



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA

**Evaluación del uso de extracto de ajo y cebolla en el agua de bebida como
promotor de crecimiento en pollos de carne**

TESIS

**Para optar el título profesional de
INGENIERA ZOOTECNISTA**

AUTORA

Bach. Manayay Huaman, Estefany Del Rosario

ASESOR

**Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc.
(ORCID id: 0000-0002-6301-8799)**

Lambayeque, 04 de enero del 2023

Evaluación del uso de extracto de ajo y cebolla en el agua de bebida como promotor de crecimiento en pollos de carne

TESIS

Para optar el título profesional de

INGENIERA ZOOTECNISTA

Por:

Bach. Manayay Huaman, Estefany Del Rosario

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

**Ing. Pedro Antonio del Carpio Ramos, Dr.
Presidente**



**Ing. Napoleón Corrales Rodríguez Dr.
Secretario**



**Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.
Vocal**



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





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

N° 001- 2023/FIZ

Siendo las 8:00 pm del día miércoles 4 de enero de 2023, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 003-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 3 de enero de 2023, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "EVALUACION DEL USO DE EXTRACTO DE AJO Y CEBOLLA EN EL AGUA DE BEBIDA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN POLLOS DE CARNE", presentado por la Bachiller ESTEFANY DEL ROSARIO MANAYAY HUAMÁN, se reunieron vía plataforma virtual: meet.google.com/emu-nxdh-oyc los miembros de jurado designados con Resolución N° 117-2018-FIZ/D, de fecha 27 de abril de 2018, modificada por Resolución N° 184-2022-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 01 de diciembre de 2022 por motivo de cese en función docente del Presidente de jurado, quedando: Ing. Del Carpio Ramos Pedro Antonio, Dr. (Presidente), Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Secretario), Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc. (Vocal) e Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc. (Asesor) para dictaminar sobre la sustentación del trabajo de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 018-2020-FIZ/D de fecha 30 de enero de 2020.

Concluida la sustentación de la tesis por parte de la sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, éstos se reunieron vía plataforma virtual <https://meet.google.com/uuo-qpq-ezi?authuser=1> para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "EVALUACION DEL USO DE EXTRACTO DE AJO Y CEBOLLA EN EL AGUA DE BEBIDA COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN POLLOS DE CARNE", presentado por la Bachiller ESTEFANY DEL ROSARIO MANAYAY HUAMÁN; habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de 18 equivalente al calificativo de MUY BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, la Bachiller en Ingeniería Zootecnia ESTEFANY DEL ROSARIO MANAYAY HUAMÁN; se encuentra APTA para recibir el Título Profesional de Ingeniera Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 9:30 pm se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado y asesor.

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
PRESIDENTE

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
SECRETARIO

Ing. Benito Bautista Espinoza, M. Sc.
VOCAL

Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M. Sc.
ASESOR

La presente es copia fiel del original a la que me remito en caso necesario

Lambayeque, 18 de Mayo del 2023

FEDATARIO

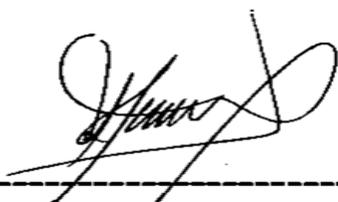
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Estefany Del Rosario Manayay Huamán, investigadora principal, y Rafael Antonio Guerrero Delgado, asesor, del trabajo de investigación **Extractos de ajo y cebolla en el agua de bebida de pollos de carne**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, enero de 2023.



Estefany del Rosario Manayay Huamán



Rafael Antonio Guerrero Delgado

DEDICATORIA

A Dios:

Por siempre cuidarme, guiarme y bendecirme a lo largo de mi vida

A mi madre:

Ignacia Huamán De La Cruz, este pequeño logro no sería posible sin ti, tu confianza, apoyo y amor infinito; eres uno de mis primordiales motivos para seguir alcanzando muchas metas que también serán tuyas.

A mis Hermanos:

Luz y Jesús; porque siempre me alientan y confían en mí, se alegran de mis logros y siempre están hasta en los momentos difíciles.

A mi Pareja:

Jhon López, por impulsarme a salir adelante y enseñarme a ser fuerte ante todas las circunstancias de la vida.

AGRADECIMIENTO

Sra, Ignacia Huamán De la Cruz, mi madre, siempre diré que gracias a ti he cumplido esta meta, te amo y no va haber manera de devolverte todo lo que me has ofrecido.

Ing. Rafael Guerrero Delgado, M.Sc. & Ing. Pedro Antonio De Carpio Ramos, Dr. C., por su guía y orientación en la elaboración de este trabajo; ellos fueron quienes me brindaron su mano cuando pensé en desistir en algún momento del proceso.

Luz y Jesús, mis hermanos, por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes.

Jhon López, mi pareja, por brindarme su apoyo incondicional durante todo el desarrollo de mi carrera universitaria y la realización de este proyecto.

María Manayay, mi prima hermana, que ha sido como una segunda madre para mí, gracias por siempre darme animo en cada paso de mi vida.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	x
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	03
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	04
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	06
	1.9. Evaluación de la Información	07
II	MARCO TEÓRICO	08
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	08
	2.1.1. Compuestos en especies del género <i>Allium</i>	08
	2.1.2. Efectos sobre el organismo de las aves	
	Sobre el rendimiento del crecimiento	12
	Hipolipidémicos e hipercolesterolémicos	14
	Sobre enfermedades infecciosas	15
	Sobre la microbiota y morfología intestinales	17
	2.2. Base Teórica	30
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
	3.1. Consumo de alimento	32
	3.2. Peso y Cambios en el Peso	36
	3.3. Conversión Alimenticia	41
	3.4. Mérito Económico	45
	CONCLUSIONES	50
	RECOMENDACIONES	51
	BIBLIOGRAFÍA CITADA	52

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Composición (%) de las raciones según período de crianza	04
2	Esquema del análisis de la varianza	07
3	Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida	32
4	Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida	36
5	Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida	42
6	Mérito económico de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Inicio	32
2	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Crecimiento	33
3	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Acabado	33
4	Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo acumulado de alimento	34
5	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Inicio	37
6	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Crecimiento	37
7	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Acabado	38
8	Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso	38
9	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Inicio	42
10	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en Crecimiento	43
11	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en Acabado	43
12	Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada	44
13	Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Inicio	46
14	Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Crecimiento	47
15	Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Acabado	48
16	Comparativo porcentual entre tratamientos para Mérito Económico acumulado	49

ANEXOS

N°	Título	Pág. N°
1	Prueba de normalidad con el peso vivo inicial	55
2	Prueba de igualdad de varianzas con el peso inicial	55
3	Estadísticas descriptivas del peso inicial	56
4	Prueba de normalidad del peso al finalizar el período de Inicio	56
5	Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Inicio	57
6	Análisis de varianza con el peso al finalizar el período de Inicio	57
7	Prueba de normalidad con el peso al finalizar el período de Crecimiento	56
8	Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Crecimiento	58
9	Análisis de varianza con el peso al finalizar el período de Crecimiento	59
10	Prueba de normalidad con el peso al finalizar el período de Acabado	60
11	Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Acabado	61
12	Análisis de la varianza con el peso al finalizar el período de Acabado	61

Evaluación del uso de extracto de ajo y cebolla en el agua de bebida como promotor de crecimiento en pollos de carne

Resumen

La industria avícola está buscando permanentemente reemplazos adecuados para los antibióticos promotores del crecimiento; una alternativa relanzada es la de especies del género *Allium*, como el ajo y la cebolla; ya que contienen una serie de principios de acción fitobiótica (antibacteriano, antioxidante, inmunoestimulante, desinflamante, antiparasitario, antimicótico, etc.) que los hace buenos candidatos a ser promotores del crecimiento no fármacos. Sin embargo, el problema principal radica en determinar la mejor forma de emplearlos. En este ensayo se evaluó la utilización de licuados a través del agua de bebida. Cien pollos de carne de la línea Cobb 500 de un día de edad, de ambos sexos, se distribuyeron en cuatro tratamientos (T1, testigo; T2, 2 g de ajo licuados en un litro de agua; T3, 8 g de cebolla licuados en un litro de agua; T4, 2 g de ajo + 8 g de cebolla licuados en un litro de agua), los tratamientos 2, 3 y 4 se suministraron cada tres días durante todo el día. Los resultados mostraron mejoras en la conversión alimenticia y en el mérito económico, principalmente en el período de crecimiento, pero no en forma consistente a lo largo de todo el ensayo. Se hace necesario continuar con la investigación buscando la forma adecuada de suministro hasta lograr resultados consistentes.

Palabras clave: Ajo; Cebolla; Promotor del crecimiento; Pollos de carne.

Evaluation of the use of garlic and onion extract in drinking water as a growth promoter in broilers

Abstract

The poultry industry is constantly looking for suitable replacements for growth promoting antibiotics; a relaunched alternative is that of species of the *Allium* genus, such as garlic and onion; since they contain a series of principles of phytobiotic action (antibacterial, antioxidant, immunostimulant, anti-inflammatory, antiparasitic, antifungal, etc.) that makes them good candidates to be non-drug growth promoters. However, the main problem lies in determining the best way to use them. In this trial, the use of smoothies through drinking water was evaluated. One hundred day-old Cobb 500 line chickens of both sexes were distributed in four treatments (T1, control; T2, 2 g of garlic smoothie in a liter of water; T3, 8 g of onion smoothie in one liter of water; T4, 2 g of garlic + 8 g of onion smoothie in a liter of water), treatments 2, 3 and 4 were supplied every three days throughout the day. The results showed improvements in food conversion and economic merit, mainly in the period of growth (15 to 28 days of age), but not consistently throughout the entire trial. It is necessary to continue with the research looking for the adequate form of supply until consistent results are achieved.

Key words: Garlic; Onion; Growth promoter; Broiler chickens.

INTRODUCCIÓN

La producción de pollos de carne consta de varias etapas de desarrollo, dentro de ellas los pollos se ven expuestos a una serie de problemas, dentro de los que priman los de tipo nutricional y sanitario, que atentan en contra del rendimiento esperado.

Los productores reconocen que los problemas de tipo sanitario más serios se relacionan con los respiratorios. Debido a la extrema fragilidad inmunocompetente del pollo de carne, una pequeña falla en el manejo de la ventilación del galpón es suficiente para que se desarrolle un problema respiratorio; el que merma las condiciones de salud y, en consecuencia, el rendimiento. Este rendimiento deteriorado se manifiesta con menor peso a la saca, pobre conversión alimenticia, entre otros indicadores.

Debido a que este tipo de problemas, normalmente subclínico, ocasiona deterioro considerable en el aspecto económico, los productores recurren de inmediato al empleo de antibióticos; muchas veces de última generación y que se aplican en forma inadecuada generándose situaciones de salubridad negativas, ya que pueden conducir a antibiótico resistencia o sin dejar opción al empleo de otro fármaco debido a que ya se empleó otro de última generación.

Una de las ramas que la ciencia avícola viene desarrollando con intensidad es el de los insumos de acción fitobiótica, que permiten controlar bacterias pero, debido a su múltiple forma de acción, no generaría resistencia reemplazando a los antibióticos promotores del crecimiento (APC) o a los de acción terapéutica. Diferentes especies vegetales se están evaluando al respecto; así tenemos, sauco (*Sambucus nigra*), tomillo (*Thymus vulgaris*), molle (*Schinus molle*), romero (*Rosmarinus officinalis*), entre otros; pero también, la cebolla (*Allium cepa*) y el ajo (*Allium sativum*), los que han sido utilizados tradicionalmente por la medicina popular en el tratamiento de problemas respiratorios en humanos. Así, lo que se trata es de considerar el mismo fundamento en los animales, en este caso en el pollo de

carne; sin embargo, dado que el contenido de humedad de cebolla y ajo es considerablemente alto (90% o superior) y considerando que los principios de acción fitobiótica son hidrosolubles se asume que podrían presentar un efecto benéfico al suministrarse a través del agua.

Formulación del Problema

¿Podrá la utilización de ajo y cebolla a través del agua mejorar los indicadores del rendimiento y disminuir la presencia de enfermedad respiratoria en el pollo de carne?

Hipótesis

El empleo de ajo y cebolla a través del agua en la crianza de pollos de carne entonces se podrá evaluar su efecto sobre el consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mérito económico y la presentación de enfermedad respiratoria.

Objetivos

El objetivo general:

Determinar y evaluar el efecto del empleo de ajo y cebolla en el agua sobre el rendimiento e incidencia de enfermedad respiratoria.

Considerando los siguientes objetivos específicos:

- Determinar y evaluar el efecto sobre el consumo de alimento.
- Determinar y evaluar el efecto sobre el incremento de peso.
- Determinar y evaluar el efecto sobre la conversión alimenticia.
- Determinar y evaluar el efecto sobre el mérito económico.
- Determinar la cantidad de días con enfermedad respiratoria.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y Diseño de Estudio

El estudio es cuantitativo – propositivo; según Hernández *et al.* (2010), es cuantitativo por cuanto *plantea un problema de estudio delimitado y concreto*; y considerando la opinión de Bunge (1972), es propositivo debido a que plantea propuestas para solucionar el problema, en el caso del presente estudio ¿Podrá la utilización de ajo y cebolla a través del agua mejorar los indicadores del rendimiento y disminuir la presencia de enfermedad respiratoria en el pollo de carne?

En cuanto al diseño, el ensayo es experimental, ya que se realiza para determinarse si una o más variables independientes ejercen efecto significativo sobre una o más variables dependientes y explicar el por qué de ese efecto. Esto es posible porque el investigador maneja una o más variables independientes, manteniendo fijo el valor de otras (Hernández *et al.*, 2010). En el caso del presente trabajo, las variables independientes son la presencia de licuados de ajo y cebolla en el agua y se determinará si afecta a los indicadores del rendimiento o la presencia de enfermedad respiratoria.

1.2. Lugar y Duración

La fase de campo del trabajo se realizó en el galpón demostrativo de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, ubicado en el campus universitario en la ciudad de Lambayeque, región Lambayeque, y tuvo una duración efectiva de 35 días.

1.3. Tratamientos Evaluados

Se implementó cuatro tratamientos (T), de acuerdo a la siguiente descripción:

T₁: Testigo, los pollos bebieron agua sin ajo ni cebolla.

T₂: Ajo, 2 gramos licuados/ litro de agua cada tres días.

T₃: Cebolla, 8 gramos licuados/ litro de agua cada tres días.

T₄: Ajo y Cebolla, 2 y 8 gramos, respectivamente, licuados/ litro de agua cada tres días.

1.4. Animales Experimentales

Se empleó cien pollos de carne de la línea Ross, de un día de edad y de ambos sexos; provenientes de la empresa Incubadora Rodríguez SAC, de la ciudad de Trujillo.

1.5. Alimento Experimental

Toda la crianza (35 días) se fraccionó en tres períodos; Inicio, Crecimiento y Acabado, los dos primeros duraron dos semanas, cada una, y el último, una semana. Por lo que se formuló raciones para cada período, las que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición (%) de las raciones según período de crianza

Insumos	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maíz amarillo, grano molido	54.05	50.00	59.00
Torta de soja 46%	18.00	21.90	15.00
Harina integral de soja	-----	10.00	18.60
Harina de pescado	10.00	-----	-----
Delac	03.00	02.00	02.00
Arroz ñelén	11.00	09.79	-----
Aceite de soja	01.00	01.70	01.00
Carbonato de calcio	01.52	01.60	01.72
Fosfato di-cálcico	00.24	01.55	01.38
Premezcla vitamínico-mineral	00.15	00.15	00.15
Bio Mos	00.10	00.10	00.10
Cloruro de colina	-----	00.20	00.20
Bicarbonato de sodio	00.15	00.15	00.15
DL-Metionina 99%	00.10	00.15	00.10
L-Lisina HCl 78%	00.20	00.22	00.10
Sal común	00.20	00.20	00.23
Coccidiostato	00.02	00.02	-----
Allzyme SSF	00.02	00.02	00.02
Toxibond	00.25	00.25	00.25
TOTAL	100.00	100.00	100.00
Aporte estimado de*:			
Proteína cruda	21.39	19.71	19.60
EM, Mcal/ kilo	03.07	03.10	03.17

* Según McDowell *et al.* (1974)

Tanto el ajo como la cebolla se adquirieron en Chiclayo.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Corrales de crianza, confeccionados con nordex y manta arpillera.
- Comederos de bandeja y de tolva.
- Bebederos tipo sifón.

- Balanza electrónica, con precisión de uno y cinco gramos.
- Cintas de plástico y marcador de tinta indeleble.
- Equipo adicional típico del empleado en la producción avícola.

1.7. Técnicas Experimentales

Limpieza y desinfección del lugar donde se ubicaron los corrales y del equipo; para la limpieza se empleó escobillón, agua, detergente y lejía. Luego de secado el piso y las paredes, se procedió a instalar las separaciones de cada corral (nordex), se colocó la manta arpillera, que previamente se había lavado y desinfectado, y se colocó la cascarilla de arroz como material de cama. Se utilizó cal viva en la entrada del galpón para el calzado. El manejo de la manta se hizo en relación con la edad de los pollos y evitando las corrientes de aire, en forma progresiva, tal que cuando los pollos estuvieron completamente emplumados se retiró la manta. La criadora a gas se empleó hasta los 14 días de edad y su manejo también estuvo en función de la temperatura ambiental, la que se registró durante las 24 horas de los primeros 14 días.

A la llegada de los pollitos se separaron aleatoriamente en los cuatro tratamientos, se identificaron individualmente y se pesaron; las pesadas se repitieron a los 14, 28 y 35 días de edad.

Se hizo una evaluación periódica del material de cama, sobre todo durante el crecimiento y acabado; cuando la cama estaba húmeda se cambiaba.

El alimento fue preparado en el piso de concreto, previa limpieza, con la ayuda de palana y según las fórmulas porcentuales (Tabla 1). El mezclado fue progresivo, para lograr la mayor homogeneidad posible en la combinación de insumos. Una vez preparado el alimento se ponía en un saco rotulado y quedaba listo para distribuirlo a los animales. El ajo y la cebolla se incorporaron al agua de bebida; para tal efecto se tomó 8 gramos de cebolla y se licuaron en un litro de agua; en el caso el ajo, 2 gramos y se

licuaron en un litro de agua. Preparados de esta manera, se suministró cada tres días y todo ese día.

El consumo de alimento se determinó por diferencia entre las cantidades suministradas y el residuo; los residuos se tamizaron para evitar el excesivo desperdicio y hacer mejor uso.

Se determinó la incidencia de problemas respiratorios en cada uno de los grupos de tratamiento 1,

Toda la información se anotó en una libreta de campo, la que luego fue llevada a una base de datos en un ordenador electrónico, hasta su análisis.

En todo el proceso productivo se siguió un programa sanitario basado en la bioseguridad, que incluyó control de personas, desinfección de calzado, vacunación contra Gumboro y Newcastle-Bronquitis. Se controló a las moscas y otro tipo de animales, para reducir la probabilidad de la presentación de problemas sanitarios.

