsulado del extracto puro de rizoma de jengibre (*Z. officinale*)**

Para la preparación del microencapsulado de *Z. officinale* se preparó una emulsión con los siguientes componentes: la goma arábica, maltodextrina, y extracto de *Z. officinale*. Los cuales fueron pesados en una balanza técnica Mettler Toledo XPE de 0,1 g de precisión, la proporción de preparación de cada agente fue 66,6 gramos para goma arábica y 66,6 gramos para maltodextrina, siendo disueltos en un total de 450 milímetros de agua destilada, para lo cual se utilizó un homogeneizador Ultra Turrax TPOS SR 30 en un intervalo de velocidades de 8000 a 2600 rpm, inmediatamente se adicionó 66,6 ml de extracto puro de jengibre (*Z. officinale*), manteniéndose en una agitación lenta y progresiva por 5 minutos, Una vez formada la emulsión procedimos al secado por aspersión, este proceso se llevó a cabo por el equipo Minispray Dryer BUCHI B-290 15 kg^{h-1} de capacidad, que mantuvo un flujo de aire de secado y de alimentación de manera paralela, con una temperatura de entrada de aire de 150 °C y temperatura de salida de aire de 85 °C López *et al.* (2010, 2015), es decir es una operación de transferencia de masa, el aire caliente transfiere calor a las gotículas del líquido atomizado, cada gotícula de

líquido en este caso que es la emulsión, lo que hace es que se vapore el agua en forma instantánea y esto hace que se forme una película helicoidal, es decir queda atrapada una sustancia oleosa en el interior de la microcápsula así ocurre el secado por aspersión.

- **Preparación del galpón y recibimiento de animales**

El galpón utilizado para la investigación fue de 5.5 metros de ancho x 9 metros de largo, fue limpiado de manera profunda de residuos orgánicos, para lo cual primeramente se utilizó detergente catiónico para limpiar toda la grasa, una vez culminado este proceso, se continuo con la desinfección con el uso de detergente ácido espumante y peroximonosulfato de potasio al 50%; posteriormente luego de 15 días; se colocó cascarilla de arroz tamizada y desinfectada con amonio cuaternario al 20%, tanto las cortina, bebederos y comederos fueron lavados con detergente ácido espumante y retirado con abundante agua, se trabajó con la línea Cobb 500 de un día de edad; inicialmente se trabajó con bandejas y bebederos manuales, una vez las aves aumentadas en tamaño y peso se las cambio a bebederos automáticos y comederos de tolva; se inició con una temperatura de 33°C y se los recibió con electrolitos en el agua para reducir el estado de deshidratación por el estrés del viaje; la temperatura fue mermada gradualmente de 2 a 3 °C , hasta llegar a una temperatura estándar de 24°C, se alimentó a las aves dos veces al día, en la mañana a las 7 y en la tarde a tres de la tarde, y se utilizó tablas específicas de consumo de la línea Cobb 500; se estableció tres etapas dentro de la investigación en la edad de los animales así: etapa inicial de 0 – 14 días, etapa de crecimiento de 15 a 28 días y finalmente etapa de engorde de 29 a 46 días, de manera experimental los animales se los dividió en 10 unidades experimentales, cada una conformada por 100 animales, sumando la investigación un total de 400 pollos, con 4 tratamientos (T0, T1, T2, T3 y T4) Shiva *et al* (2012) al testigo no se le adicionó microencapsulado de *Z. officinale*, mientras que a los otros animales se les adicionó 0.03% ;0.035 y 0.04% Saleh *et al* (2014) respectivamente, mantuvieron un programa vacunal, siendo al primer día bronquitis, al día 7 Newcastle y Gumboro, a los 14 días Gumboro y finalmente a los 21 días una mixta Newcastle más Bronquitis.

- Elaboración del balanceado

El balanceado para la etapa inicial se realizó en una micro mezcladora vertical con una capacidad de 45 kg y posteriormente para las siguientes etapas utilizamos una mezcladora horizontal, las dietas fueron elaboradas de acuerdo a las recomendaciones nutricionales de Cobb 500 (Anexo 2)

**CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Tabla 4 Índices productivos en la línea Cobb con la adición de microencapsulado de *Z. officinale*