1.8. Variables Evaluadas

Para cumplir con los objetivos se evaluó las siguientes variables:

- Consumo de alimento, gramos (oferta – residuo)
- Peso y cambios en el peso, gramos (peso actual – peso del período inmediato anterior)
- Conversión alimenticia, kilos (alimento consumido/ peso incrementado)
- Mérito económico, soles (dinero invertido en alimento/ peso incrementado)
- Incidencia de enfermedad respiratoria, intensidad (pollos con el problema) y duración (días con el problema)

La eficiencia o ineficiencia del comportamiento de las variables de los tratamientos 2, 3 y 4 se realizó a través del comparativo porcentual de los valores obtenidos en estos tratamientos sobre el del tratamiento 1 (testigo). En el caso de la conversión alimenticia y del mérito económico los valores menores representaron mayor

eficiencia, indicando que se comió o se gastó menos para que los pollos logaran el mismo incremento de peso.

1.9. Evaluación de la Información

Estadísticamente se consideró el siguiente planteamiento de hipótesis: H_0 :

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

H_1 : AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE

El rechazo de una de las hipótesis se hizo aplicando el diseño completamente al azar y asumiendo una máxima probabilidad de 5% de haber cometido error de tipo I al tomar la decisión de rechazar una de las hipótesis (Scheffler, 1982). El modelo probabilístico del diseño es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$$

Donde: Y_{ij} , es la variable por evaluar; μ , es el verdadero efecto medio; τ_i , es el verdadero efecto del i -ésimo tratamiento; ξ_{ij} , es el verdadero efecto de la j -ésima unidad experimental sujeta a los efectos del i -ésimo tratamiento (error experimental); la descripción del modelo se tomó de Ostle (1979).

La normalidad se determinó aplicando la dócima de Kolgomorov-Smirnov; en tanto que la homocedasticidad aplicando la de Levene. Se aplicó el análisis de la varianza (Tabla 2) y la prueba de recorrido múltiple de Tukey, sólo cuando el valor de F fue significativo.

Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 3$	T	T/ E
Error experimental	E_{yy}	$t(r-1) = 96$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 99$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. Compuestos en especies del género *Allium*

Hace relativamente poco tiempo, Kothari *et al.* (2019) publicaron una revisión de trabajos de investigación relacionados con la utilización de especies del género *Allium* como aditivos en el alimento de aves (The genus *Allium* as poultry feed additive), en el que indican que:

En las últimas tres décadas, se ha informado que especies del género *Allium*, en particular la cebolla (*A. cepa*) y el ajo (*A. sativum*), así como los cebollines de ajo (*A. hookeri*) más recientemente, se incorporan a las dietas de aves de corral para investigar sus efectos. Sin embargo, la literatura publicada sobre los efectos de la alimentación de *Allium* en aves de corral ha generado una gran inconsistencia, lo que hace imposible llegar a una conclusión general sobre la eficacia de tales aditivos para alimentos. Las discrepancias pueden deberse a la heterogeneidad de la composición de las preparaciones de *Allium*, las especies aviares ensayadas (pollos de engorde, ponedoras, codornices, etc.), la dosis, la duración del estudio, etc.

No obstante, a pesar de las contradicciones que se han dado debido a los resultados de las investigaciones, estos investigadores consideran que el empleo de las diferentes especies de *Allium* es prometedor. Mencionan que:

En este contexto, *Allium* es muy prometedor debido a una variedad de compuestos bioactivos que incluyen compuestos organosulfurados (COS), polifenoles, saponinas, fructanos, fructo-oligosacáridos (FOS), entre muchos otros. El género *Allium* de la familia *Amaryllidaceae* consiste en alrededor de 850 especies y representa una de las plantas de importancia medicinal más estudiadas. Se encuentra disponible una extensa literatura sobre las propiedades terapéuticas de *Allium* spp. en humanos; sin embargo, hay poca evidencia en la contraparte avícola.

Siendo esta una de las razones para la ejecución del presente ensayo de alimentación en pollos de carne.

Los mismos autores, con relación a los **COS** mencionan lo siguiente:

El género *Allium* es una rica fuente de compuestos organosulfurados (COS), que son uno de los principales compuestos bioactivos de las plantas. Los principales COS en *Allium* spp. incluyen alilcisteínas, S-alk(en)il-L-cisteína sulfóxidos (ACSO), tiosulfinatos y sulfuros en cantidades variables. El aroma característico en diferentes *Allium* spp. se asocian principalmente con los diferentes niveles de precursores de ACSO, a saber, aliina (S-alil-L-cisteína sulfóxido; ajo y ajo de elefante), metiina (S-metil-L-cisteína sulfóxido; ajo, cebolla, puerros y chalotes), propiina (S-propil-L-cisteína sulfóxido; chalotes) e isoaliina (S-1-propenil-L-cisteína sulfóxido; cebollas y chalotes).

Cuando los bulbos se cortan o se trituran, la aliina se transforma en alicina (alquenil alqueno tiosulfinato) por la acción de una liasa vacuolar, la aliinasa. La alicina se descompone inmediatamente en sulfuro de dialilo (DAS), disulfuro de dialilo (DADS), trisulfuro de dialilo (DATS), tetrasulfuro de dialilo (DATTS), disulfuro de dipropilo (DPDS), ajoenos y vinilditiinas dependiendo de su proceso de fabricación. El catabolismo directo de la glutamilcisteína conduce a la formación de S-alilcisteína soluble en agua (SAC) y S-alilmercaptocisteína (SAMC). Los COS y sus productos de transformación son agentes antimicrobianos bien estudiados. Varios compuestos antimicrobianos han sido extraídos e identificados de muchas spp. de *Allium* incluyendo ajo (*A. sativum* L.), cebolla (*A. cepa* L.), chalote (*A. ascalonicum* L.), ajo de elefante (*A. ampeloprasum* L. var. *ampeloprasum* auct.), ajo rosado (*A. roseum*), cebollín de ajo (*A. hookeri*) y ajo silvestre (*A. ursinum*). Aunque el mecanismo antimicrobiano de estos compuestos no ha sido bien definido, parece que está asociado con la inhibición de importantes sistemas enzimáticos dependientes de tiol (alcohol deshidrogenasa, tiorredoxina reductasa, tripsina, otras proteasas, ARN y ADN polimerasas) y actividad antioxidante, que tienen un efecto inhibitor múltiple en la célula microbiana. Las potentes actividades antimicrobianas de las OSC también están relacionadas con el número de enlaces disulfuro; es decir, DATTS > DATS > DADS > DAS.

Con relación a los **compuestos polifenólicos**, también altamente considerados como estrategia para reemplazar a los antibióticos promotores del crecimiento (APC):

La actividad promotora de la salud de los polifenoles de la dieta parece estar relacionada con sus actividades antioxidantes y antiinflamatorias. Las verduras *Allium* contienen altos niveles de compuestos

polifenólicos, particularmente ácidos fenólicos, flavonoides y sus derivados. *Allium* spp. se encuentran entre las fuentes más ricas de flavonoides en la dieta. Leighton y col. descubrieron que los niveles de flavonoides en la porción comestible de *alliums* (puerros, chalotes, cebollas verdes, ajo y cebollas) varían de > 0.03 a 1 g/kg de verdura. Los flavonoides identificados en las cebollas fueron di-glucósidos de quercetina, 4-glucósido de quercetina, aglicona de quercetina y, en algunos casos, monoglucósidos de isorhamnetina o monoglucósidos de kaempferol. Los glucósidos de cebolla de quercetina son más biodisponibles que otros alimentos ricos en quercetina como el té y las manzanas. Los principales ácidos fenólicos encontrados en *alliums* incluyen ácido *p*-coumarico, ácido ferúlico, ácido sinápico, ácido gálico y ácido protocatechuico. Sin embargo, muy pocos estudios utilizaron flavonoides de *allium* como aditivos alimenticios para promover el crecimiento, la respuesta inmune y antioxidante para los animales.

Otros componentes importantes de las especies de *Allium* son las saponinas, con diferentes propiedades, que serían importantes en el desempeño de las aves domésticas; al respecto, la revisión de Kothari *et al.* (2019), considera:

Las saponinas son glucósidos tensioactivos con aglicona triterpenoide o esteroidea. Las plantas de *Allium* contienen saponinas esteroidales, que se dividen principalmente en tres grupos en función de su estructura: espirostanoles, furostanoles y saponinas de cadena abierta (tipo colestano). Se informa que la acumulación de saponina en los órganos de la raíz es mayor que en las partes aéreas (tallos y hojas) de los *Allium*. Hasta ahora, se han identificado hasta 290 saponinas esteroidales (130 espirostanoles, 140 furostanol y 18 de tipo colestano) en más de 40 especies diferentes de *Allium*. Las saponinas de *Allium* no son picantes y tienen muchas propiedades biológicas, incluidas actividades antiespasmódicas, antifúngicas, hemolíticas, antiinflamatorias, reductoras del colesterol y citotóxicas. Además, las saponinas tienen la ventaja de ser más estables al procesamiento y cocción de alimentos que las COS relativamente inestables.

En el afán de buscar un reemplazo adecuado a los APC se han venido estudiando, también a los fructanos y fructooligosacáridos, reconocidos como el alimento de las bacterias benéficas del

tracto gastrointestinal (Gibson y Roberfroid, 1995). Con relación a estos componentes de las especies del género *Allium*, la misma revisión que viene siendo citada considera:

Los fructanos solubles en agua y los fructooligosacáridos (FOS) junto con glucosa, fructosa y sacarosa constituyen los principales carbohidratos no estructurales en las especies de *Allium*. Se han caracterizado los fructanos de varias spp. de *Allium* incluyendo *A. cepa* (cebolla), *A. cepa* L. var. *ascalonicum* (chalote), *A. ampeloprasum* L. var. *porrum* (puerro, 3 cvs.), *A. schoenoprasum* L. (cebollino), *A. sativum* L. (ajo), *A. fistulosum* L. (cebolla japonesa en racimos / cebolla galesa), *A. tuberosum* Rottl. ex. spr. (Cebollino chino). Varios estudios *in vitro* e *in vivo* atestiguaron sobre los efectos inmunomoduladores, prebióticos, antivirales y gastroprotectores de poli y oligosacáridos de especies de *Allium*. Lee y col. informaron sobre la actividad inhibidora del virus de la influenza A del fructano de *A. fistulosum* en un modelo animal y se sugirió que estaba mediada por las funciones inmunes del huésped ya que el polisacárido no mostró ningún efecto inhibitor directo sobre la replicación del virus *in vitro*. El efecto inmunomodulador se atribuyó a la promoción de la fagocitosis, la liberación de NO y las expresiones de varias citocinas inmuno relacionadas [interleucina (IL), factor de necrosis tumoral alfa (TNF-) e interferón gamma (IFN-)].

Como se ha podido evidenciar de la amplia revisión realizada por Kothari *et al.* (2019), se ha investigado el contenido de diferentes interesantes compuestos en especies del género *Allium*, especialmente ajo y cebolla. Al punto que parecería como más adecuado el suministrarlos en forma integral, dadas las varias funciones positivas que pueden ejercer sobre el organismo animal; tanto antimicrobianas, antioxidantes, desinflamantes, inmunoestimulantes, etc., lo que se concatena en forma lógica con la industria de la producción del pollo de carne.

Se debe tener en consideración que, si bien se pueden tomar muchas medidas preventivas, existen algunas situaciones difíciles de controlar, toda vez que son naturales al proceso productivo. Por ejemplo, el estrés al que pueden estar sujetos los animales, tanto al competir por el alimento, como a la elevación de la densidad poblacional conforme avanza

la edad; así, de un pollito de 45 gramos al nacimiento se convierte en un broiler de más de 2 kilos en 35 días y no son pocos los que llegan a los 3 kilos a los 42 días de edad, esto genera una elevación marcada en el calor, humedad relativa y merma en las condiciones sanitarias (mayor consumo de agua, mayor excreción fecal, cama más húmeda, proliferación de hongos, etc.); resultando evidente que a pesar de las estrategias de manejo para atenuar los efectos negativos de estas acciones no se anulan, toda vez que los pollos siguen creciendo, comiendo e interactuando.

Con la prohibición del empleo de APC en el mundo desarrollado y una fuerte campaña para que esta prohibición se extienda a los países en vías de desarrollo (Olano, 2019) existe la necesidad de encontrar, uno o varios, elementos que permitan reemplazarlos porque sin su empleo los altos niveles productivos se ven amenazados, lo que indica que, como se mencionó, algunas situaciones estresantes para los pollos no se pueden controlar completamente con medidas de manejo sanitario. Se ha indicado que la caída en, por ejemplo, la eficiencia en la utilización del alimento para incrementar el peso vivo puede ser de, alrededor, 5%; lo que haría incrementar la cantidad de alimento por miles o millones de toneladas, a nivel nacional o mundial, respectivamente, situación que no es sostenible toda vez que se desplazaría a los cultivos de uso humano directo.

Entonces, en esta realidad es que la investigación para determinar nuevos insumos o forma de utilizarlos que permitan situaciones de sostenimiento o mejora de la producción del pollo de carne, como la que se realizó con la presente investigación, es importante.

La pregunta pertinente es ¿de qué manera actuarían los principios contenidos en el ajo y la cebolla dentro del organismo animal para promover mejor situación productiva?.

2.1.2. Efectos sobre el organismo de las aves

Sobre el rendimiento del crecimiento

Recurriendo a la revisión ya citada (Kothari *et al.*, 2019), al parecer existen una serie de

procesos que son activados por los constituyentes de ajo y cebolla, como los que a continuación se citan:

Farhani *et al.*, encontraron que el extracto de cebolla (1%) en el agua potable mejoró el rendimiento del crecimiento y las características bioquímicas de la sangre. Atribuyeron el efecto a los FOS contenidos en la cebolla, los que podrían ayudar a mantener microorganismos intestinales beneficiosos y mejorar la absorción de nutrientes. Goodarzi *et al.*, especularon que los COS de la cebolla aumentan la absorción de nutrientes y, por lo tanto, mejoran el rendimiento del crecimiento en pollos de engorde. Además, la cebolla en la dieta puede reducir la glucosa en sangre estimulando el sistema nervioso para una mayor ingesta de alimento, lo que puede conducir a un aumento de peso.

Sin embargo, también en consideración de los resultados revisados por ellos, mencionan que los resultados son contradictorios y que no están bien clarificados los mecanismos por los que la cebolla promovería el rendimiento. Manifiestan que algunos reportes indicaron que los mejores incrementos de peso se deberían a la promoción que hubo del consumo de alimento; así, a más alimento consumido mayor incremento de peso. Desde el punto de vista de eficiencia esto no es muy conveniente, debido a que se busca lograr mayor incremento de peso con consumos iguales o menores.

Diferentes situaciones que se muestran en su revisión indicaron que:

En general, el ajo se usa como condimento para mejorar el sabor y, por lo tanto, puede mejorar la palatabilidad del alimento, aumentando así la ingesta voluntaria de alimento. Brzóška *et al.* informaron que el extracto de ajo (2.25 mL/kg de alimento) estimuló el apetito de los pollos, lo que resultó en una ingesta de alimento significativamente mayor y, por lo tanto, mayores ganancias de peso corporal. Sheoran *et al.* y Kirubakaran *et al.* plantearon la hipótesis de que la mejora en el aumento de peso de las aves que usan ajo en sus raciones probablemente se deba a la alicina. Kirubakaran *et al.* postularon que el ajo en la dieta de pollos de engorde puede aumentar el flujo de saliva y la secreción de jugo gástrico, lo que resulta en una mejor digestibilidad y mayor peso corporal. También se observaron efectos negativos sobre el rendimiento del crecimiento en pollos de

engordecon la suplementación de 1 g de ajo en polvo/ kg de alimento y 15 g de ajo en bulbo/ kg de alimento. La inclusión de los *Allium* puede reducir la palatabilidad de la dieta debido a su picante y, como resultado, la ingesta de alimento y el peso corporal de los animales disminuyen. Mientras que Aji *et al.* informaron la ineficacia de dosis bajas (0.025 y 0.05 g de cebolla y ajo/ kg de alimento) para producir efectos observables y sugirieron que la dosis de los *Allium* es un factor importante. Sin embargo, varios estudios no informaron efectos significativos sobre los parámetros de rendimiento del crecimiento, como la ingesta de alimento, el aumento de peso corporal o la eficiencia alimenticia en pollos de engorde mediante la suplementación dietética de los *Allium*.

Así mismo, reportaron que *curiosamente, Ao et al. indicaron que la suplementación con ajo podría aumentar el rendimiento del crecimiento en pollos de engorde al reducir la concentración de cortisol, la hormona del estrés. La variabilidad en la eficacia de los alliums en el rendimiento animal también podría atribuirse a la variación en el producto suministrado, la dosis, la duración y los sujetos utilizados entre los estudios.* Es decir, en tanto que no se de uniformidad en el producto que de resultados consistentes se podrá obtener resultados contradictorios.

Hipolipidémicos e hipocolesterolémicos

Estos son aspectos sobre los que han corrido ríos de tinta en la alimentación humana; sobre todo en la actualidad, cuando existe un incrementado interés en la condición física y la salud (cardiovascular). En la revisión se considera que:

Los *Allium* (especialmente el ajo) tienen un lugar tradicional en la medicina popular como agentes hipolipidémicos e hipocolesterolémicos en muchas culturas. La elevación en el colesterol sanguíneo y los triacilglicéridos en las proteínas animales están asociados con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular en humanos. Varios investigadores han opinado que el ajo exhibió efectos hipocolesterolémicos en aves de corral, incluidos pollos de engorde, ponedoras y codornices a través de la inhibición de enzimas clave como la enzima málica, la sintasa de ácidos grasos, la glucosa-6-fosfato deshidrogenasa y la 3-hidroximetil-glutaril- CoA (HMG-CoA) reductasa implicada en la

síntesis de colesterol y de lípidos. Se cree que la alicina es el componente potencialmente activo. Sin embargo, Lanzotti *et al.* informaron que la alicina es muy inestable y no está presente en el ajo intacto ni en ningún producto de ajo. Además, la acidez del estómago impide la formación de alicina. Algunos investigadores atribuyeron el efecto reductor del colesterol del ajo a las saponinas esteroides posiblemente inhibiendo la absorción de colesterol en el intestino o un efecto directo sobre el metabolismo del colesterol. El mecanismo exacto por el cual el ajo reduce la concentración de colesterol en plasma sigue siendo difícil de alcanzar.

Sobre enfermedades infecciosas

Este efecto no sólo es atribuible a las diferentes especies de *Allium*, también se ha documentado en otras especias (tomillo, orégano, cúrcuma, canela, etc.); los resultados de investigaciones locales han atribuido mejores rendimientos en pollos de carne al emplear acción fitobiótica de especias que con APC (Adrianzén y Del Carpio, 2002; Adrianzén, 2003; Velasco, 2004; Mendoza, 2005; Mendoza, 2006; Cubas, 2006; Vásquez, 2009; Falla, 2009; Morán, 2014; Bustamante, 2019).