		Niveles de inclusión de microencapsulado de <i>Z. officinale</i>							
		0 %	0.03 %	0.035 %	0.04 %	EEM	CV	P	Significancia
	Días								
Peso final, g	0	43,16	42,64	42,78	42,60	0.38	2.82	0.720	NS
	14	338,10	337,84	326,46	328,43	6.94	6.60	0.5135	NS
	28	1188,00 ^b	1286,36 ^a	1170,92 ^b	1145,74 ^b	24.01	6.34	< 0.0012	**
	46	2586,41 ^b	2734,91 ^{ab}	2769,39 ^a	2706,59 ^{ab}	44.94	5.26	< 0.0374	*
Consumo de alimento, g	14	350,40	345,22	349,45	331,67	4.09	2.74	0.3765	NS
	28	1309,32 ^{ab}	1342,70 ^a	1266,84 ^{bc}	1255,89 ^c	11.64	2.84	<0.0001	**
	46	3064,42	2990,72	2926,78	3014,39	37.34	3.94	0.0894	NS
Ganancia de peso, g	14	294,94	295,20	283,68	285,83	6.91	7.54	0.5254	NS
	28	849,90 ^b	948,52 ^a	844,46 ^b	817,31 ^b	23.07	8.43	< 0.0017	**
	46	1398,41 ^b	1448,55 ^{ab}	1598,47 ^a	1560,85 ^{ab}	45.19	9.52	< 0.0108	**
Conversión alimenticia, g/g	14	1,19	1,17	1,23	1,16	0.176	7.86	0.896	NS
	28	1,54 ^b	1,42 ^a	1,50 ^{ab}	1,54 ^b	0.03	7.11	< 0.0478	*
	46	2,19 ^c	2,06 ^{bc}	1,83 ^a	1,93 ^{ab}	0.06	8.97	< 0.0004	**
Mortalidad, %	14	0	0	0	2				
	28	3	5	0	2				
	46	3	0	7	8				

Nota. a, b, c, d: Medias con letras diferentes en las filas que difieren significativamente ($P < 0.05$). EEM: error estándar de la media. *P*: significancia. T0 testigo T1: 0.03% de *Z. officinale* microencapsulado. T2: 0.035% de *Z. officinale* microencapsulado T3: 0.04% de *Z. officinale* microencapsulado

Tabla 5. Índices productivos en la línea COBB 500 (Etapa acumulada) con la adición de microencapsulado de *Z. officinale*

Tratamientos	T0	T1	T2	T3	EEM	CV	P	Significancia
	0 %	0.03 %	0.035 %	0.04 %				
Peso inicial, g	43,16	42,64	42,78	42,60	0.38	2.82	0.720	NS
Peso final, g	2586,41 ^b	2734,91 ^{ab}	2769,39 ^a	2706,59 ^{ab}	44.94	5.26	< 0.0374	*
Consumo de alimento, g	4840,15 ^a	4807,49 ^{ab}	4667,11 ^b	4745,93 ^{ab}	78.22	5.23	< 0.0453	*
Ganancia de peso, g	2543,25 ^b	2692,27 ^{ab}	2726,61 ^a	2663,99 ^{ab}	44.85	5.34	< 0.0362	*
Conversión alimenticia, g/g	1,90 ^b	1,79 ^{ab}	1,71 ^a	1,78 ^{ab}	0.03	6.15	< 0.0004	**
Mortalidad, %	6	5	7	12	0.05	11.77		
IEE	282,43 ^b	321,32 ^{ab}	332,24 ^a	295,29 ^{ab}	11.17	10.74	< 0.0014	**
Rendimiento a la canal, %	72,46	72,22	72,09	72,31	0.16	0.71	0.4387	NS
Índice Ingalls-Ortíz	1.30	1.34	1.36	1.27				

Nota. a, b, c, d: Medias con letras diferentes en las filas que difieren significativamente ($P < 0.05$). EEM: error estándar de la media. P: significancia. T0 testigo T1: 0.03% de *Z. officinale* microencapsulado. T2: 0.035% de *Z. officinale* microencapsulado T3: 0.04% de *Z. officinale* microencapsulado.

PESOS FINALES

En cuanto al peso final existen diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.0374$), obteniendo el mejor peso (2769,39 g) en T2, compartiendo el mismo nivel de significancia los tratamientos T1 (2734,91 g) y T3 (2706,59 g), y difiriendo del T0 (2586,41 g). Estos resultados fueron corroborados por Crus (2019) al evaluar la adición del 0,09% de *Z. officinale* a la dieta forrajera del *Cavia porcellus*, donde mejoraron su desempeño productivo en las variables de peso final y conversión alimenticia, lo cual podría ser decisivo al momento de mejorar los índices analizados.

CONSUMO DE ALIMENTO

En lo referente al consumo de alimento existió diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.0453$), donde reflejó que el mayor consumo fue T0 (4840,15 g), parcialmente comparten el mismo nivel de significancia entre T1 (4807,49 g) y T3 (4745.93 g), y difiriendo de T2 (4667,11g); resultados que no comparten con lo mencionado por Salmanzadeh (2015), donde evaluó codornices de 35 días de edad alimentadas con polvo de *Z. officinale*, lo cual permitió un incremento en consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia al adicionar 700 mg/Kg, y mejoró otros factores como disminución de bacterias oportunistas de *E. coli*.

GANANCIA DE PESO

En la ganancia de peso existió diferencias estadísticas significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.0362$) alcanzando el mejor resultado el tratamiento T2 (2726,61, g) y parcialmente entre el T1 (2692,27, g) y T3 (2663.99, g), difiriendo del tratamiento T0 (2543,25, g); resultados que cooperan como lo refiere Golshan *et al* (2015), donde demuestra que la utilización *Z. officinale* ayuda en los procesos inmunitarios y salud intestinal, no actuando como inmunoestimulante directo, sino más como antioxidante, mejorando así varios procesos biológicos de asimilación intestinal.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Para el índice productivo de conversión alimenticia, existe diferencias estadísticas altamente significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.0004$) obteniéndose en

T2 (1,71) y compartiendo el nivel de significancia entre T1(1,79) y T3 (1,78), y difiriendo de T0 (1,90) respectivamente. Los resultados obtenidos son corroborados por Ademola *et al* (2009), el cual señala que la adición de *Z. officinale* superior a 2% generan respuestas positivas en varios índices productivos como ganancia de peso y conversión alimenticia.

MORTALIDAD

Los datos de mortalidad fueron: T1 (5 %), T0 (6 %), T2 (7 %) y T3 (12 %) posiblemente debido a la presencia de una enfermedad vírica (Newcastle), así lo ratifica el estudio realizado por (Health 2010), que al ser una enfermedad vírica los índices de mortalidad son altos, especialmente en las aves confinadas en grupos. la única manera de prevenir la enfermedad es aplicando una vacuna.

IEE

Existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las medias de los tratamientos ($p < 0.00014$), obteniendo el mejor resultado en T2 (332,24), seguido de T1 (321,32) y T3 (295,29), y difiriendo de T0 (282,43) respectivamente. Demostrando que la adición de 0.035 % de *Z. officinale* microencapsulado en dietas alimenticias mejoró el desempeño global del lote.

RENDIMIENTO A LA CANAL

Las medias encontradas en rendimiento a la canal no fueron diferentes estadísticamente entre sí, aunque numéricamente se obtuvieron los siguientes resultados: T0 (72,46), T3 (72,31), T1 (72,22), T2 (72,09) respectivamente; lo mismos que corrobora con la investigación elaborada por (Gámez et al. 2015)

ÍNDICE INGALLS-ORTÍZ

Todos los tratamientos presentaron valores mayores a 1; presentando los siguientes valores de IQR así: T3(0.27) T0 (0.30), T1 (0.34), y finalmente T2 (0.36) como el tratamiento de mejor comportamiento económico; siendo más elevados que los presentados por (Díaz *et al* 2007).

3.2. Verificación de hipótesis

Se acepta la H_a ; en la cual la adición de *Z. officinale* microencapsulado en dietas alimenticias influyó sobre los índices productivos en pollos de engorde (Cobb 500).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En la dieta de pollos de engorde el mejor nivel de inclusión de *Z. officinale* microencapsulado fue de 0.035%, el cual presentó mayor significancia estadística ($p < 0.05$) por ende mejorando los índices productivos de los animales en todas las etapas de edad.
- La utilización de microencapsulado de *Z. officinale* al 0.035% obtuvieron los mejores índices productivos, en los parámetros peso final (2769.39 g), ganancia de peso (2726,61 g) y finalmente conversión alimenticia (1.71), IEE (siendo la dosis recomendada para la adición en la dieta de aves de la línea Cobb 500
- El análisis C/B e índice Ingalls-Ortiz fue de 1.36 en el tratamiento T2, en el cual se adicionó (0.035%) de *Z. officinale* obteniendo la mejor rentabilidad y utilidad, el cual nos detalla que por cada dólar de inversión hubo una devolución de 0.36 centavos de dólar.