En el caso concreto de ajo y cebolla, en la revisión de Kothari *et al.* (2019) se indica que: Elmowalid *et al.* informaron que la suplementación dietética de ajo durante tres semanas proporcionó protección *in vivo* contra el desafío de *E. coli* O78 resistente a múltiples fármacos en pollos de engorde al reducir las tasas de mortalidad a > 10% de 60% (control, aves no suplementadas). Los autores sugirieron que los compuestos bioactivos fenólicos y no fenólicos en el ajo son responsables de este efecto. Lee *et al.* informaron una menor pérdida de aumento de peso corporal, disminución de la puntuación de la lesión y desprendimiento de oocistos por la suplementación dietética de *A. hookeri* en la enteritis necrótica (EN) desafiado pollos de engorde comerciales (coinfeción *Clostridium/Eimeria*). Otro estudio *in vivo* con la suplementación dietética de dos metabolitos de ajo (10 ppm), a saber, el tiosulfonato de propilo (PTS) y el óxido de tiosulfonato de propilo (PTSO) reveló un incremento en la ganancia de peso corporal, disminución en la excreción fecal de oocistos, una más alta respuesta de anticuerpos profilina y mayor proliferación celular en el bazo de pollos infectados con *E. acervulina* en comparación con pollos infectados alimentados con una dieta control no

suplementada. Ali y col. también informaron que la suplementación dietética de ajo en polvo (15 g/ kg de alimento) redujo el desprendimiento de oocistos y la puntuación de la lesión, así como la disminución de la mortalidad y mejoró la histopatología del intestino delgado en el grupo suplementado. Atribuyeron estos efectos a la presencia de alicina y compuestos fenólicos en el ajo. La alicina tiene actividad antioxidante y antiparasitaria que mata directamente a los esporozoitos. Los compuestos fenólicos en el ajo actúan sobre la membrana citoplasmática de *Eimeria* y hacen cambios en su permeabilidad catiónica, lo que lleva a la muerte de los patógenos.

Salem *et al.* evaluaron la eficacia del extracto de ajo (40 mg/ ml) en la salmonelosis inducida experimentalmente por *S. typhimurium* en pollos de engorde de Cobb. El extracto de ajo utilizado en el estudio contenía alicina, aliina, sulfuro de alilo, E-ajoeno y vinilditiina. La tasa de mortalidad se redujo del 53,3% al 13,3% después del tratamiento con extracto de ajo. El peso corporal de los pollos infectados mejoró significativamente con el tratamiento del extracto de ajo en comparación con los grupos infectados no tratados. Las lesiones post mortem fueron menos graves en los pollitos infectados tratados con ajo en comparación con los pollitos infectados de control. Los autores sugirieron la eficacia del ajo contra *Salmonella* resistente a múltiples fármacos al reducir su invasión, resistencia a los agentes antimicrobianos y la capacidad de formación de biopelículas. Jimoh *et al.* informaron que el ajo en los diversos niveles de suplementación redujo la carga cecal de *C. perfringens* en comparación con el grupo de control y se atribuyó a las COS.

Kavindra y Shalini informaron el potencial antihelmíntico *in vitro* del aceite de ajo (2%, 4% y 6%) contra las enfermedades por *Ascaridia galli* en aves de corral. Mecánicamente, el aceite de ajo redujo significativamente la absorción de glucosa, el contenido de glucógeno, el consumo de oxígeno y la actividad relativa de las fosfomonoesterasas ácidas y alcalinas en el parásito. Sin embargo, un estudio *in vivo* realizado por Velkers *et al.* no pudo observar la eficacia de la alicina del ajo contra la infección por *A. galli* inducida experimentalmente en pollos sin efecto significativo en la carga de gusanos. Shojai *et al.* observaron un efecto inhibitorio del extracto de ajo contra el virus de la bronquitis infecciosa en huevos embrionarios libres de patógenos específicos (SPF) y sugirieron que el extracto de ajo podría tener un efecto en el virus en la fase de replicación. De la discusión anterior, se puede inferir que los compuestos de *allium*, a una cierta tasa de inclusión, pueden aliviar los efectos negativos de las

infecciones en los pollos y mediarmúltiples vías de señalización relacionadas con la enfermedad.

Sobre la microbiota y morfología intestinales

Como se indicó, los diferentes compuestos de especias y verduras pueden controlar los desbalances de la microbiota intestinal, lo que es importante para que un pollo saludable logre elevado rendimiento. Esta acción está vinculada a las condiciones sanitarias del epitelio intestinal, también es posible que los principios actúen directamente sobre el epitelio, en la revisión de Kothari *et al.* (2019) se ha indicado que:

También se ha informado que la alicina mejora y regenera la estructura fisiológica de la capa del epitelio intestinal, y mejora la profundidad de la cripta y la altura de las vellosidades, lo que en última instancia respalda su capacidad digestiva a través de una mayor absorción de nutrientes y asimilación. Sin embargo, la inestabilidad y la escasa biodisponibilidad de la alicina cuestionan sus efectos *in vivo*. Ur Rahman *et al.* observaron que la suplementación con cebolla aumentó significativamente las dimensiones (altura, ancho, profundidad de la cripta y área superficial de las vellosidades) del duodeno, el yeyuno y el íleon. Los autores plantearon la hipótesis de que las vellosidades intestinales más grandes están asociadas con una mayor absorción de nutrientes y una reducción de *E. coli* en el intestino. Mehmood *et al.* también informaron que la suplementación de cebolla en el alimento aumentó significativamente la altura de las vellosidades, la profundidad de la cripta y el área superficial del yeyuno en los pollos de engorde.

Karangiya *et al.* indicaron que la suplementación con ajo (10 g/ kg de alimento) aumentó la superficie de absorción del intestino (altura, ancho y profundidad de la cripta de las vellosidades) y se correlacionó con el mayor aumento de peso corporal en los pollos de engorde. También se ha demostrado que las dietas que contienen tiosulfonato de propilpropano derivado del ajo (PTS-O) (0.045 y 0.090 g/ kg de alimento) mejoran la superficie de absorción a nivel ileal en los pollos de engorde. En un estudio extendido, Peinado *et al.* observaron una disminución en el número de enterobacterias, en particular lactobacilos y un aumento de bacteroides en el intestino de broilers con la suplementación dietética de PTS-O (0.045 y 0.090 g/ kg de alimento). Aunque generalmente se considera un grupo beneficioso, el mayor número de lactobacilos está relacionado con el deterioro de la digestión o

absorción de grasas en aves de corral debido a su actividad de desconjugación de bilis. Thomas *et al.* sugirieron que los conteos más altos de bacteroidetes fueron responsables del mejor desempeño en los pollos ya que los bacteroidetes están involucrados en la fermentación de carbohidratos de alto peso molecular, la activación de respuestas inmunes mediadas por células T, la prevención de posibles patógenos, el metabolismo de los ácidos biliares y la transformación de sustancias tóxicas y/ o compuestos mutagénicos. Asimismo, Ruiz *et al.* observaron índices de diversidad más bajos de microbiota asociada a la mucosa ileal en pollos alimentados con la dieta suplementada con PTS-O, que se atribuyó al efecto bactericida del PTS-O contra enterobacterias, coliformes, *E. coli*, *C. jejuni* y *Salmonella* spp., como también observaron Peinado *et al.* Además, PTS-O pudo aumentar y modular significativamente la composición de las bifidobacterias en pollos de engorde en crecimiento; las que se consideran excelentes candidatos de probióticos en pollos de engorde. Otro estudio con suplementos de PTS-O indicó correlaciones negativas entre la abundancia relativa de *Escherichia-Shigella* o enterobacterias (buche, íleon y ciego) y el rendimiento del crecimiento, así como la digestibilidad de la grasa en pollos alimentados con PTS-O. Cuando el extracto de ajo (0,04 o 0,06 g/ kg de alimento) se calibró en pollos de engorde, se redujo el número de *E. coli* y *Staphylococcus aureus* en la digesta ileocecaly se observó una mejor digestibilidad de los nutrientes. Kırkpınar *et al.* informaron que el aceite de ajo solo o en combinación con orégano, redujo los recuentos de *Clostridium* en el íleon de los pollos de engorde. Sin embargo, el organismo total, *Streptococcus*, *Lactobacillus* spp., y los recuentos de coliformes no se vieron afectados por los tratamientos dietéticos. Los recuentos más bajos de *Clostridium* se atribuyeron a los efectos antibacterianos de los aceites esenciales. Las bacterias negativas del tracto gastrointestinal tienen la capacidad de destruir el ribete de cepillo de las vellosidades intestinales; así, cualquier estrategia para controlarlas beneficiará al epitelio y, consecuentemente, la capacidad de absorción de nutrientes y mejor rendimiento por parte de los pollos de carne. Sin embargo, es posible que los epitelios se puedan ver deteriorados por acción de radicales libres; si los componentes y sus derivados del ajo y la cebolla tienen propiedades antioxidantes entonces se cuidaría la integridad del epitelio intestinal. Aún cuando se han reportado diferentes compuestos polifenólicos en ajo y cebolla, al parecer la investigación sobre acción antioxidante y antiinflamatoria en el pollo de carne es escasa.

Algunos trabajos de investigación en el medio (Bustamante, 2019; Villanueva, 2019) han relacionado indirectamente la acción de compuestos polifenólicos de otras especias con la menor pérdida de peso de la carcasa de los pollos de carne, lo que puede ser atribuido a la capacidad antioxidante ya mencionada que protegería a las células musculares retardando las pérdidas por exudación.

Esto podría deberse a que las especies del género *Allium* tienen una excepcional habilidad para absorber, metabolizar y almacenar selenio como compuestos organosulfurados como la seleniometionina y seleniocisteína (Kothari *et al.*, 2019), que participan activando el potente sistema antioxidante de la glutatión peroxidasa. No obstante, debe tenerse precaución con el empleo de altos niveles de ajo y cebollas debido a que la utilización de *Alliums* dietéticos para mejorar la calidad de los productos avícolas debe hacerse con cuidado porque las dosis altas de *Allium* pueden reducir la aceptabilidad general con un sabor y olor alterados (Kothari *et al.*, 2019).

Si las diferentes especies del género *Allium* manifiestan un apreciable potencial para mejorar el rendimiento de los pollos de carne, la pregunta pertinente es ¿cómo deben usarse? Al respecto, Kothari *et al.* (2019) en su amplia revisión mencionan lo siguiente: Se deben considerar varias variables al reconocer la eficacia y la seguridad de los *Allium* en aves de corral. [...], es evidente que seis tipos diferentes de formulaciones de *allium* se utilizaron principalmente en aves de corral, es decir, polvo (secado al sol o al aire), jugo, extracto purificado, aceite, extracto envejecido y pasta. Estos *Allium* procesados contienen una variedad de COS (principales componentes bioactivos) que difieren mucho de sus formas intactas, dependiendo de su proceso de fabricación. La mayoría de estas preparaciones no se caracterizaron químicamente y, por lo tanto, no pueden generalizarse bajo un solo paraguas para tener una respuesta biológica en las aves. Los tiosulfatos, los COS más bioactivos, son volátiles y pueden evaporarse rápidamente, lo que conduce a concentraciones finales muy

variadas en la alimentación. El olor acre de los tiosulfatos también puede afectar la palatabilidad del alimento, dependiendo de la dosis aplicada. En la literatura publicada, se ha informado que las tasas de inclusión de *Allium* en aves de corral son muy amplias, desde 0.001% a 10%. Por ejemplo, Aji *et al.* informaron ineficacia de una dosis baja (25 y 50 mg de *Allium*/ kg de alimento) de suplementos de cebolla y ajo, mientras que Varmaghany *et al.* indicaron efectos negativos de una alta dosis de suplementos de ajo. Por lo tanto, la identificación de una dosis óptima de *Allium* también determinará su efectividad en las aves de corral. Fujisawa *et al.* informaron que los tiosulfatos podrían perder actividad antimicrobiana al reaccionar con compuestos de sulfhidrilo (SH) de otros componentes del alimento (proteínas). La naturaleza térmicamente inestable de los componentes bioactivos de *Allium* también afecta su aplicación en la producción de alimentos, ya que el procesamiento térmico es un paso importante para descontaminar los microorganismos nocivos de los alimentos. Los COS tienen poca solubilidad en agua, lo que limita aún más su aplicación en los piensos. Al considerar estos factores, no se puede pasar por alto el mayor costo de los piensos basados en *Allium*. Además de estas, las respuestas de las aves de corral también pueden verse afectadas por varios factores, como el tipo de alimento (pellet o harina) y la calidad, la duración del estudio, la higiene, el tipo de aves (pollos de engorde, ponedoras, codornices, etc.), la edad, el estado de salud (saludable o desafiado) y factores ambientales entre muchos otros. De hecho, sin una formulación estandarizada adecuada, en la práctica, la elección de un aditivo alimenticio a base de *Allium* económicamente viable se ve comprometida en las dietas de aves de corral.

La información citada evidencia la dificultad de obtener respuestas productivas exitosas al emplear ajo o cebolla en la alimentación de los pollos de carne, debido a que no se ha determinado una forma adecuada de suministro que garantice el adecuado abastecimiento de los principios contenidos en estas especies de *Allium*. Ensayos de alimentación con Ajo y Cebolla.

Kumar *et al.* (2010) realizaron un ensayo en el que evaluaron tres tratamientos (T1: dieta basal; T2: G-Pro Naturo 250 ppm + dieta basal; T3: virginiamicina 500 ppm + dieta basal), G-Pro Naturo fue un producto a base de ajo; respectivamente para los tres tratamientos obtuvieron peso final (42 días) de 2074, 2173 y 2128 gramos/ pollo; conversión alimenticia de 1.779, 1.694 y 1.737; índice de eficiencia productiva de 254.5, 297.1 y 274.97. Si bien no se obtuvo diferencias significativas entre T2 y T3, el resultado indicó que podría no emplearse APC; la conversión alimenticia fue 2.5% más eficiente con T2 en comparación con T3; en el índice de eficiencia productiva, T2 fue 8% más eficiente que T3. Respectivamente para T1, T2, y T3 el conteo de UFC de *Salmonella* fue 73333, 566 y 10000, y el de *E. coli* fue de 46666, 3733 y 800. Según los autores *los resultados mostraron que los efectos positivos de G-Pro Naturo suplemental pueden atribuirse a sus efectos antimicrobiales y estimulantes de la digestibilidad intestinal.*

El ensayo de Aji *et al.* (2011) se realizó con pollos de carne que habían completado 21 días de edad y se evaluaron por 21 días adicionales, bajo los efectos de cuatro tratamientos (T1: control; T2: 25 mg de cebolla o ajo; T3: 50 mg de cebolla o ajo; T4: 100 mg de cebolla o ajo); con respecto al rendimiento de las aves que recibieron cebolla o ajo en la dieta reportaron resultados contradictorios; es decir, en algunos casos se mejoraron los indicadores productivos, en otros se obtuvo resultados similares y en otros disminuyeron. En relación con este tipo de comportamiento indicaron que: Rahmatnejad *et al.*, reportaron que el ajo suministrado a 1000 g/ tonelada no afectó a la ingestión de alimento y la conversión alimenticia de pollos de carne. Javandel *et al.*, reportaron que la administración de ajo a la comida de los pollos en 0.125, 0.250, 0.500, 1.000 y 2.000% no ocasionó incremento significativo alguno en ganancia de peso corporal; en cambio, a 2% disminuyó el peso corporal; en tanto que con las dosis más bajas (0.125 y 0.250%) se incrementó la ingestión de alimento. De manera similar, en un estudio de Ashayerizadeh *et al.*, se reportó que el polvo de

ajo suministrado a 1000 g/ tonelada por 42 días a pollos de carne no produjo efecto significativo sobre la ganancia de peso y conversión alimenticia. Ghasemi et al., también reportaron que la inclusión de 0.1 y 0.2% de ajo y tomillo en el alimento de ponedoras no afectó significativamente el peso corporal y la conversión alimenticia.

Con relación a estudios cuyos resultados difirieron de los ya citados incluyeron a:

Rahardja *et al.*, quienes reportaron que en proporciones de 1, 2 y 4% en el alimento, el ajo incrementó la ingestión de alimento en un ensayo de 4 semanas con gallinas ponedoras. También reportaron que estos tratamientos incrementaron la ingestión de agua de pollos mayores pero que los más jóvenes permanecieron inafectados. Kumar *et al.*, reportaron que un activo promotor del crecimiento basado en ajo, suministrado a 250 ppm, incrementó significativamente el peso corporal de pollos de carne en un ensayo de 42 días. [...] Así mismo, incrementos en las ganancias de peso e ingestión de alimento se observó en gallinas ponedoras que recibieron suplemento de ajo, pero no se afectó su eficiencia en conversión alimenticia (Khan *et al.*). En contraste con los reportes anteriores, Nidaullah *et al.* reportaron una reducción en la ingestión de alimento de pollos de carne que recibieron un suplemento de ajo. Similarmente, la inclusión de 0.1 y 0.2% de ajo y tomillo en la dieta de ponedoras disminuyó significativamente la ingestión de alimento por la sexta semana (Ghasemi *et al.*).

Los autores (Aji *et al.*, 2011), con relación a sus fuentes citadas y a los resultados de su propio estudio indicaron:

Podría observarse que las cantidades de ajo usadas en muchos de los estudios referenciados estuvieron en porcentajes de alimento o en otras formas que son más altas a las empleadas en este estudio. La elección de la baja dosis de cebolla y ajo usada en este experimento se debió al hecho reportado que indicó que el ajo causa anemia hemolítica en la proporción de 4% en el alimento [...]; en tanto que la cebolla suministrada a 5, 10, 14, 20 y 25% del alimento causó anemia hemolítica, disminución de hematocrito y en la concentración de hemoglobina. Por lo tanto, evitando estos efectos perjudiciales podría mejorar la oportunidad de obtener mejores resultados con el uso de estos sustratos.

En 2013, Dublado *et al.* realizaron un ensayo con pollos de carne de 14 a 35 días de edad considerando tres tratamientos (T1: testigo con antibióticos y vitaminas; T2: jugo fermentado de cebolla; T3: agua corriente), el jugo fermentado de cebolla se suministró a través del agua de bebida. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado se determinó pesos de 1.40, 1.38 y 1.18 kg, sin diferencias significativas entre T1 y T2 que superaron a T3; en el mismo orden de tratamientos, la conversión alimenticia acumulada fue de 1.84, 1.84 y 2.11. Los resultados obtenidos indicaron la conveniencia del empleo del jugo fermentado de cebolla para no emplear antibióticos en la alimentación de pollos de carne.

En el ensayo realizado por Goodarzi *et al.* (2013) se evaluó cuatro tratamientos (T1: dieta basal; T2: dieta basal + 15 mg de virginiamicina/ kg; T3: dieta basal + 10 gr de bulbos frescos de cebolla/ kg de alimento; T4: dieta basal + 30 gr de bulbos frescos de cebolla/ kg de alimento). Los investigadores determinaron que la suplementación dietética de 30 gr de cebolla por kilo de alimento aumentó el peso corporal y el consumo de alimento de los pollos en diferentes períodos de la crianza; además, generó una marcada reducción en la concentración sanguínea de glucosa. Consideraron que:

La cebolla, que contiene compuestos orgánicos de azufre, incluidos el sulfóxido de S- metilcisteína y sulfóxido de S-alilcisteína, está relacionada con la disminución de lípidos en sangre, las proteínas hepáticas y la glucosa. La hipoglucemia estimula un centro nervioso para la ingesta, mientras que la hiperglicemia estimula el centro para la saciedad. Shurlock y Forbes, observaron reducciones en el consumo de alimento después de infundir glucosa en la vena porta hepática de pollos en ayunas, a tasas fisiológicas; en tanto que no se observó ningún efecto cuando se infundió glucosa en la vena yugular. La cebolla estimuló el crecimiento al aumentar la entrada de glucosa en los tejidos, actividad parecida a la de la tiroides.