Recomendaciones

- Se recomienda la adición de 0.035 % de *Z. officinale* microencapsulado en dietas alimenticias para pollos de engorde.
- El uso de extractos alcohólicos de rizoma de *Z. officinale*, con mayor tiempo de maceración pueden producir la liberación de mayor cantidad de componentes bioactivos, que al ser microencapsulados posteriormente, permitirían la liberación de manera adecuada en el tracto gastrointestinal.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuna, O; Torres, A. 2010. Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. *Revista Politecnica* 29(1):60-69.
- Ademola, S; Farinu, G; Babatunde, G. 2009. Serum Lipid , Growth and Haematological Parameters of Broilers Fed Garlic , Ginger and Their Mixtures. *World Journal of Agricultural Sciences* 5(1):99-104.
- Arteaga, A; Arteaga, H. 2016. Optimization of the antioxidant capacity, anthocyanins and rehydration in powder of cranberry (*Vaccinium corymbosum*) microencapsulated with mixtures of hydrocolloids. *Scientia Agropecuaria* 7(3):191-200.
- Ávila, E. 2018. Efecto antibacteriano in vitro del extracto alcohólico y aceite esencial del *Zingiber officinale* «JENGIBRE» sobre el *Streptococcus mutans* CEPA ATCC 25175. s.l., s.e. 68 p.
- Barazesh, H; Pour, M; Salari, S; Abadi, T. 2013. The effect of ginger powder on performance , carcass characteristics and blood parameters of broilers. *International Journal of ginger powder on performance, carcass characteristics and blood parameters of broilers* 1(12):1645-1651.
- Barriga, L. 2016. Uso de jengibre más orégano como promotor de crecimiento y su efecto en el control sanitario en la producción de pollos broilers (en línea). s.l., ESPOCH. 116 p. Disponible en <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4477/1/20T00666.pdf>.
- Bermúdez, D; Monteagudo, E; Boffill, M; Costa, L; Roca, A; Betancourt, E; Silveira, E. 2007. Evaluación de la toxicidad aguda de extractos de plantas medicinales por un método alternativo (Evaluation of acute toxicity of extracts of medicinal plants by an alternative testing). *Redvet* 8(3):1-7.
- Castañeda, H; Gemio, R; Yapu, W; Nogales, J. 2011. Microencapsulacion, Un Metodo para la conservacion de propiedades fisicoquimicas y biológicas de sustancias químicas. *Revista Boliviana de Química* 28(2):135-140.
- Christiana, O; Olu, A; Emiola, I. 2019. Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chicken Fed Diet Supplemented with Ginger (*Zingiber Officinale*), Garlic (*Allium Sativum*), Roselle (*Hibiscus Sabdariffa*) and their Combinations. *International Journal of Research in Agricultural Sciences* 6(5):143-152.
- Crus, Y. 2019. Efecto del jengibre (*Zingiber Officinale* como promotor de crecimiento en la alimentación de cuyes durante la etapa de crecimiento-engorde. s.l., Universidad

Nacional de Trujillo. 50 p.

Díaz, D; Rivero, D; Collante, J; Gonzalez, D. 2007. Evaluación productiva (IOR) en una granja de pollos de engorde del estado Trujillo de Venezuela con dos sistemas de producción (estudio de casos). *Agricultura Andina* 12:55-65.

Dieumou, FE; Tegua, A; Jules-Roger, K; De Dieu, J. 2009. Effects of Ginger (*Zingiber officinale*) and Garlic (*Allium sativum*) Essential Oils on Growth Performance and Gut Population of Broiler Chickens. *Livestock Research for Rural Development* 21(8):10.

El-salam, M; El-shibiny, S. 2015. Preparation and properties of milk proteins-based encapsulated probiotics : a review. *Dairy Sci. & Technol* 95:393-412. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0223-8>.

Esquivel, B; Ochoa, L; Rutiaga, O. 2015. Microencapsulación mediante secado por aspersión de compuestos bioactivos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 16(2):180-192.

Fabela-Morón M; Perea-Flores M; Bellettini, M. 2016. Microencapsulación de oleoresina de Cúrcuma a partir de una emulsión aceite en agua (O/W) mediante secado por aspersión. *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable* 1:48-52.

Gámez, J; Rentería, A; Durán, L; Chávez, A; Alarcón, A; Aguilar, N; Silva, R. 2015. Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo. *Investigación y Ciencia* 23(66):5-11.

Garrido, H. 2017. Utilización de *Zingiber officinale* (jengibre) como promotor de crecimiento en la alimentación de conejos de raza neozelandés en la etapa de crecimiento- engorde. s.l., ESPOCH. 98 p.

Golshan, M; Toghyani, M; Ghalamkari, G. 2015. Evaluation of nettle (*Urtica dioica*) and ginger (*Zingiber officinale*) powder on serum antioxidants and immune responses of broiler chicks. *Der Pharmacia Lettre* 7(7):411-415.

Gómez-Rodríguez, T; Cortés Suárez, S; Izquierdo-Sánchez, T. 2013. Efecto del extracto hidroalcohólico de *Zingiber officinale* roscoe (jengibre) en modelo de hepatotoxicidad en ratas. *Rev Cubana Plant Med* 18(3):431-444.

Guanolisa, S; Hidalgo, P. 2017. Efecto antimicrobiano del extracto, aceite esencial de jengibre (*zingiber officinale*) sobre cepas de *enterococcus faecalis*: Estudio in vitro. *Revista Odontología* 19(1):90-97.

Health, T. C. F. S. & P. (2010). Enfermedad de Newcastle. *Institute for International Cooperation in Animal Biologics*, pp. 1–15. Iowa.

- Hedges, A; Shieh, W; Sikorski, C. 1995. Use of Cyclodextrins for Encapsulation in the Use and Treatment of Food Products. *American Chemical Society* 05(90):60-71.
- Hernández, A; Bautista, S; Velázquez Del Valle, M. 2007. Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrut??. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30(2):119-123.
- Hossien, M; Shahin, A. 2012. Influence of Wall Material and Inlet Drying Air Temperature on the Microencapsulation of Fish Oil by Spray Drying. *Food Bioprocess Technol* :9. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0796-7>.
- Jackson, L; Lee, K. 1991. Microencapsulation in the food industry. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol* 24:289-297.
- Karangiya, V; Savsani, H; Patil, S; Garg, D; Murthy, K; Ribadiya, .N; Vekariya, S. 2016. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. *Veterinary World* 9(3):245-250. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.245-250>.
- López, O; Turino, L; Nogueira, A. 2015. Microencapsulación de sabores mediante secado por aspersión. *Alimentos, Ciencia e Investigación* 23(1):65-69.
- Moncada, D. 2015. Evaluación del *Zingiber officinale* (jengibre), como promotor de crecimiento, en la alimentación de cerdos york*landrace, en la etapa post - destete – acabado. s.l., s.e. 115 p.
- Negrete, F; Secaira, L. 2016. Elaboración y estandarización de microencapsulados de aceites esenciales de cúrcuma (*Curcuma longa*) y jengibre (*Zingiber officinale*) como aditivos nutricionales para piscicultura. s.l., Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. 71 p.
- Oleforuh-Okoleh, V; Chukwu, G; Adeolu, I. 2014. Effect of Ground Ginger and Garlic on the Growth Performance , Carcass Quality and Economics of Production of Broiler Chickens. *G.J.B.B* 3(3):225-229.
- Ortíz, A; Ingalls, F; Alonso, F; Julio, C; Núñez, G. 1997. Evaluación de la productividad y la utilidad contable en pollo de engorda en México. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5 (Supl. 1):659-661.
- Pamo- Reyna, O. 2009. Características de los trabajos publicados sobre las propiedades de las plantas en revistas médicas Peruanas. *Revista Peruana de Medicina de Experimental y Salud Publica* 26(3):314-323.
- Parra, R. 2010. Revisión : Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 63(2):5669-5684.

Pérez-Leonard, H; Bueno-García, G; Brizuela-Herrada, M; Tortoló-Cabañas, K; Gastón-Peña, C. 2013. Microencapsulación: una vía de protección para microorganismos probióticos. *Icidca* 47(1):14-25.

Rahman, M; Ali, A; Saha, B; Abdullah-Al-Hasan, M; Rahman, A; Mostofa, M. 2015. Use of neem leaf and ginger extracts for cost effective broiler production. *International Journal of natural and Social Scienciees* 2:11-16.

Rosero, J; Guzmán, F; López, J. 2012. Evaluación del comportamiento productivo de las líneas de pollos de engorde cobb 500 y ross 308. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 10(1):8-15.

Saenz de Rodrigáñez, M; Aguilar-Tellez, F; Alarcón-López, F; Pedrosa-Islas, R; Peña-Marín, E; Martínez-García, R; Guerrero-Zárate, R; Matamoros, W; Álvarez-González, C. 2018. Alimentos microencapsulados para el cultivo de larvas de pejelagarto (*Atractosteus tropicus*). *Rev. Biol.Trop.* 66(3):1298-1313.