Con relación a los resultados obtenidos por estos autores (Goodarzi *et al.*, 2013), mencionan que concuerdan con Al-Homidan; así mismo, con los de Aji *et al.*, quienes reportaron mejora

en el peso corporal, conversión alimenticia e ingestión promedio diaria de alimento de pollos de carne a los que se les ofreció dietas que contendían bulbos frescos de cebolla en comparación con los que recibieron sólo dieta basal. En su ensayo, el impacto positivo de la cebolla en la utilización del alimento se observó en el Inicio, pero la mejor conversión alimenticia de los pollos que recibieron 30 gr de cebolla/ kg no se reflejó en el período de Crecimiento debido, probablemente, a que los requerimientos nutritivos de las aves mayores disminuyeron con la edad y también porque tienen el aparato digestivo y órganos mejor desarrollados. Hassan *et al.* (2013), realizaron un ensayo considerando los siguientes tratamientos: T1, testigo negativo; T2, testigo positivo (vacunación); T3, extracto de ajo desde el primer día; T4, probiótico en base a aceite esencial de ajo desde el primer día. En base a los resultados obtenidos los investigadores indicaron lo siguiente:

Los probióticos y el extracto de ajo manifestaron efecto promotor del crecimiento, el grupo que recibió los probióticos tuvo el más alto peso corporal seguido del que recibió el extracto de ajo. Estos resultados concordaron con los de Alcicek *et al.*, quienes afirmaron que la suplementación con probióticos en la ración de pollos de carne ocasiona la promoción del crecimiento, de la digestibilidad y mejora la eficiencia alimenticia. [Debido a que el probiótico contuvo una alta proporción de aceite esencial de ajo] esta mejora en el rendimiento del crecimiento por parte del aceite esencial puede deberse a que tiene algunas propiedades biológicas. Se descubrió que el extracto de ajo es un promotor del crecimiento, lo que es respaldado por los resultados obtenidos por Ali y Zahran, lo que puede deberse a su efecto antimicrobiano y antioxidante, debido a los compuestos bioactivos presentes en el ajo, como los compuestos azufrados “polisulfuros de alquilo” que poseen actividad antimicrobiana, que serían responsables del efecto promotor del ajo. Así mismo, Gobenga *et al.*, estudiaron el uso del extracto de ajo en diferentes proporciones en las raciones de aves de corral y concluyeron que su empleo en las dietas de pollos de carne mejoró marginalmente el incremento de peso y se desempeñó mejor a altas dosis (5000 mg/ kg de dieta), estos autores también manifestaron que se mejoró la calidad de la carne, aumentando el puntaje de palatabilidad y reduciendo el grado de oxidación durante el almacenamiento en refrigeración.

En tanto que Goodarzi y Nanekarani (2014) evaluaron el efecto del extracto de cebolla suministrado a través del agua de bebida. Consideraron los siguientes tratamientos: T1, testigo; T2, virginiamicina, 300 g/ TM; T3, 1% extracto de cebolla en el agua; T4, 2% extracto de cebolla en el agua. De acuerdo a sus resultados, los pollos que recibieron 1 ó 2% de extracto de cebolla en el agua de bebida tuvieron mayor aumento diario de peso en comparación con el tratamiento testigo, durante el período de Crecimiento y la ganancia acumulada ($P < 0.05$), pero en el período de Inicio no hubo efecto. Las diferencias entre los tratamientos que recibieron el extracto en el agua y el antibiótico no fueron significativas. Los pollos que recibieron 1% de extracto tuvieron una conversión alimenticia acumulada más eficiente ($P < 0.05$) en comparación con el testigo, pero la conversión no se vio afectada en los períodos de Inicio y Crecimiento, las diferencias no fueron significativas entre los tratamientos con el extracto y con antibiótico. Los mayores incrementos de peso se dieron entre los tratamientos con extracto de cebolla y antibiótico. Para explicar sus resultados mencionaron que: Las hierbas y algunos compuestos que contienen pueden actuar de manera similar a los antibióticos. Este compuesto redujo el crecimiento de algunas bacterias dañinas en el tracto gastrointestinal de los pollos de engorde. Esto puede resultar en una mayor eficiencia en la utilización del alimento, y puede conducir a un mayor aumento de peso y una mejor eficiencia del alimento (Bedford, 2000). El efecto de la cebolla en el rendimiento de los pollos de engorde probablemente se deba a los efectos antibacterianos y antifúngicos originados por algunos de sus compuestos. Estos compuestos al disminuir la población microbiana dañina en el intestino mejoran el nivel y el rendimiento saludables (Lee *et al*, 2003). Hay sugerencias de que el aceite esencial puede mejorar la digestión. Puede ser una razón por la que las especias y las hierbas afectarán positivamente la digestión de los alimentos. El peso corporal y otros órganos pueden aumentar al mejorar la absorción de nutrientes. Además, como se mencionó, el uso de extracto de cebolla en el agua de bebida

resultó en un aumento de la ingesta de alimento. Esto a su vez puede aumentar el aumento de peso diario. El uso de cebolla en la dieta puede reducir la glucosa en sangre. La hipoglucemia puede estimular el sistema nervioso para una mayor ingesta de alimento (Goodarzi *et al.* 2013). La cebolla contiene compuestos orgánicos de azufre que incluyen sulfóxido de S-metilcisteína y sulfoxido de salilcisteína. Estos compuestos están relacionados con la disminución de lípidos en sangre, proteínas hepáticas y glucosa. Entonces, en nuestra prueba, es posible que la cebolla mejore el rendimiento de crecimiento de los pollitos debido al contenido de compuestos organosulfurados. Al igual que nuestros resultados, Aji *et al.* (2011) y Goodarzi *et al.* (2013) informaron la influencia positiva sobre el peso corporal, conversión alimenticia e ingestión promedio diaria de alimento de los pollos alimentados con dietas que contenían cebolla fresca en comparación con los pollos alimentados con dieta sin cebolla y antibióticos. Desafortunadamente, hay pocos informes sobre los efectos de la cebolla en el rendimiento de los pollos de engorde. El-Khtam *et al.* (2014), realizaron estudios *in vitro* e *in vivo* para evaluar los efectos anticoccidiales de ajo y cúrcuma suministrados en agua de bebida y comparados con tratamientos testigo, negativo y positivo, en todos (excepto uno) los tratamientos *in vivo* los pollos fueron desafiados con 10 000 ooquistes esporulados viables de una combinación de *Eimeria* spp. Cuando discutieron los resultados los autores consideraron que: La coccidiosis es un problema económico y de salud en la industria avícola y puede infectar a cualquier tipo de aves en cualquier tipo de instalaciones y su presentación es mundial. Históricamente, la severidad de la infección experimental de *Eimeria* en los pollos se ha establecido por pérdida de la ganancia de peso, excreción fecal de ooquistes, y la presencia de lesiones intestinales. Estos parámetros de enfermedad se reflejan en el estatus de inmunidad del hospedero en la coccidiosis aviar.

A partir de los resultados de su investigación concluyeron que:

...la suplementación con polvos, ya sea de ajo o cúrcuma, exhibieron actividad anticoccidial que fue

comparable con la droga anticoccidial y se evidenció por prevención o reducción de la mortalidad, disminuyendo los puntajes de lesiones intestinales y reduciendo los ooquistes fecales en la cama de los pollos infectados en comparación al grupo infectado no tratado. Estos resultados, especialmente con la reducción de la salidad de ooquistes, sugieren que ambos polvos pueden inhibir o dañar la invasión y/ o replicación y desarrollo de los parásitos de *Eimeria* en el tejido intestinal de los pollos antes que ooquistes inertes sean formados y finalmente liberados... El efecto anticoccidial de los polvos evaluados puede atribuirse a su efecto antioxidante. Los compuestos antioxidantes serían prometedores para el control de las infecciones por *Eimeria*, debido a la asociación de la infección coccidial con la destrucción de la célula huésped, que se asocia con el estrés oxidativo y la peroxidación lipídica de la mucosa intestinal. Así, las plantas ricas en antioxidantes pueden ser letales para los parásitos al inducir estrés oxidativo y neutralizar a las especies oxígeno reactivas y tener beneficios potenciales en el tratamiento de infecciones coccidiales.

...Además, los compuestos órganosulfurados presentes en el ajo son los responsables más importantes de la mayoría de sus efectos farmacológicos. Entre estos compuestos biológicamente activos, se ha demostrado que la alicina, alil metil sulfuro, el DTS y el ajoeno son los [...] responsables de los efectos antifúngicos, antibacterianos, antiprotozoarios y antivirales, respectivamente, del ajo.

El contenido de azufre del ajo es muy cercano al 1.0% de su peso (0.35% de su peso fresco). La eficiencia de los compuestos azufrados contra la coccidiosis fue confirmada primero por Herrick y Holmes; así mismo, se confirmó por Saif et al., quienes registraron que los compuestos azufrados se emplean como fármaco anticoccidial desde 1936 en la producción de pollos de carne.

Con cuatro tratamientos (T1, testigo negativo; T2, testigo positivo; T3, 0.3% de extracto de cebolla en la dieta; T4, 0.5% de extracto de cebolla en la dieta), An *et al.* (2015) evaluaron los efectos de extractos de cebolla sobre el rendimiento del crecimiento, características de la carcasa y perfiles sanguíneos de mini pollos de carne White, en un ensayo de 5 semanas de duración. El peso vivo final y la ganancia diaria de peso vivo de los grupos alimentados con la dieta control no medicada fueron significativamente ($P < 0.01$) menores que los del grupo control medicado. El rendimiento de los pollos que recibieron 0.3

o 0.5% de extracto de cebolla fue ligeramente menor que el del grupo control medicado pero no significativamente. No hubo diferencia significativa en ingestión de alimento y en eficiencia alimenticia entre grupos. Los investigadores consideraron que:

...los productos herbales y especias han sido utilizados en el alimento para animales como estimulantes de la digestión y promotores del crecimiento [...]. Jo *et al.* reportaron la influencia favorable del extracto de ajo sobre la eficiencia alimenticia de pollos de carne. Los que recibieron dietas con 3% de bulbos de cebolla tuvieron mayor ganancia de peso vivo (Goodarzi *et al.*). Aji *et al.* también reportaron que la ganancia de peso vivo en pollos que recibieron dietas con ajo y cebolla fue mejor que la del testigo. Se demostró que la inclusión de cebolla en las dietas no tuvo efectos adversos sobre la ingestión de alimento (Goodarzi *et al.*).

En su amplio trabajo de revisión, Rehman y Munir (2015) mencionan, cuando analizan el efecto del empleo del ajo sobre el rendimiento del crecimiento de pollos de carne, que *muchos científicos investigaron los efectos del suministro de ajo y sus preparaciones a largo plazo en el alimento sobre el rendimiento de pollos broiler. Muchos de estos estudios reportaron mejora estadísticamente significativa en la conversión alimenticia acumulativa...* esto se atribuyó al incremento en la altura de las vellosidades del intestino delgado y activación de procesos de absorción. Para respaldar estas propuestas un estudio probó que la suplementación de ajo fermentado en el alimento de pollos de carne puede incrementar la altura de los vellos intestinales, área de los vellos, área celular, mitosis celular en el intestino y ocasionaron mejor conversión alimenticia.

Por los reportes hechos por estos autores, se puede asumir que este tipo de acción sobre el epitelio intestinal se ve complementada por el resto de acciones atribuidas al ajo y otros miembros del género *Allium* (antibacteriana, antioxidante, antiinflamante, inmunológica, etc.).

Al-Ramamneh (2017) determinó el efecto del empleo de cebolla líquida sobre la fisiología, producción y conducta de pollos de carne, consideró cuatro tratamientos (T1, dieta

basal y sin cebolla en agua de bebida; T2, dieta basal + 2.5% de extracto de cebolla en el agua de bebida; T3, dieta basal + 5.0% de extracto de cebolla en el agua de bebida; T4, dieta basal + 7.5% de extracto de cebolla en el agua de bebida). Los incrementos de peso vivo se mejoraron con 5% de cebolla, principalmente después de la tercera semana; los pesos corporales a la sexta semana fueron de 2127, 2276, 2356, y 2320 gramos, respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto. La ingestión de alimento se incrementó significativamente ($P < 0.0001$) desde la tercera semana hasta finalizar el ensayo. Con 5% se determinó la mejor conversión alimenticia en comparación con el testigo. Se incrementó, además, el rendimiento de carcasa y se evidenció menor contenido de grasa abdominal.

Olusola *et al.* (2018), realizaron un experimento en el que emplearon extracto y harina de cebolla para evaluar el efecto sobre el rendimiento y calidad de la carne de pollos; conformaron cuatro tratamientos de la siguiente manera: T1, dieta basal + EDTA (0.1 g/ kg); T2, dieta basal; T3, dieta basal + extracto de cebolla (30 g/ kg); T4, dieta basal + harina de cebolla (100 g/ kg). Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, obtuvieron los siguientes resultados: 1.92, 1.98, 2.07 y 1.84 kilos de peso vivo final; 1.34, 1.39, 1.50 y 1.27 kilos de incremento acumulado de peso vivo; 4.94, 4.92, 4.97 y 5.06 kilos acumulados de alimento consumido; 3.69, 3.54, 3.31 y 3.98 kilos de alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado; 1.31, 1.35, 1.12 y 1.06% de grasa abdominal. Con respecto a los resultados obtenidos indicaron que: No hubo diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en el consumo de alimento de todos los tratamientos. El índice de conversión alimenticia reveló que el tratamiento 4 fue significativamente mayor que otros tratamientos; aunque los tratamientos 2 y 3 fueron estadísticamente similares ($p \geq 0.05$), pero T3 tuvo el valor más bajo (3.31). Hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en el peso final y el incremento de peso entre los tratamientos, ya que el que contenía extracto tuvo el mayor peso y aumento. El significativamente mayor ($P < 0.05$) aumento de peso logrado con el

tratamiento que recibió el extracto podría deberse al sabor adicional del extracto que habría mejorado la palatabilidad. El tratamiento control con el antioxidante sintético no fue significativamente diferente. Los tratamientos que recibieron extracto y harina de cebolla presentaron mayor consumo de alimento, aunque las diferencias no fueron significativas.

Al-Gharabi *et al.* (2019) evaluaron el efecto de la inclusión de extractos de cebolla y ajo en el agua de bebida, con cuatro tratamientos (un control y tres con el extracto; 1, 3 y 5 ml por litro de agua). Todos los tratamientos que incluyeron los extractos combinados de ajo y cebolla en el agua mostraron efectos significativos ($P < 0.05$) sobre los indicadores productivos (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia e índice productivo); en tanto que se registró una reducción significativa ($P < 0.05$) en mortalidad en comparación con el control, el tratamiento con 5 ml del extracto combinado/litro de agua dio los mejores resultados.

Los reportes indican situaciones especiales, como la dificultad de determinar la manera más adecuada de uso de la cebolla y del ajo, el medio a través del que se suministra, las cantidades y la posible toxicidad; por tal motivo es de importancia investigar sobre una forma de preparación, la cantidad y la frecuencia de su empleo, como se planteó en la presente investigación.

2.2. Base Teórica

Las diferentes investigaciones realizadas con diferentes plantas del género *Allium* (ajo, cebolla, puerro, etc.) han mostrado que contienen principios que se pueden catalogar de acción fitobiótica (antibacteriano, antioxidante, antiinflamatoria, inmunoestimulante, etc.); sin embargo, uno de los problemas más importantes a resolver está vinculado con la forma de empleo de estas plantas, debido a que contienen un alto tenor de humedad y por los compuestos órganosulfurados que, en determinadas proporciones, podrían desempeñarse como elementos tóxicos. Por tal motivo, una forma fácil y segura podría estar por el lado de

los licuados que, sin ser mayormente extractos, permitirían la suplementación a través del agua de bebida, en cantidades y períodos que sean seguras para el animal consumidor. Toda vez que el agua se absorbe con mayor facilidad y rapidez a través del epitelio intestinal, como ha sido indicado por diferentes investigadores (Aji *et al.*, 2011; Al-Gharabi *et al.*, 2019; Al-Ramamneh, 2017; El-Khtam *et al.*, 2014; Goodarzi *et al.*, 2013; Goodarzi y Nanekarani, 2014; Rehman y Munir, 2015); teóricamente el presente trabajo de investigación se sustenta en las cantidades, frecuencia y medio de empleo de ajo y cebolla que deben demostrar su utilidad en la explotación del pollo de carne.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos con el consumo de alimento se presentan en la Tabla 3 y en las Figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan el comparativo porcentual entre tratamientos para el Inicio, Crecimiento, Acabado y Acumulado, respectivamente.