Saleh, N; Allam, T; El-latif, A; Ghazy, E. 2014. The Effects of Dietary Supplementation of Different Levels of Thyme (*Thymus vulgaris*) and Ginger (*Zingiber officinale*) Essential Oils on Performance , Hematological , Biochemical and Immunological Parameters of Broiler Chickens. *Global Veterinaria* 12(6):736-744.

Salgado, F. 2011. El jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Internacional de Acupuntura* 5:167-173.

Salmanzadeh, M. 2015. Does dietary ginger rhizome (*Zingiber officinale*) supplementation improve the performance, intestinal morphology and microflora population, carcass traits and serum metabolites in Japanese quail? *European Poultry Science* 79:1-10. DOI: <https://doi.org/10.1399/eps.2015.90>.

Schatzman, D. 2008. Microencapsulación de Sabores. *Mundo Alimentario* :28-30.

Shiva, C; Bernal, S; Sauvain, M; Caldas, J; Kalinowski, J; Falcón, N; Rojas, R. 2012. Evaluación del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*Zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Rev Inv Vet Peru* 23(2):160-170.

Siedentopp, U. 2008. El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión. *Rev Int Acupuntura* (2):188-192.

Usme, P; Jaramillo, D; Álvarez, F. 2013. Microencapsulación de la lactasa como estrategia para mejorar la estabilidad y la aplicación en la industria de alientos. s.l., Corporación Universitaria Lasallista. 36 p.

Zehra, A; Choudhary, S; Naeem, M; Masroor, M; Aftad, K; Aftab, T. 2019. A review of medicinal and aromatic plants and their secondary metabolites status under abiotic stress. *Journal of Medicinal Plants Studies* 7(3):99-106.

ANEXO 1

Obtención de *Z. officinale* microencapsulado

Destilación del macerado de *Z. officinale*



Utilización del rotavapor



Homogenización de las sustancias



Obtención del extracto microencapsulado de *Z. officinale*



Preparación del Galpón

Limpeza y desinfección del galpón



Instalaciones para la recepción de los pollos



Recepción de pollos de engorde línea Cobb 500



Distribución en forma aleatoria



Pesaje de los pollos de engorde



Vacunación



Elaboración del Balanceado



Limpieza de la mezcladora



Elaboración del balanceado

ANEXO 2

Tabla 6. Formulación de dietas en etapa inicial (0-14 días)

Ingredientes	T0	T1	T2	T3
	%	%	%	%
Maíz partido	61,35	61,28	61,27	61,26
Torta de Soya 48 %	33,39	33,40	33,40	33,40
Aceite de Palma	1,41	1,43	1,43	1,44
Carbonato de Calcio, 38 %	1,19	1,19	1,19	1,19
Fosfato monocálcico, P, Ca, F	0,84	0,84	0,84	0,84
Sal yodada	0,43	0,43	0,43	0,43
DL-Metionina 99 %	0,32	0,32	0,32	0,32
Premezcla vitamina (Rovimix Zoodry)	0,25	0,25	0,25	0,25
HCL-Lisina 98%	0,24	0,24	0,24	0,24
Enzimas (Blend broiler grow)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Propiónico (Mold-Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A. de micotoxinas (Toxi Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Fórmico (Molgard)	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina 98%	0,06	0,06	0,06	0,06
Anticoccidial	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloruro de colina 60%	0,05	0,05	0,05	0,05
Sesquicarbonato de Na	0,03	0,03	0,03	0,03
<i>Z. officinale</i> microencapsulado	0,00	0,03	0,035	0,04
Total	100	100	100,00	100,00

Tabla 7.Requerimientos etapa inicial Cobb 500

Requerimientos		T0	T1	T2	T3
	unidad medida	Requiere	Aporte	Aporte	Aporte
E.m. aves	MC/KG	3,035	3,035	3,035	3,035
P. Total	%	21,50	21,50	21,50	21,50
Grasa	%	0	4,048	4,04	4,05
P. Disponible	%	0,45	0,45	0,45	0,45
Calcio	%	0,90	0,90	0,90	0,90
Arginina	%	1,38	1,42	1,42	1,42
Lisina	%	1,32	1,32	1,32	1,32
Metionina	%	0,50	0,63	0,63	0,63
Met + cis	%	0,98	0,98	0,98	0,98
Triptófano	%	0,20	0,24	0,24	0,24
Treonina	%	0,86	0,87	0,87	0,87
Valina	%	1	1,00	1,00	1,00
Arg. Dig.	%	1,24	1,32	1,32	1,32
Lis. Dig. Aves	%	1,18	1,19	1,19	1,19
Met. Dig.	%	0,45	0,60	0,60	0,60
Met + cis dig. Aves	%	0,88	0,89	0,89	0,89
Tri. Dig. Aves	%	0,18	0,22	0,22	0,222
Tre. Dig. Aves	%	0,77	0,77	0,77	0,77
Val. Dig. Aves	%	0,89	0,88	0,88	0,88
Ácido linoleico	%	1	1,23	1,23	0,12
Potasio	%	0	0,92	0,92	0,92
Sodio	%	0,19	0,19	0,19	0,19
Cloruro	%	0,17	0,18	0,18	0,18
Balance electrolítico	MEQ/K	220	220	220	220

Fuente: Recomendaciones nutricionales Cobb 500

Tabla 8. Formulación de dietas en etapa crecimiento (15-28 días)

Ingredientes	T0	T1	T2	T3
	%	%	%	%
Maíz partido	66,20	66,14	66,13	66,12
Torta de Soya 48 %	28,51	28,52	28,53	28,53
Aceite de Palma	1,63	1,66	1,66	1,67
Carbonato de Calcio, 38 %	1,10	1,10	1,10	1,10
Fosfato monocálcico, P, Ca, F	0,74	0,74	0,74	0,74
Sal yodada	0,29	0,29	0,29	0,29
DL-Metionina 99 %	0,28	0,28	0,28	0,28
Premezcla vitamina (Rovimix Zoodry)	0,25	0,25	0,25	0,25
HCL-Lisina 98%	0,25	0,25	0,25	0,25
Enzimas (Blend broiler grow)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Propiónico (Mold-Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A. de micotoxinas (Toxi Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Fórmico (Molgard)	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina	0,05	0,05	0,05	0,05
Coccidicida	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloruro de colina 60%	0,05	0,05	0,05	0,05
Sesquicarbonato de NA	0,20	0,20	0,20	0,20
<i>Z. officinale</i> microencapsulado		0,03	0,035	0,04
Total	100	100	100	100

Tabla 9. Requerimientos Etapa Crecimiento

Requerimientos		T0	T1	T2	T3	
	unidad medida	Requiere	Aporte	Aporte	Aporte	Aporte
E.m. aves	MC/KG	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
P. Total	%	19,5	19,50	19,50	19,50	19,50
Grasa	%	0	4,37	4,37	4,37	4,38
P. Disponible	%	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Calcio	%	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Arginina	%	1,25	1,27	1,26	1,26	1,27
Lisina	%	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Metionina	%	0,48	0,57	0,57	0,57	0,57
Met + cis	%	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Triptófano	%	0,19	0,19	0,21	0,21	0,22
Treonina	%	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Valina	%	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Arg. Dig.	%	1,10	1,10	1,17	1,17	1,18
Lis. Dig. Aves	%	1,05	1,05	1,07	1,07	1,07
Met. Dig.	%	0,42	0,42	0,54	0,54	0,55
Met + cis dig. Aves	%	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82
Tri. Dig. Aves	%	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20
Tre. Dig. Aves	%	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Val. Dig. Aves	%	0,81	0,81	0,80	0,80	0,80
Ácido linoleico	%	0	0	1,51	1,51	1,52
Potasio	%	0,60	0,60	0,82	0,82	0,83
Sodio	%	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Cloruro	%	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Balance electrolítico	MEQ/K	200	200	200	200	200

Fuente: Recomendaciones nutricionales Cobb 500

Tabla 10. Formulación de dietas etapa de engorde (29-46 días)

Ingredientes	T0	T1	T2	T3
	%	%	%	%
Maíz partido	67,96	67,90	67,89	67,88
Torta de Soya 48 %	26,42	26,43	26,43	26,43
Aceite de Palma	2,42	2,44	2,45	2,45
Carbonato de Calcio, 38 %	0,97	0,97	0,97	0,97
Fosfato monocálcico, P, Ca, F	0,57	0,57	0,57	0,57
Sal yodada	0,26	0,26	0,26	0,26
DL-Metionina 99 %	0,23	0,23	0,23	0,23
Premezcla vitamina (Rovimix Zoodry)	0,25	0,25	0,25	0,25
HCL-Lisina 98%	0,15	0,15	0,15	0,15
Enzimas (Blend broiler grow)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Propiónico (Mold-Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A. de micotoxinas (Toxi Nil Dry)	0,10	0,10	0,10	0,10
A.Fórmico (Molgard)	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Treonina	0,00	0,03	0,03	0,03
Coccidicida	0,03	0,05	0,05	0,05
Cloruro de colina 60%	0,05	0,05	0,05	0,05
Sesquicarbonato de NA	0,05	0,24	0,24	0,24
<i>Z. officinale</i> microencapsulado		0,03	0,035	0,04
Total	100	100	100	100