Tabla 3. Consumo de alimento de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
Ajo licuado, g	----	2	----	2
Cebolla licuada, g	----	----	8	8
Consumo (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	561.4	546.3	549.9	590.6
Crecimiento	1753.5	1776.5	1585.7	1671.2
Acabado*	1074.8	1111.0	1161.9	1111.6
Acumulado	3389.7	3433.8	3297.5	3373.4
Promedio/ pollo/ día	96.9	98.1	94.2	96.4

*El período Acabado tuvo una duración de 7 días

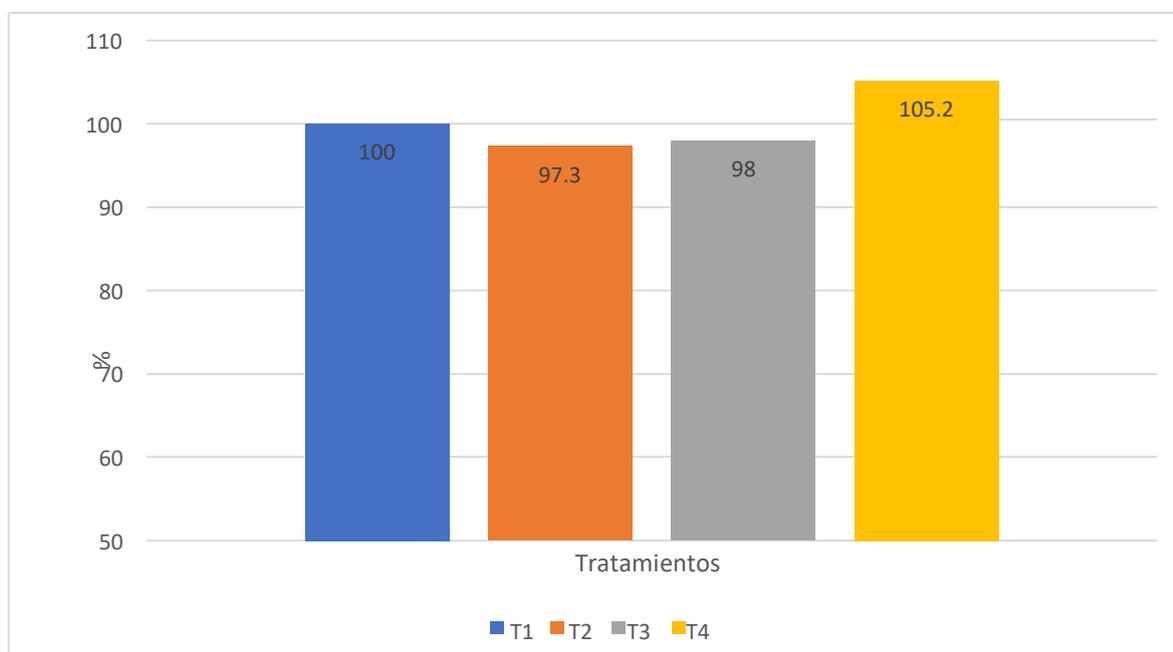


Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Inicio

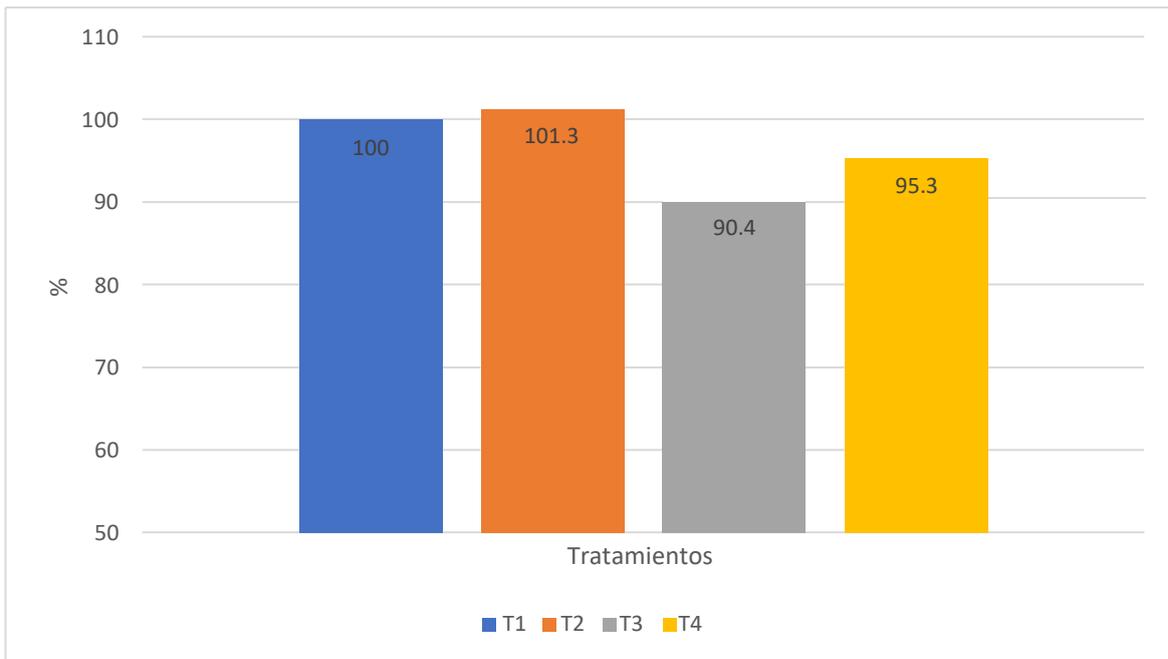


Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Crecimiento

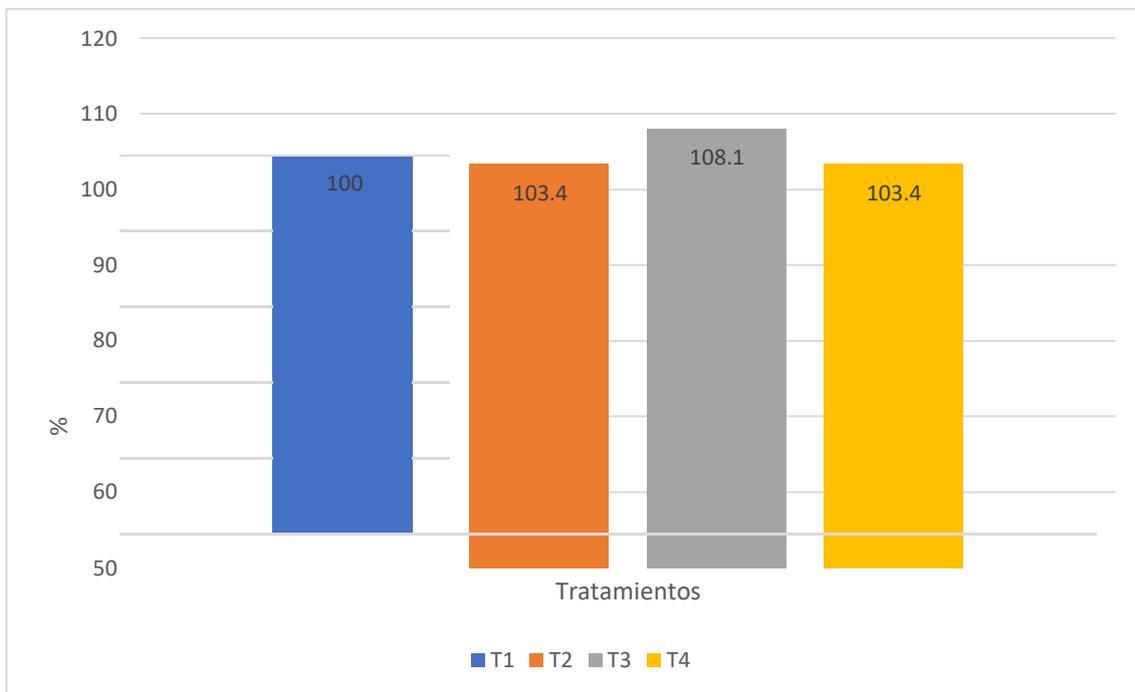


Figura 3. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento en Acabado

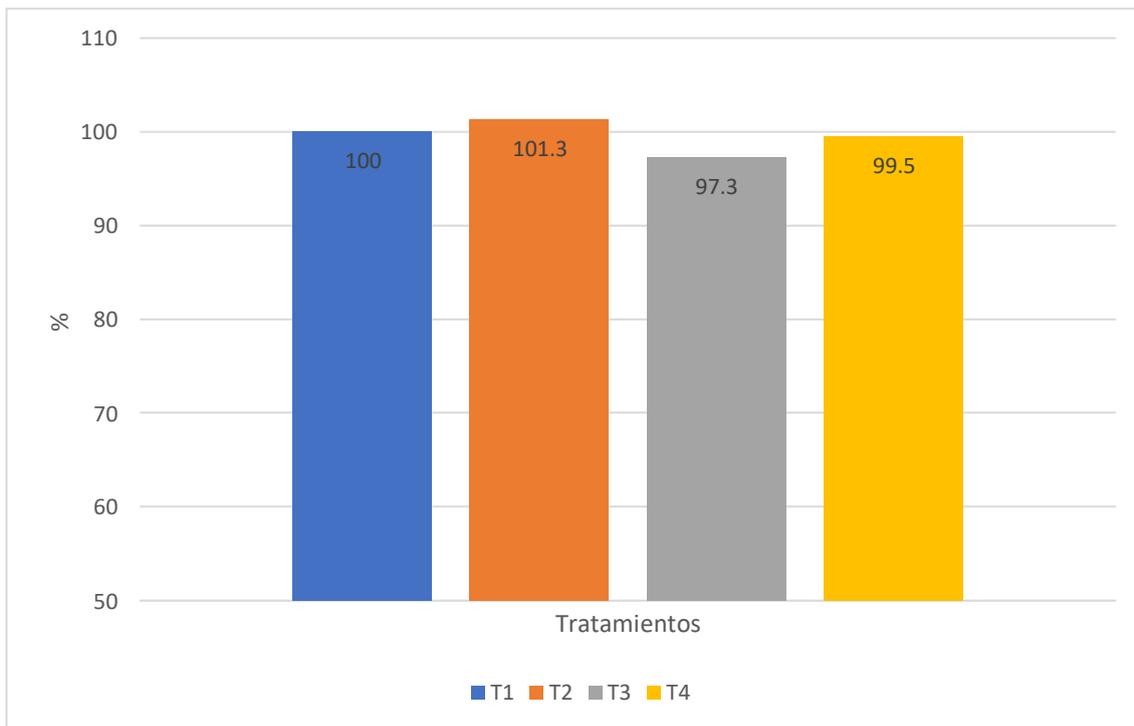


Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo acumulado de alimento

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el consumo promedio por pollo fue de 561.4, 546.3, 549.9 y 590.6 gramos durante el período de Inicio; realizado el comparativo porcentual (Figura 1) se determinó que los tratamientos 2 y 3 estuvieron por debajo del testigo en 2.7 y 2%, respectivamente. En el mismo orden de tratamientos, fue de 1753.5, 1776.5, 1585.7 y 1671.2 gramos durante el período de Crecimiento; el comparativo porcentual (Figura 2) indicó que el tratamiento 2 estuvo por encima del testigo en 1.3%, en tanto que los tratamientos 3 y 4 estuvieron por debajo en 9.6 y 4.7%, respectivamente. Fue de 1074.8, 1111.0, 1161.9 y 1111.6 gramos durante el período de Acabado; porcentualmente, en comparación con el testigo, los tratamientos 2, 3 y 4 consumieron 3.4, 8.1 y 3.4% más, respectivamente (Figura 3). El consumo acumulado fue de 3389.7, 3433.8, 3297.5 y 3373.4 gramos, en el mismo orden de tratamientos; el comparativo porcentual (Figura 4) mostró que, en comparación con el tratamiento testigo, el tratamiento 2 consumió 1.3% más y los tratamientos 3 y 4 consumieron 2.7 y 0.5% menos.

Como se pudo apreciar, el efecto sobre el consumo no siguió una tendencia definida; sin embargo, se pudo apreciar que se dio un cierto proceso de acostumbramiento, ya que en el Inicio y Crecimiento lo que predominó en los tratamientos 2, 3 y 4 fueron consumos en proporciones inferiores a los registrados con el tratamiento testigo. En tanto que en el período de Acabado los tratamientos 2, 3 y 4 mostraron consumo superior, sobre todo con el tratamiento 3 (licuado de cebolla) que estuvo 8.1% por encima del testigo. Dado que los licuados se suministraron a través del agua de bebida, su relación con el consumo de alimento se estableció en función del efecto sobre las condiciones tractogastrointestinales (epitelios, poblaciones microbianas, reacciones de bloqueo de radicales libres, etc.), acciones que han sido reportadas por diferentes investigadores (Ur Rahman *et al.*, Mehmood *et al.*, Karangiya *et al.*, Peinado *et al.*, Thomas *et al.*, Ruiz *et al.*, Kirkpınar *et al.*, citados por Kothari *et al.*, 2019; Kumaret *et al.*, 2010; Rehman y Munir, 2015).

No obstante, las diferencias en el consumo acumulado no fueron de gran magnitud, la mayor diferencia con el testigo se registró en el tratamiento 3 (con licuado de cebolla), en el que el consumo acumulado promedio estuvo 2.7% por debajo.

Entre las causas que podrían haber ocasionado una ligera merma en el consumo de alimento por acción de los licuados suministrados a través del agua de bebida se encuentra el hecho que los compuestos activos órganosulfurados contenidos en ajo y cebolla ocasionan movilización de lípidos (Kothari *et al.*, 2019) de las reservas corporales los que son empleados como fuentes de energía para procesos de síntesis de tejidos o propiciando hiperglicemia que estimularía el centro nervioso de la saciedad (Goodarzi *et al.*, 2013), y de esa manera el organismo habría restringido en alguna medida el consumo, se dispone de algunas evidencias al respecto que se discutirán al considerar la eficiencia de utilización del alimento.

Respuestas a favor o en contra del consumo de alimento, y en algunos casos no efectos, han sido reportadas por diferentes investigadores. Rahmatnejad *et al.* (citados por Aji *et al.*, 2011) indicaron ausencia de efecto; en tanto que la promoción del consumo ha sido reportada por Brzóška *et al.* (citados por Kothari *et al.*, 2019), Javandel *et al.*, Rahardja *et al.*, Khan *et al.* (citados por Aji *et al.*, 2011). Efecto negativo sobre el consumo de alimento ha sido reportado por Kirubakaran *et al.* (citados por Kothari *et al.*, 2019) y Ghasemi *et al.* (citados por Aji *et al.*, 2011). Algunos investigadores consideran que por tener efecto picante, principalmente el ajo, los *Allium* ocasionan alteraciones de la palatabilidad y disminución en el consumo (Kirubakaran *et al.*, citados por Kothari *et al.*, 2019), aspectos que descartamos ya que las aves son inmunes a los efectos de picor, como se demostró por investigadores locales que emplearon proporciones apreciables de ajo en la dieta de pollos de carne (Chozo, 2014; Paredes, 2015).

3.2. Peso y Cambios en el Peso

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos con peso vivo y los cambios en el peso vivo; en las Figuras 5, 6, 7 y 8 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos, para cada período de crianza, para los incrementos de peso.

Tabla 4. Peso vivo y cambios en el peso vivo de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
Ajo licuado, g	----	2	----	2
Cebolla licuada, g	----	----	8	8
Peso vivo (g/ pollo/ período) en:				
Inicial	38.7	38.6	38.6	38.4
Inicio	422.6 ^a	417.5 ^a	397.0 ^a	409.2 ^a
Crecimiento	1534.3 ^a	1478.4 ^a	1476.3 ^a	1551.0 ^a
Acabado	2078.8 ^a	2051.0 ^a	2057.0 ^a	2055.4 ^a
Cambios en el peso (g/ pollo/ período) en:				
Inicio	383.9	378.7	358.4	370.8
Crecimiento	1111.7	1061.2	1079.3	1141.8
Acabado	544.5	572.6	580.7	504.4
Acumulado	2040.1	2012.5	2018.4	2017.0

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos dentro de períodos (P>0.05)

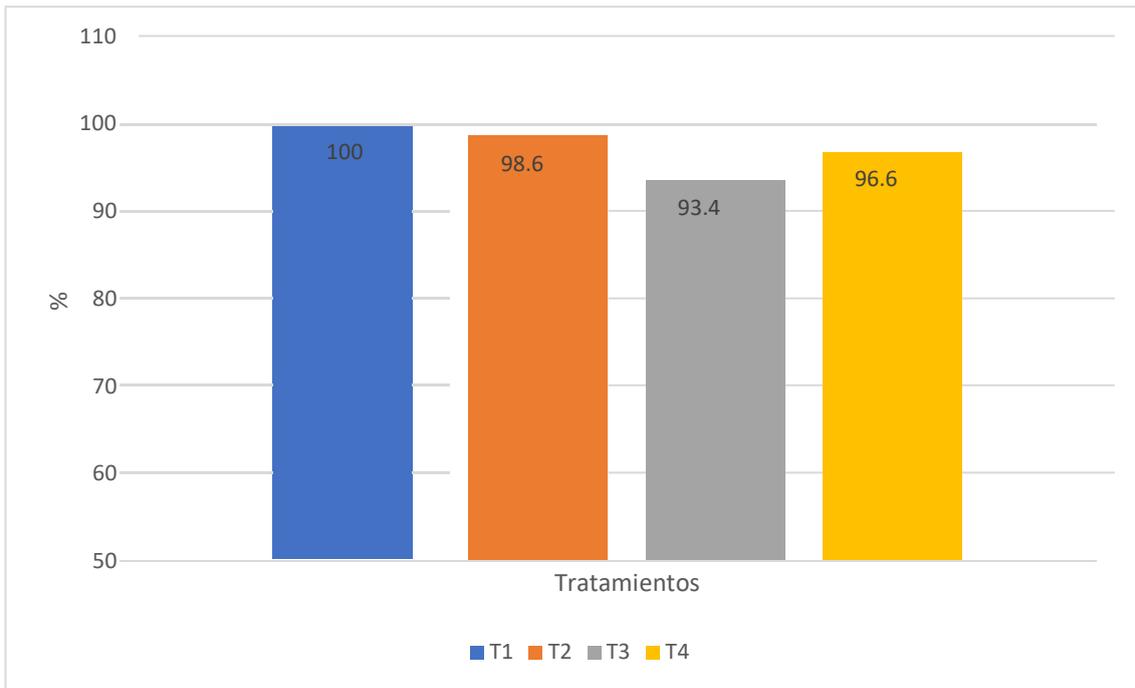


Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Inicio

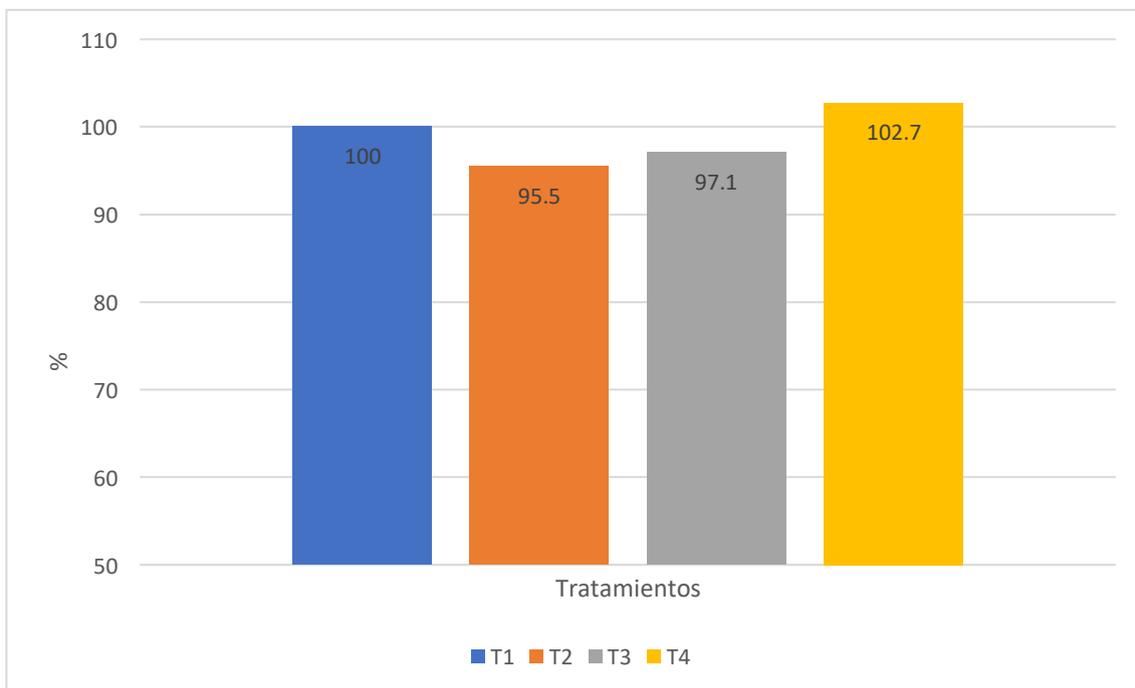


Figura 6. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Crecimiento

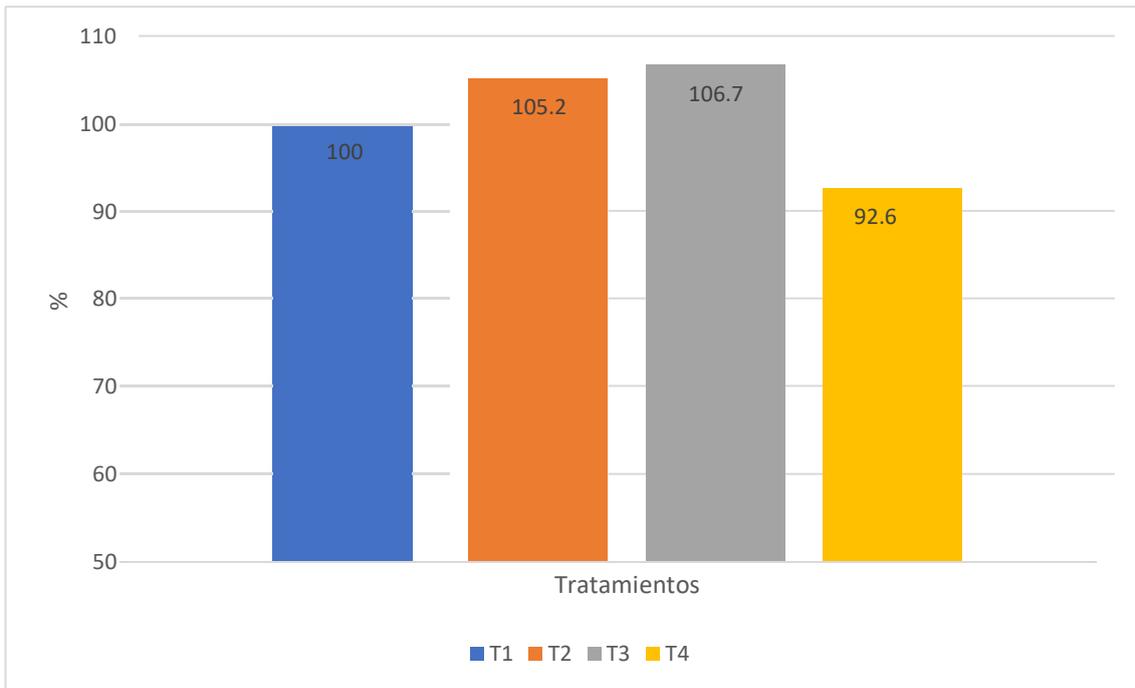


Figura 7. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso en Acabado

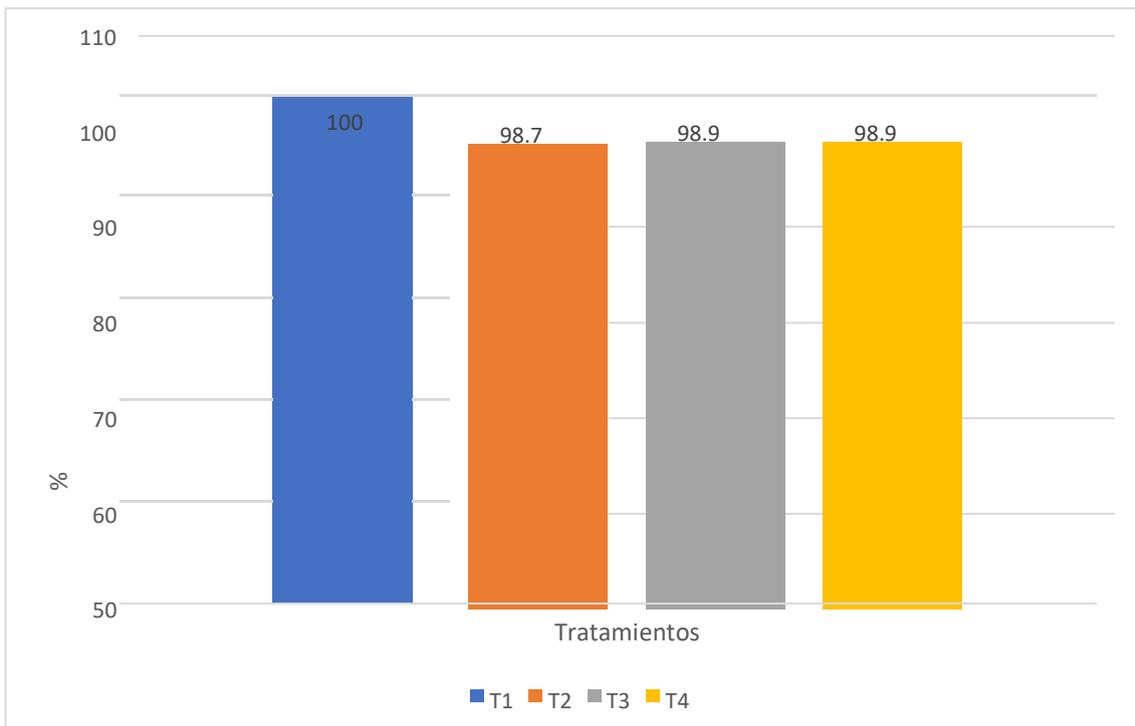


Figura 8. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento acumulado de peso

El análisis estadístico (Anexos) mostró que con los pesos iniciales se cumplió con las exigencias de normalidad y homocedasticidad, como lo demostraron las pruebas de Kolgomorov-Smirnov y de Levene, respectivamente.

Al finalizar el período de Inicio (14 días) el peso promedio por pollo fue de 422.6, 417.3, 397 y 409.22; la distribución de la información fue normal y entre los grupos de tratamientos hubo homocedasticidad; el análisis de la varianza mostró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Como se refleja en la Figura 5, con relación a los incrementos de peso en este período, los tratamientos 2, 3 y 4 estuvieron por debajo del testigo en 1.4, 6.6 y 3.4%. El tratamiento que recibió sólo licuado de cebolla en el agua fue el que manifestó mayor merma. Se notó que las mermas, en este período, no estuvieron completamente relacionadas al consumo de alimento; corroborado por el hecho resaltado en el tratamiento 4 (ajo + cebolla) en el que el consumo fue 5.2% superior al del testigo pero la merma en el incremento de peso fue 3.4% por debajo.

Al finalizar el período de Crecimiento (15-28 días) los pesos logrados fueron de 1534.3, 1478.4, 1476.3 y 1551 gramos, promedio, por pollo; el análisis estadístico (Anexos) mostró que hubo normalidad y homocedasticidad. Al considerar los incrementos de peso (Figura 6) se determinó que los tratamientos 2 y 3 estuvieron por debajo del testigo en 4.5 y 2.9%, en tanto que el tratamiento 4 estuvo por encima en 2.7%. Como en lo que ocurrió en el Inicio, los menores incrementos de peso de los tratamientos 2 y 3 no se pueden explicar en función de la cantidad de alimento consumido; en este período el caso resaltante es el del tratamiento 4 cuyo consumo fue 4.7% inferior al del testigo pero el incremento de peso fue 2.7% superior. Resultó interesante notar que las inconsistencias en las tendencias de los incrementos de peso se deben a la presencia de ajo o cebolla. En el período de Acabado (29-35 días), los pesos fueron de 2078.8, 2051, 2057 y 2055.4 gramos, promedio, por pollo. La distribución fue normal y las varianzas estuvieron distribuidas homogéneamente entre los

tratamientos. Los incrementos de peso (Figura 7) de los tratamientos 2 y 3, respectivamente, estuvieron por encima que el testigo en 5.2 y 6.7%; en tanto que el tratamiento 4 estuvo 7.4% por debajo. Lo sucedido con los tratamientos 2 y 3 (ajo y cebolla, por separado, respectivamente) indicaría la presentación de un probable efecto de acostumbramiento, pero la tendencia se rompió con el tratamiento 4 (combinación ajo y cebolla en el licuado), indicando una posible interacción entre los componentes o cantidades de ellos en ajos y cebollas; es probable que si el período de Acabado hubiese durado 7 días más.

En el mismo orden de tratamientos, los pesos al finalizar el ensayo fueron de 2078.8, 2051, 2057 y 2055.4 gramos, promedio, por pollo; el análisis estadístico (Anexos) indicó que hubo normalidad y homocedasticidad; en tanto que las diferencias entre los tratamientos no alcanzaron significación estadística. Los incrementos de peso acumulados (1-35 días) de los tratamientos 2, 3 y 4 estuvieron 1.3, 1.1 y 1.9% por debajo de lo logrado por el testigo (Figura 8); no obstante las diferencias no fueron de magnitud considerable, por lo que en función de los incrementos acumulados se puede inferir que la presencia de licuados de ajo y cebolla, por separado o combinados, no afectaron los incrementos de peso vivo.

Los diferentes reportes de investigación realizada con ajo o con cebolla, o en combinación, se ha señalado la dificultad que se tiene para poder lograr resultados consistentes, lo que se debe a que puede tratarse de variedades distintas, a la edad de las plantas, al suelo en que se cultivaron, al tratamientos que recibieron (bulbos crudos, extractos obtenidos por fermentación o por destilación, harina, etc.), a las cantidades que se emplean, el período de empleo, etc.; aún cuando se trata de productos de mucho potencial en avicultura para reemplazar a los antibióticos promotores de crecimiento y obtener carne de mejor calidad, se trata un comportamiento multifactorial que no permite obtener la consistencia requerida en los pesos e incrementos de peso. A pesar que bajo condiciones *in vitro* se han encontrado una serie de acciones fitobióticas (antimicrobiana, antioxidante,

antiparasitaria, antiinflamatoria, inmunoestimulante, etc.) (Kothari *et al.*, 2019).

Ají *et al.* (2011) indicaron que en el ajo y la cebolla existen principios que podrían causar problemas en el organismo de las aves y deteriorar el rendimiento, por lo que las proporciones o cantidades resultan importantes a la hora de decidir su uso. Estos investigadores manifestaron que:

Podría observarse que las cantidades de ajo usadas en muchos de los estudios referenciados estuvieron en porcentajes de alimento o en otras formas que son más altas a las empleadas en este estudio. La elección de la baja dosis de cebolla y ajo usada en este experimento se debió al hecho reportado que indicó que el ajo causa anemia hemolítica en la proporción de 4% en el alimento[...]; en tanto que la cebolla suministrada a 5, 10, 14, 20 y 25% del alimento causó anemia hemolítica, disminución de hematocrito y en la concentración de hemoglobina. Por lo tanto, evitando estos efectos perjudiciales podría mejorar la oportunidad de obtener mejores resultados con el uso de estos sustratos.

Es posible que al acondicionar los productos a través del licuado se haya producido una liberación de tales principios y al suministrarse a través del agua su acción sería más intensa (absorción más fácil a través del epitelio intestinal) y no permitió mejor rendimiento de los tratamientos 2, 3 y 4. Sin embargo, aún no está agotada la investigación local con relación a formas, proporciones y períodos de uso.

3.3. Conversión Alimenticia

Los resultados de conversión alimenticia se muestran en la Tabla 5 y en la Figuras 9, 10, 11 y 12 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para la conversión encontrada en cada uno de los períodos de crianza.

Tabla 5. Conversión alimenticia de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida

Aspectos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Pollos	25	25	25	25
Ajo licuado, g	----	2	----	2
Cebolla licuada, g	----	----	8	8
Conversión alimenticia (kg/ período) en:				
Inicio	1.462	1.443	1.534	1.593
Crecimiento	1.577	1.674	1.469	1.464
Acabado	1.974	1.940	2.000	2.204
Acumulada	1.662	1.706	1.634	1.672

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, se obtuvo valores de conversión alimenticia de 1.462, 1.443, 1.534 y 1.593 en el Inicio; 1.577, 1.674, 1.469 y 1.464 en el Crecimiento; 1.974, 1.940, 2.000 y 2.204 en el Acabado; 1.662, 1.706, 1.634 y 1.672 acumulada.

En la Figura 9 se observa que en el Inicio sólo el tratamiento 2 (licuado de ajo) fue más eficiente (1.3%) que el testigo; los tratamientos 3 (licuado de cebolla) y 4 (ajo +cebolla) fueron menos eficientes e 4.9 y 9%, respectivamente.