Tabla 11. Requerimientos etapa engorde

Requerimientos			T0	T1	T2	T3
	unidad medida	requiere	aporte	aporte	aporte	aporte
E.M. AVES	MC/KG	3,18	3,18	3,18	3,18	3,18
P. TOTAL	%	18,50	18,50	18,50	18,50	18,50
GRASA	%		5,15	5,17	5,17	5,20
P. DISPONIBLE	%	0,38	0,38	0,38	0,38	0,40
CALCIO	%	0,76	0,76	0,76	0,76	0,77
ARGININA	%	1,13	1,19	1,19	1,19	1,20
LISINA	%	1,05	1,05	1,05	1,05	1,10
METIONINA	%	0,43	0,51	0,51	0,51	0,51
MET + CIS	%	0,82	0,82	0,82	0,82	0,80
TRIPTOFANO	%	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20
TREONINA	%	0,71	0,73	0,73	0,73	0,73
VALINA	%	0,81	0,87	0,87	0,87	0,87
ARG. DIG.	%	1,03	1,11	1,11	1,11	1,11
LIS. DIG. AVES	%	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
MET. DIG.	%	0,39	0,49	0,49	0,49	0,49
MET + CIS DIG. AVES	%	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
TRI. DIG. AVES	%	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18
TRE. DIG. AVES	%	0,65	0,75	0,75	0,75	0,75
VAL. DIG. AVES	%	0,73	0,76	0,76	0,76	0,76
ACIDO LINOLEICO	%	1	1,62	1,62	1,62	1,62
POTASIO	%	0,6	0,60	0,60	0,60	0,60
SODIO	%	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
CLOURURO	%	0,16	0,95	0,95	0,95	0,95
BALANCE ELECTROLITICO	MEQ/K	200	200	200	200	200

Fuente: Recomendaciones nutricionales Cobb 500

Tabla 12. Costos de Producción en la etapa final de pollos en la línea COBB 500

TRATAMIENTOS			Kg	Costo, kg	\$	Total
T0 0 % de <i>Z. officinale</i>	EGRESOS		Inicial	46.64	0,54	25,19
	Balanceado	Crecimiento	130,93	0.53	69,39	
		Engorde	306,44	0.52	159,35	
	Aves			0.62	62	402.93
	Vacunas	Unidades	100	0.11	11	
	G. Producción			0.46	46	
	Mano de obra				30	
	INGRESOS		Venta de pollos	243.3	2.15	
T1 0.03 % de <i>Z. officinale</i>	EGRESOS		Inicial	47,40	0.56	26,62
	Balanceado	Crecimiento	134,27	0.55	74,06	
		Engorde	299,07	0.54	161,96	
	Aves			0.62	62	411.64
	Vacunas	Unidades	100	0.11	11	
	G. Producción			0.46	46	
	Mano de obra				30	
	INGRESOS		Venta de pollos	258.4	2.15	
T2 0.035 % de <i>Z. officinale</i>	EGRESOS		Inicial	47,44	0.60	26,81
	Balanceado	Crecimiento	126,68	0.55	70,32	
		Engorde	292,67	0.54	159,54	
	Aves			0.62	62	405.67
	Vacunas	Unidades	100	0.11	11	
	G. Producción			0.46	46	
	Mano de obra				30	
	INGRESOS		Venta de pollos	257.10		
T3 0.04 % de <i>Z. officinale</i>	EGRESOS		Inicial	33,20	0.56	18,88
	Balanceado	Crecimiento	125,58	0.55	70,16	
		Engorde	301,43	0.55	165,40	
	Aves			0.62	62	403.44
	Vacunas	Unidades	100	0.11	11	
	G. Producción			0.46	46	
	Mano de obra				30	
	INGRESOS		Venta de pollos	238.10		

Utilidad Bruta: Ingresos – Costos de producción	\$120.16	\$143.92	\$147,09	\$105.47
Rentabilidad: Utilidad Bruta/Costos de producción	\$0.29	\$0.35	\$0.36	\$0.26

Tabla 13. Índice Ingalls-Ortíz

	Ingreso total	Costos de producción	IQR
T0	523.09	402.93	1.30
T1	555.56	411.64	1.34
T2	552.76	405.67	1.36
T3	511.91	403.44	1.27