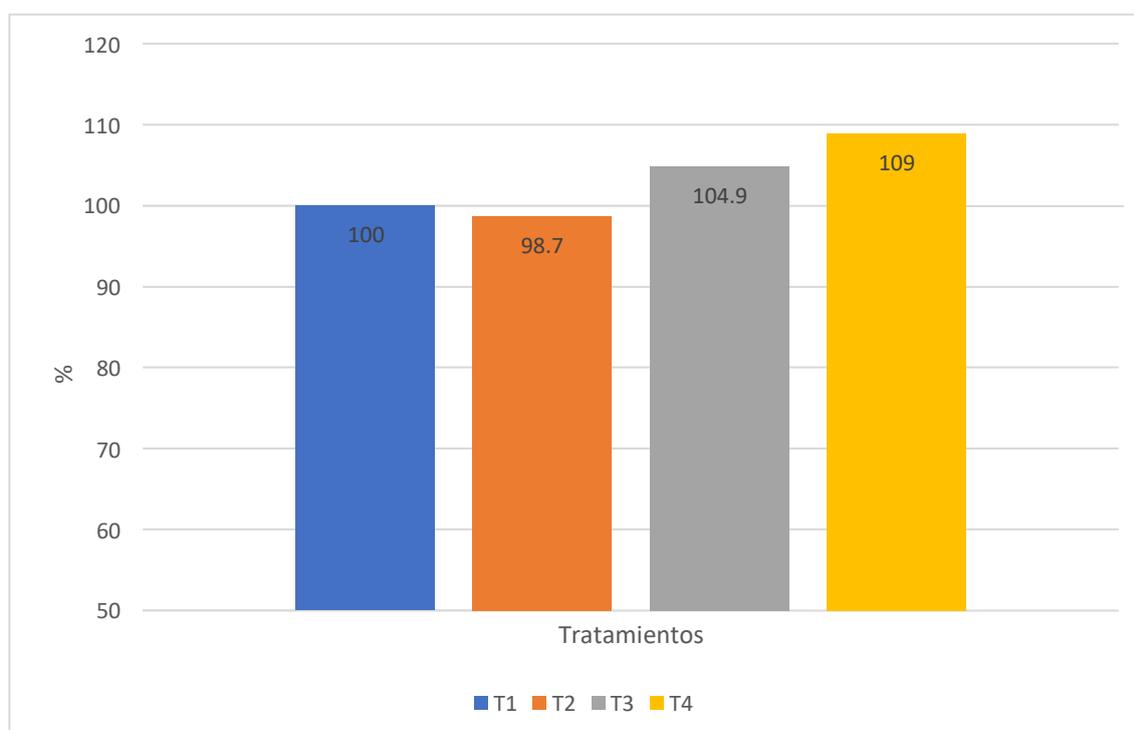


Figura 9. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en el Inicio

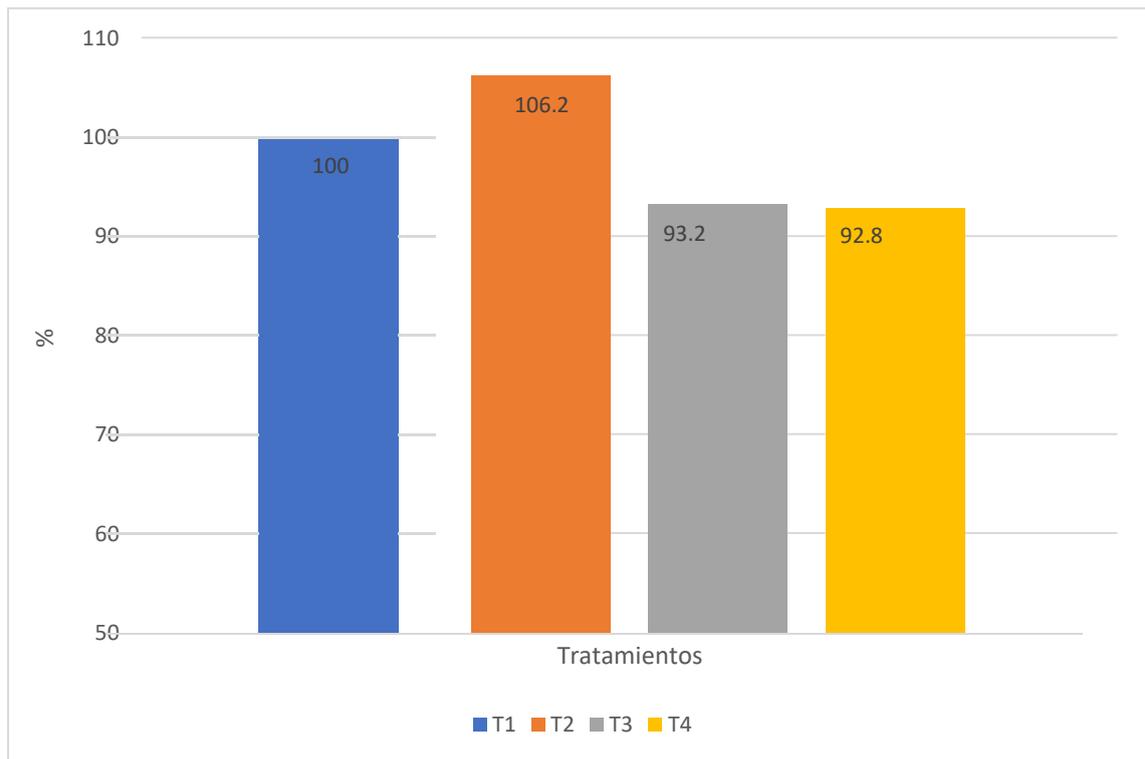


Figura 10. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia en Crecimiento

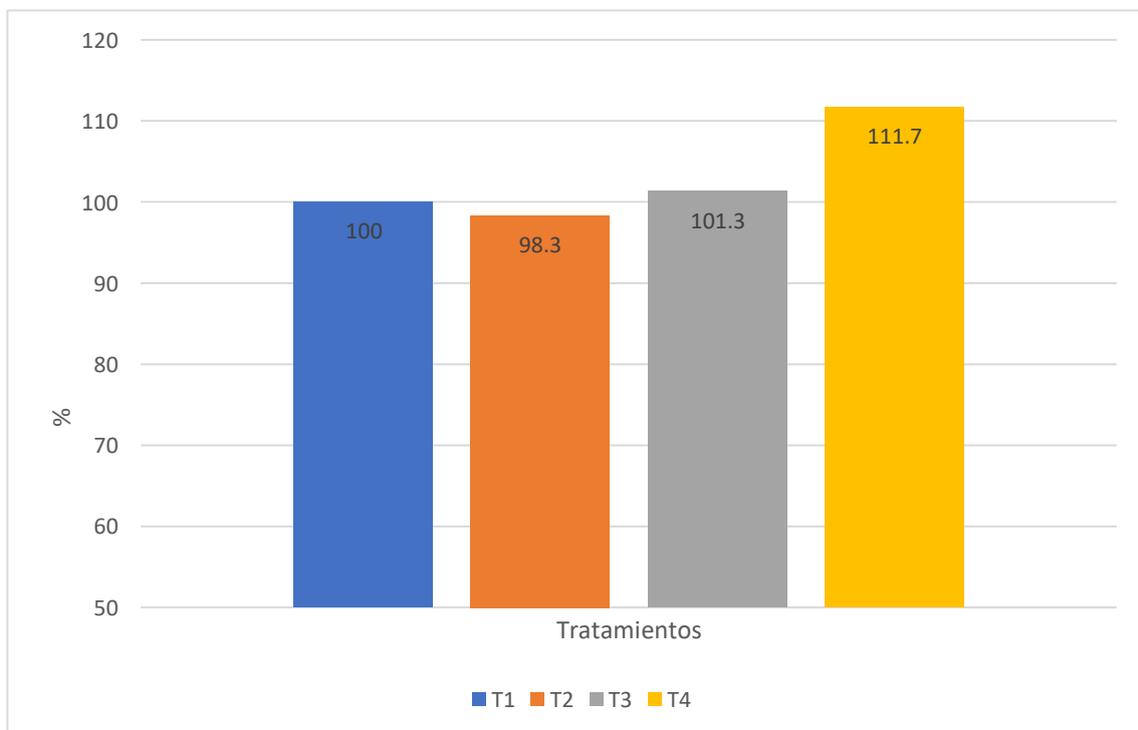


Figura 11. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia enAcabado

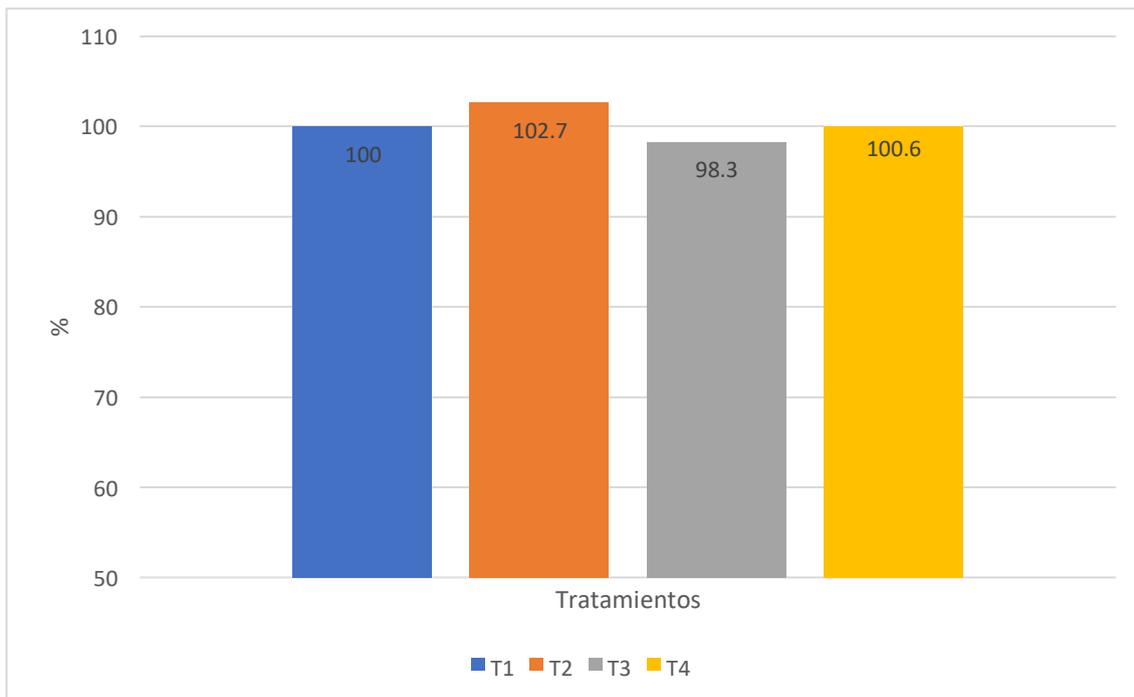


Figura 12. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia acumulada

En la Figura 10, correspondiente al período de Crecimiento, se aprecia que el tratamiento 2 fue 6.2% menos eficiente que el testigo; en tanto que los tratamientos 3 y 4 fueron 6.8 y 7.2% más eficientes, respectivamente, que el testigo. Sin embargo, en el Acabado (Figura 11), el tratamiento fue más eficiente (1.7%) y los tratamientos 3 y 4 fueron menos eficientes en 1.3 y 11.7%, respectivamente, que el testigo. Con este comportamiento no consistente la conversión alimenticia acumulada (Figura 12) resultó menos eficiente en el tratamiento 2 (2.7%), la del tratamiento 3 fue más eficiente en 1.7%; en tanto que la del tratamiento 4 fue prácticamente igual que la del testigo.

Resultó evidente que los licuados ejercieron efecto, aunque no permanente, en las condiciones del tracto gastrointestinal que permitieron muy buena eficiencia en la utilización del alimento para ganar peso, sobre todo en el Crecimiento, pero que rápidamente se deterioró. Goodarzi *et al.* (2013) reportaron también pérdida de eficiencia en la conversión alimenticia, indicando que esto se podría deber a menores exigencias nutricionales con la edad y a mayor desarrollo de los órganos digestivos.

Es abundante la literatura que indica que los principios que están contenidos en el ajo y en la cebolla tienen acción sobre las condiciones intestinales (epitelio, flora y fauna, atrapar radicales libres, etc.) (Kumar *et al.*, 2010, Aji *et al.*, 2011; Dublado *et al.*, 2013; Goodarzi *et al.*, 2013; Goodarzi y Nanekarani, 2014; Hassan *et al.*, 2013; El-Khtam *et al.*, 2014; An *et al.*, 2015; Rehman *et al.*, 2015; Al-Ramamneh, 2017; Olusola *et al.*, 2018; Al-Gharabi *et al.*, 2019; Kothari *et al.*, 2019) que deben propiciar mejor eficiencia de utilización de los alimentos para incrementar peso vivo; sin embargo, la obtención de resultados positivos y contundentes en la eficiencia de utilización del alimento y de otros indicadores productivos se muestra elusiva debido a la serie de factores que están involucrados y a su interacción, como se indicó al comentar los incrementos de peso.

3.4. Mérito Económico

En la Tabla 6 se presentan los resultados referentes al mérito económico y en las Figuras 13 – 16 el comparativo porcentual entre tratamientos para los diferentes períodos y acumulado de toda la crianza.

Tabla 6. Mérito económico de pollos de carne que recibieron licuado de ajo y cebolla en el agua de bebida

Aspectos	T₁	T₂	T₃	T₄
Pollos	25	25	25	25
Ajo licuado, g/ lt	----	2	----	2
Cebolla licuada, g/ lt	----	----	8	8
Gasto (s/.) en alimento* por lote durante:				
Inicio	27.00	26.48	26.03	29.32
Crecimiento	74.65	77.04	66.14	74.00
Acabado	46.37	49.39	49.48	48.86
Acumulado	148.02	152.91	141.65	152.18
Mérito económico en:				
Inicio	2.93	2.91	3.03	3.23
Crecimiento	2.80	3.02	2.67	2.70
Acabado	3.55	3.60	3.70	4.04
Acumulado	3.02	3.17	3.03	3.13

* En los tratamientos 2, 3 y 4 se incluyó la inversión en ajo y cebolla

Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto, el mérito económico fue de 2.93, 2.91, 3.03 y 3.23 soles en el período de Inicio; como se observó (Figura 13).

no hubo eficiencia económica en la alimentación al incluir ajo y cebolla en la alimentación de los pollos de carne; el tratamiento 2 (ajo) fue, prácticamente, igual que el testigo, en tanto que los tratamientos 3 (cebolla) y 4 (ajo + cebolla) fueron 3.4 y 10.2% menos eficientes.

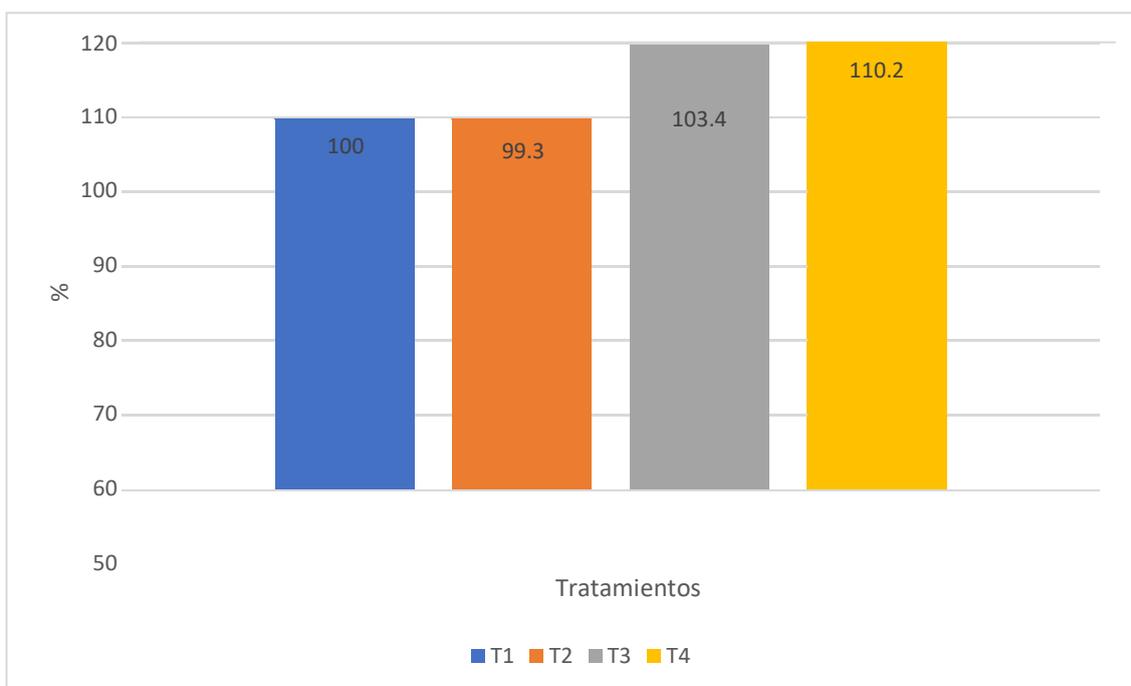


Figura 13. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Inicio

El mérito económico reflejó la tendencia que se logró con la conversión alimenticia pero con un incremento en la ineficiencia, lo que se debió a la incorporación del gasto hecho con ajo y cebolla.

Durante el Crecimiento, en el mismo orden de tratamientos, el valor del mérito económico fue de 2.80, 3.02, 2.67 y 2.70 soles; al realizar el comparativo porcentual entre tratamientos (Figura 14) se determinó que el tratamiento 2 (ajo) fue menos eficiente que el testigo en 7.9%, en tanto que los tratamientos 3 (cebolla) y 4 (ajo + cebolla) fueron más eficientes en 4.6 y 3.6%, respectivamente. Es decir que durante este período (de mayor edad de los pollos) el comportamiento productivo de los tratamientos 3 y 4 permitió absorber el costo económico de la inversión realizada en ajo y cebolla, aún cuando se redujo la

magnitud de la eficiencia lograda con la conversión alimenticia, como se puede apreciar al sobreponer la Figura 10 sobre la Figura 14, de 6.8 a 4.6% en T3 y de 7.2 a 3.6% en T4.

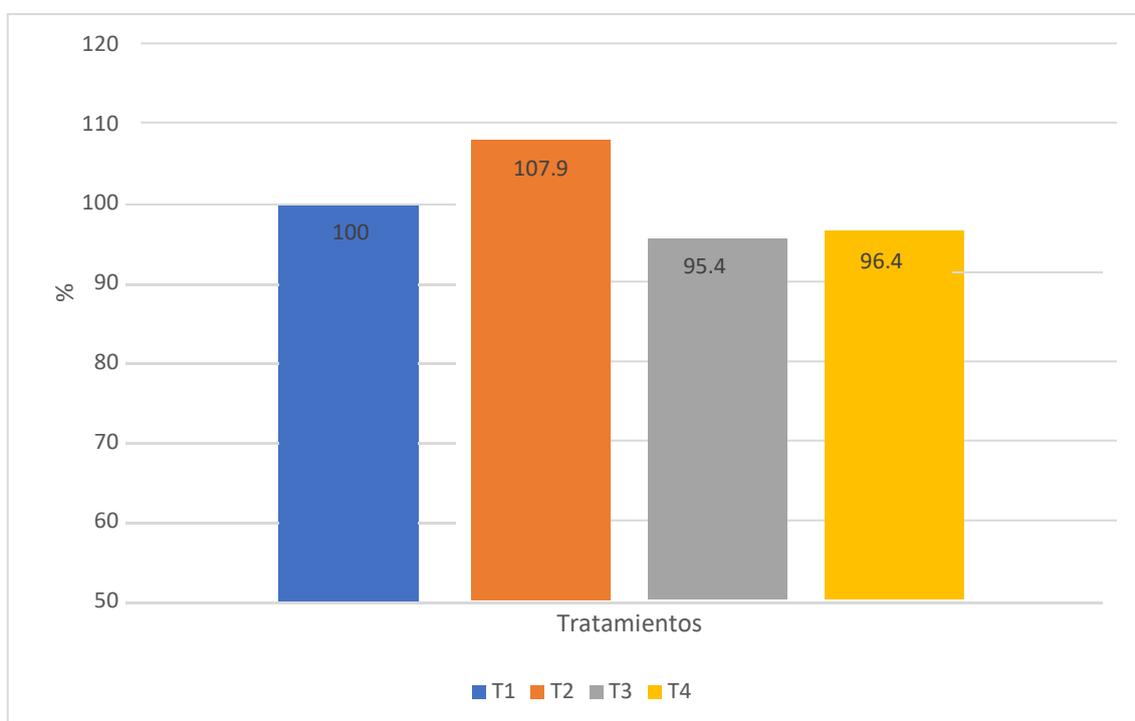


Figura 14. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Crecimiento

En el período de Acabado, en el mismo orden de tratamientos, el mérito económico fue de 3.55, 3.60, 3.70 y 4.04 soles; los tratamientos 2, 3 y 4 fueron ineficientes (Figura 15) con respecto al testigo en 1.4, 4.2 y 13.8%, respectivamente. En este período se dio la más pobre conversión alimenticia del tratamiento 4, incrementándose la ineficiencia en la parte económica por la inversión en ajo y cebolla que se hizo en este tratamiento. Aún cuando la tasa de incremento de peso es mayor en el Inicio y Crecimiento, la mayor cantidad de peso corporal se da en el Acabado, que cuando dura dos semanas este período el peso que se logra puede ser hasta el 50% del peso total y es en este período cuando se da una merma considerable en la eficiencia de la conversión alimenticia, ya que el mayor incremento de peso se sustenta en el incremento considerable en el consumo de alimento. Por otro lado, es en este período en el que los pollos sufren de mayor estrés productivo debido al incremento

en la producción de calor metabólico, humedad en la cama, más interacción interindividual, etc., acciones que podrían interferir con la respuesta esperada de los animales.

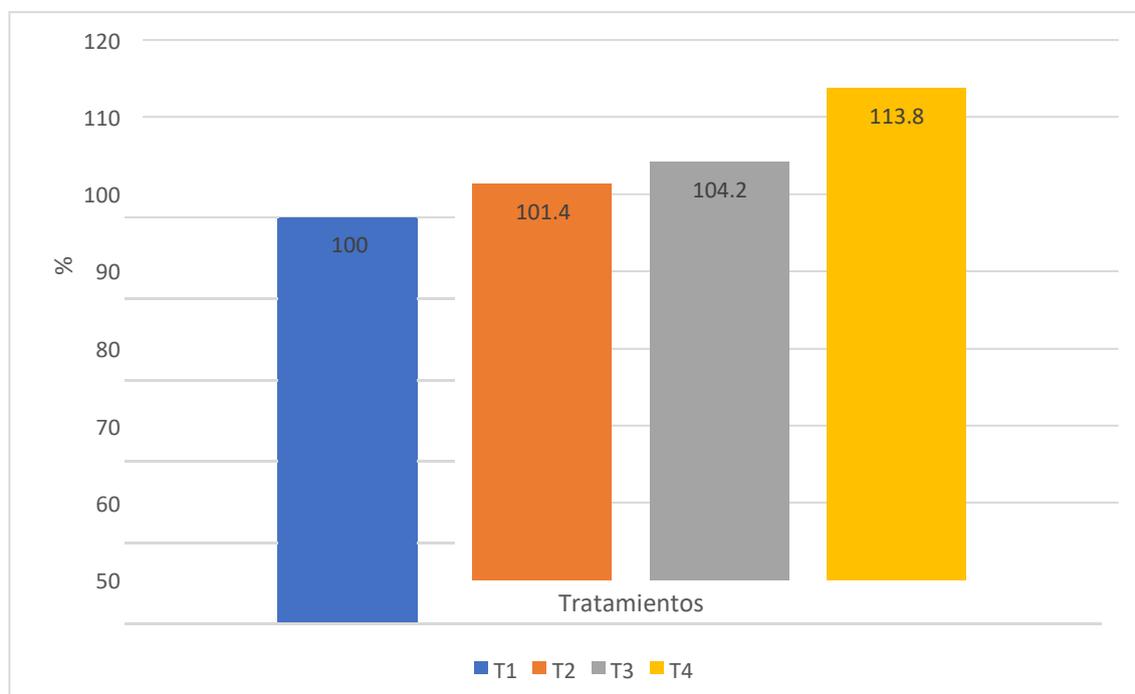


Figura 15. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico en Acabado

En el mérito económico acumulado, en el mismo orden de tratamientos, se obtuvo 3.02, 3.17, 3.03 y 3.13 soles. El valor acumulado del mérito económico tuvo en consideración la ponderación de los valores encontrados en los diferentes períodos; así, el tratamiento 2 (ajo) fue menos eficiente que el testigo en 5%, el tratamiento 3 (cebolla) fue prácticamente similar al testigo y el tratamiento 4 (ajo + cebolla) fue menos eficiente en 3.6%, como se puede apreciar en la Figura 16. Si lo que busca el productor es, además de la calidad del producto, rentabilidad o, por lo menos, no perder, podría quedarse con el tratamiento en el que se empleó licuado de cebolla; algunos argumentarán en contra de esta elección por el hecho de que implica mayor labor para obtener el mismo mérito económico. Sin embargo, el empleo de ajo y cebolla en la alimentación de pollos de carne también se vincula a otros efectos positivos, no solo incremento de peso, como el de la carcasa, menor deposición de grasa, control de coccidiosis, etc., que tornarían el mérito

económico hacia la ventaja. Por ejemplo, la conservación del peso de la carcasa por más tiempo es una cualidad que busca el agente comercializador, lo que se podría lograr con los *Allium* (Hassan *et al.*, 2013) y mejoraría la comercialización.

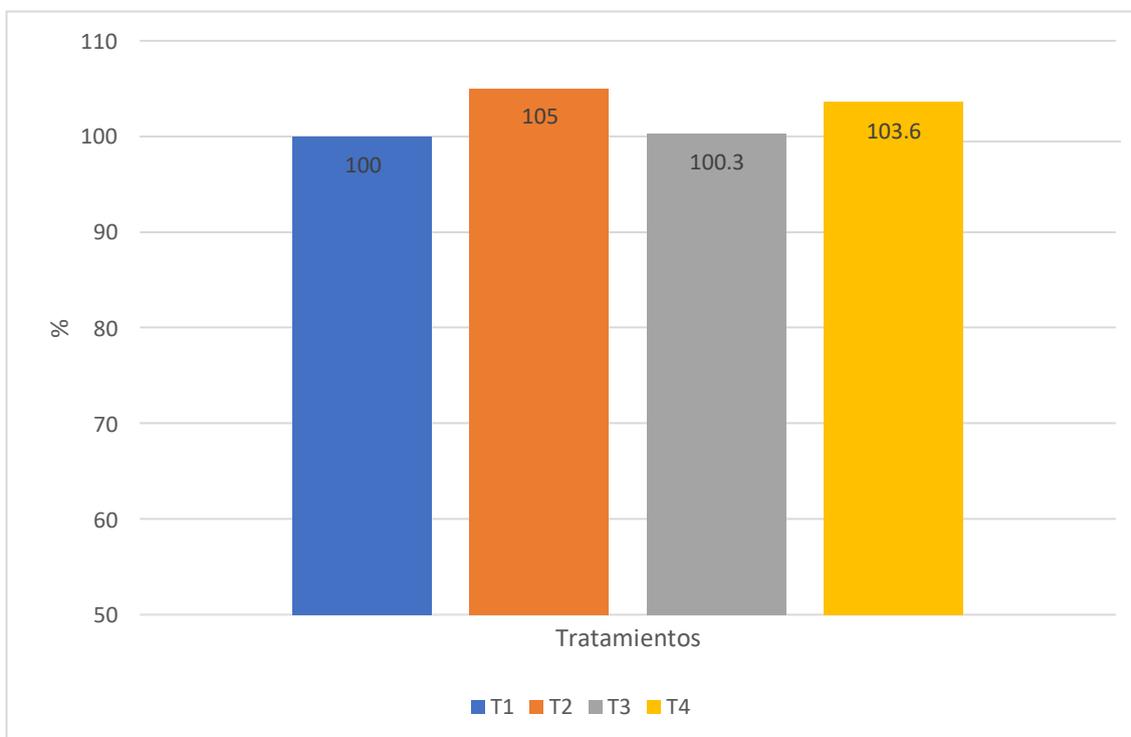


Figura 16. Comparativo porcentual entre tratamientos para mérito económico acumulado

Como se indicó, el productor busca el mayor retorno económico para su inversión, lo que de alguna manera se releja a través del mérito económico; no obstante, este indicador sólo mide el gasto en alimento y no tiene en consideración a factores que pueden estar vinculados directamente con la mejor comercialización del producto. Por otro lado, aún cuando no se han obtenido resultados concluyentes en esta investigación, está lejos de agotarse la ejecución de ensayos que permitan determinar la mejor forma de uso, técnica y económica, de los *Allium* en la alimentación del pollo de carne.

Si bien en la presente investigación no hubo un desafío sanitario con enfermedad respiratoria para evaluar la conveniencia del empleo del ajo y cebolla en este aspecto; si hubo manifestación de un problema respiratorio (ronquera) a partir del quinto día, pero se controló sin el empleo de fármacos en el tratamiento 3.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.** El consumo de alimento no siguió un comportamiento definido en los diferentes períodos de la crianza; sin embargo, con las cifras acumuladas se determinó que la incorporación de licuados de ajo y cebolla al agua de bebida no lo afectó en magnitud considerable.
- 2.** No hubo diferencia significativa ($P>0.05$) en los pesos logrados entre tratamientos; tampoco se determinó diferencias de magnitud considerable en los incrementos de peso, aunque el incremento de peso acumulado de los tratamientos con licuado ajo y cebolla en el agua de bebida estuvieron alrededor de 1% por debajo del testigo.
- 3.** La conversión alimenticia no tuvo un comportamiento definido; el valor acumulado más eficiente se logró con el tratamiento que incluyó licuado de cebolla en el agua de bebida, en 1.7%.
- 4.** Debido a la inversión realizada en ajo y cebolla, el mérito económico logrado con el tratamiento con el licuado de cebolla fue el único equiparable al testigo.
- 5.** Los problemas respiratorios presentados en el tratamiento 3 se resolvieron sin el empleo de fármacos.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación en el empleo de especies del género *Allium* en la alimentación de pollos de carne y de otras especies aviares de interés zootécnico, buscando la forma de uso que permita obtener resultados consistentes.
2. Investigar las cualidades de la carcasa de los pollos al emplear *Allium* en su alimentación.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

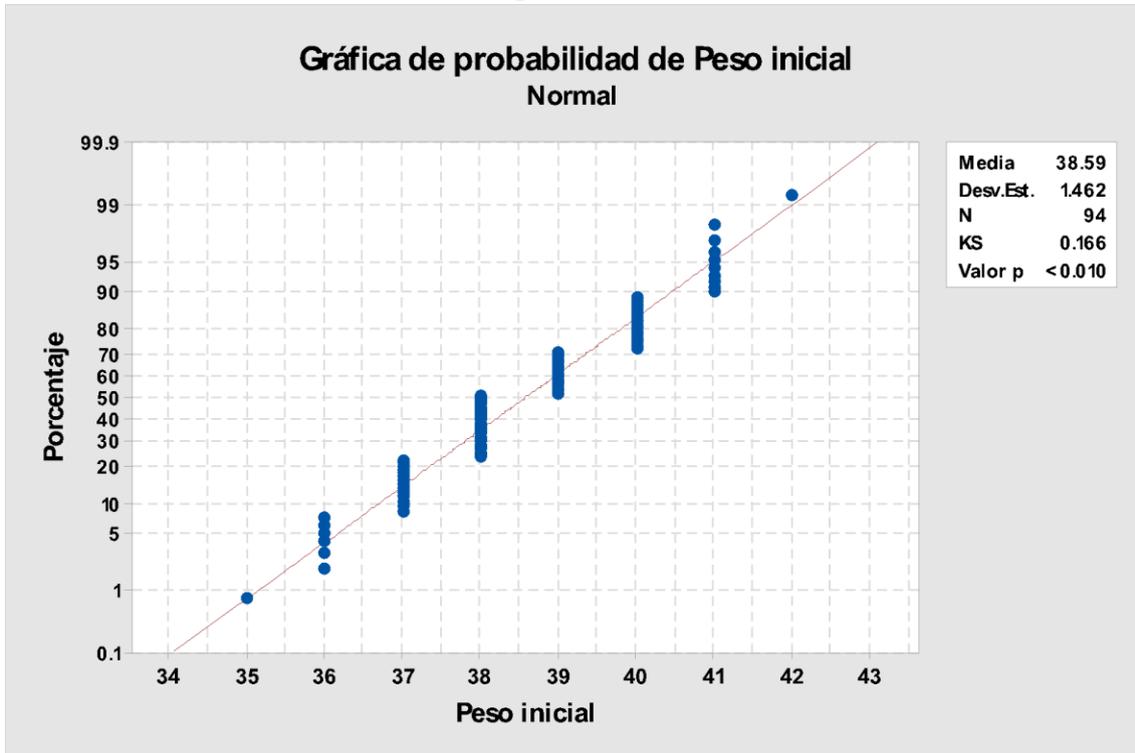
- Adrianzén A., M. & Del Carpio, A. (2002). *Curcuma longa* en la pigmentación de pollos de carne. In: *Resúmenes. XXV Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal*. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. 74-83.
- Adrianzén R., G. de los S. (2003). *Curcuma longa* en la dieta de pavos bronze B. U. T. 608, su efecto sobre el rendimiento y sabor de la carne. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Aji, S. B., Ignatius, K., Ado, A., Nuhu, J. B., Abdulkarim, A., Aliyu, U., Gambo, M. B., Ibrahim, M. A., Abubakar, H., Bukar, M. M. (2011). Effects of feeding onion (*Allium cepa*) and garlic (*Allium sativum*) on some performance characteristics of broiler chickens. *Res. J. Poult. Sci.* 4: 22–27.
- Al-Gharabi, H. K. B., Al-Gharawi, J. K. M., & Al-Salami, A. J. A. (2019). Effect of garlic (*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*) water extract on some productive traits of broilers. *Plant Archives* 19 (1): 565-569. e-ISSN:2581-6063 (online), ISSN:0972-5210.
- AL-Ramamneh, D. (2017). Effect of using liquid onion on broiler physiology, production and behaviour. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, 6 (8): 87-92. Online ISSN 2277-1808.
- An, B. K., Kim, J. Y., Oh, S. T., Kang, C. W., Cho, S., & Kim, S. K. (2015). Effects of onion extracts on growth performance, carcass characteristics and blood profiles of white mini broilers. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28 (2) : 247-251 <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0492>
- Bunge, M. (1972). *La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía*. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Bustamante, L. J. C. (2019). *Cúrcuma (Curcuma longa) y extracto comercial de tomillo (Thymus vulgaris) - semillas de Ceratonia siliqua* en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Chozo, A. (2014). *Residuo de pimienta en la dieta de pollos de carne*. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Cubas, M. (2006). *Respuesta productiva del pavo Hybrid Super Medium en crecimiento por efecto de la suplementación de la dieta con puerro (Allium porrum)*. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Dublado, W. G., Dayola, M. Y. R., Solomon, R. M., & Albert, A. C. (2013). Fermented onion (*Allium cepa*) juice supplementation to broilers. *Journal Technology and Engineering Science*, 1: 71-77.
- El-Khtam, A. D., El Latif, A. A., & El-Hewaity, M. H. (2014). Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria* species in broilers. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 3 (3): 349-356. doi: 10.14419/ijbas.v3i3.3142.
- Falla C., M. V. (2009). *Acción productiva del Romero (Rosmarinus officinalis) incorporado en la dieta de pavos de carne*. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.

- Gibson, G. & M. Roberfroid, M. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota introducing the concept of prebiotic. *J. Nutr.* 125: 1401.
- Goodarzi, M., Landy, N., Nanekarani, S. (2013). Effect of onion (*Allium cepa* L.) as an antibiotic growth promoter substitution on performance, immune responses and serum biochemical parameters in broiler chicks. *Health*, 5: 1210-1215. <http://dx.doi.org/10.4236/health.2013.58164>.
- Goodarzi, M., & Nanekarani, S. (2014). Effect of onion extract in drink water on performance and carcass traits in broiler chickens. *ScienceDirect. IERI Procedia* 8: 107 – 112. doi: 10.1016/j.ieri.2014.09.018
- Hassan, E. R., ELbayoumi, Kh. M., & Mekky, H. M. (2013). Comparative study on effect of garlic extract and probiotics on the productivity and immune response of broiler chickens to live Newcastle disease vaccine. *Global Veterinaria* 11 (5): 630-633. DOI: 10.5829/idosi.gv.2013.11.5.8124
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Kothari, D., Lee, W.-D., Niu, K.-M., & Kim, S.-K. (2019). The genus *Allium* as poultry feed additive: A Review. *Animals* 9. 1032; doi:10.3390/ani9121032
- Kumar, S., Sharadamma, K. C., & Radakrishna, P. M. (2010). Effects of a garlic active based growth promoter on growth performance and specific pathogenic intestinal microbial counts of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science* 9 (3):244-246. ISSN 1682-8356.
- McDowell, L. R., Conrad, J. H., Thomas, J. E., & Harris, L. E. (1974). Latin American Tables of Feed Composition. University of Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Mendoza H., E. M. (2005). Interacción de achiote (*Bixa orellana*), cúrcuma (*Curcuma longa*) y molle (*Schinus molle*) sustituyendo al antibiótico promotor del crecimiento en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Mendoza B., T. Y. 2006. Rendimiento de pollos de carne que recibieron fitobióticos en la dieta, sin APC y sin coccidiostato, en Cutervo. Tesis Ing Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Morán, J. (2014). Romero (*Rosmarinus officinalis*) y Canela (*Cinnamomum zeylanicum*), en proporción 70: 30, en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Olano, A. Y. (2019). Comparativo entre testigos, positivo (con APC) y negativo (sin APC), en los índices productivos de pollos broiler. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Olusola, O. O., Kehinde, T. A., & Akeem, O. A. (2018). Performance and meat quality attributes of broiler chickens fed onion skin extract and onion skin meal supplemented diets at the finisher stage. *Journal of Experimental Agriculture International* 24(1): 1-7. ISSN: 2457-0591.
- Ostle, B. (1979). Estadística Aplicada. Limusa. México. 629 pp.
- Paredes, M. (2015). Inclusión progresiva de residuos de ají en la dieta de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.

- Vásquez B., W. G. (2009). Rendimiento de pavos de carne con carnitina y poro (*Allium porrum*) en la dieta. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Velasco R., N. E. (2004). Rendimiento de patos criollos (*Cairina moschata*) en crecimiento que reciben canela (*Cinamomum zeylanicum*) y cúrcuma (*Curcuma longa*) en la dieta. Tesis Ing. Zoot. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Villanueva, J. A. (2019). La ortiga (*Urtica dioica*) en la alimentación de pollos de carne. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Prueba de normalidad con el peso vivo inicial



Anexo 2. Prueba de igualdad de varianzas con el peso inicial

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	24	1.39811	(1.05926, 2.05971)
2	24	1.37722	(1.01215, 2.09165)
3	23	1.46905	(1.01135, 2.39383)
4	23	1.67167	(1.26224, 2.48360)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

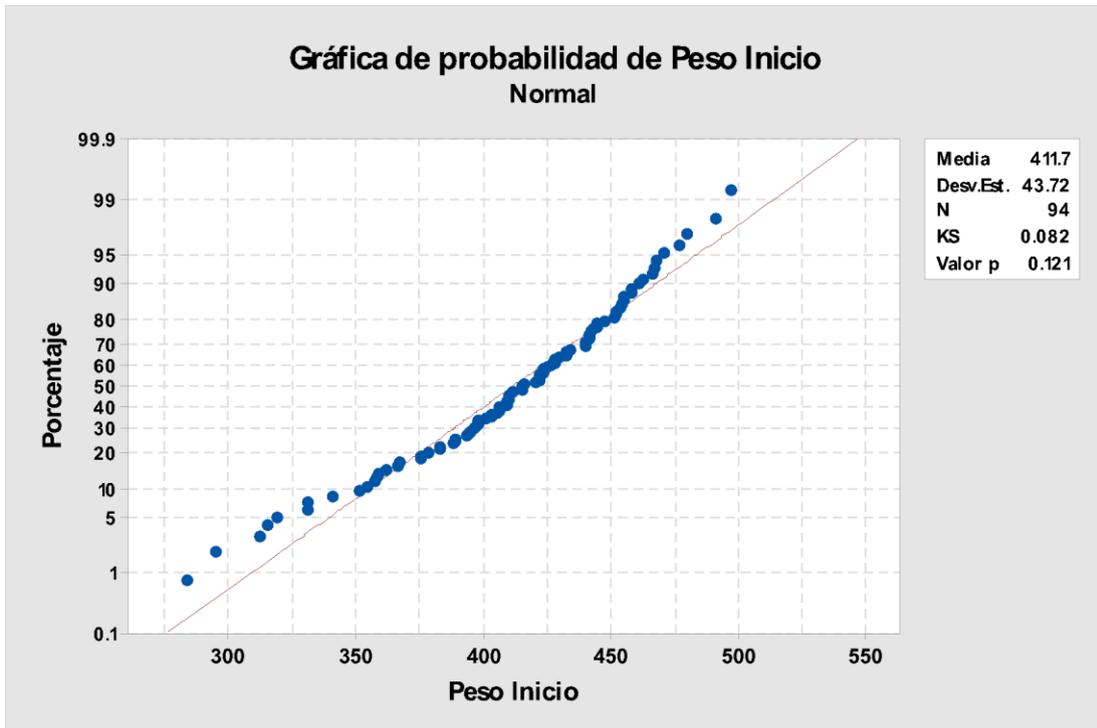
Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.696
Levene	0.32	0.812

Anexo 3. Estadísticas descriptivas del peso inicial

Estadísticas

Variable	Tratamientos	N	N*	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana
Peso inicial	1	24	0	38.708	0.285	1.398	36.000	38.000	39.000
	2	24	0	38.625	0.281	1.377	36.000	38.000	38.500
	3	23	0	38.609	0.306	1.469	36.000	38.000	38.000
	4	23	0	38.391	0.349	1.672	35.000	37.000	38.000
Variable	Tratamientos	Q3	Máximo						
Peso inicial	1	40.000	41.000						
	2	40.000	41.000						
	3	40.000	42.000						
	4	40.000	41.000						

Anexo 4. Prueba de normalidad del peso al finalizar el período de Inicio



Anexo 5. Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Inicio

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	24	45.8570	(34.1395, 68.7513)
2	24	37.7880	(25.6102, 62.2332)
3	23	50.5277	(33.9854, 84.2736)
4	23	37.9365	(21.7803, 74.1268)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.614
Levene	0.86	0.465

Anexo 6. Análisis de varianza con el peso al finalizar el período de Inicio

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	8723	2908	1.55	0.208
Error	90	169037	1878		
Total	93	177760			

Resumen del modelo

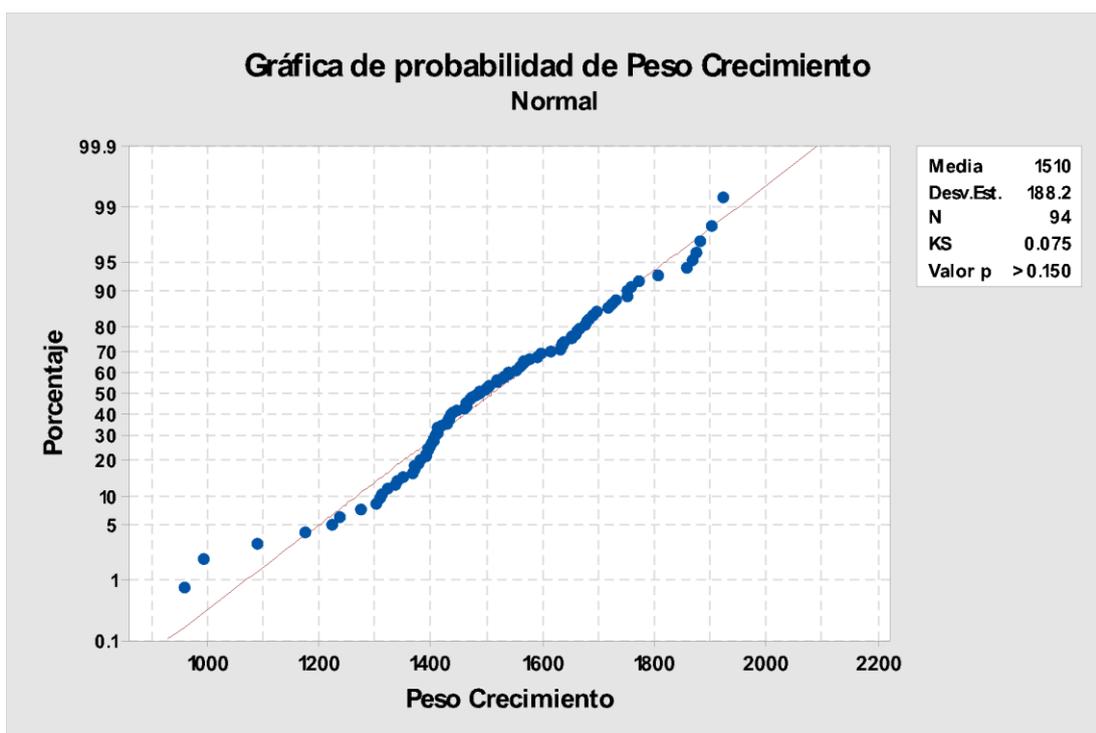
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
43.3381	4.91%	1.74%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	24	422.58	45.86	(405.01, 440.16)
2	24	417.25	37.79	(399.68, 434.82)
3	23	397.0	50.5	(379.0, 414.9)
4	23	409.22	37.94	(391.26, 427.17)

Desv.Est. agrupada = 43.3381

Anexo 7. Prueba de normalidad con el peso al finalizar el período de Crecimiento



Anexo 8. Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Crecimiento

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	24	139.914	(105.574, 206.963)
2	24	154.213	(92.396, 287.287)
3	23	222.327	(152.417, 363.812)
4	23	224.406	(144.836, 390.048)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.193
Levene	1.49	0.223

Anexo 9. Análisis de varianza con el peso al finalizar el período de Crecimiento

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	103028	34343	0.97	0.411
Error	90	3192550	35473		
Total	93	3295578			

Resumen del modelo

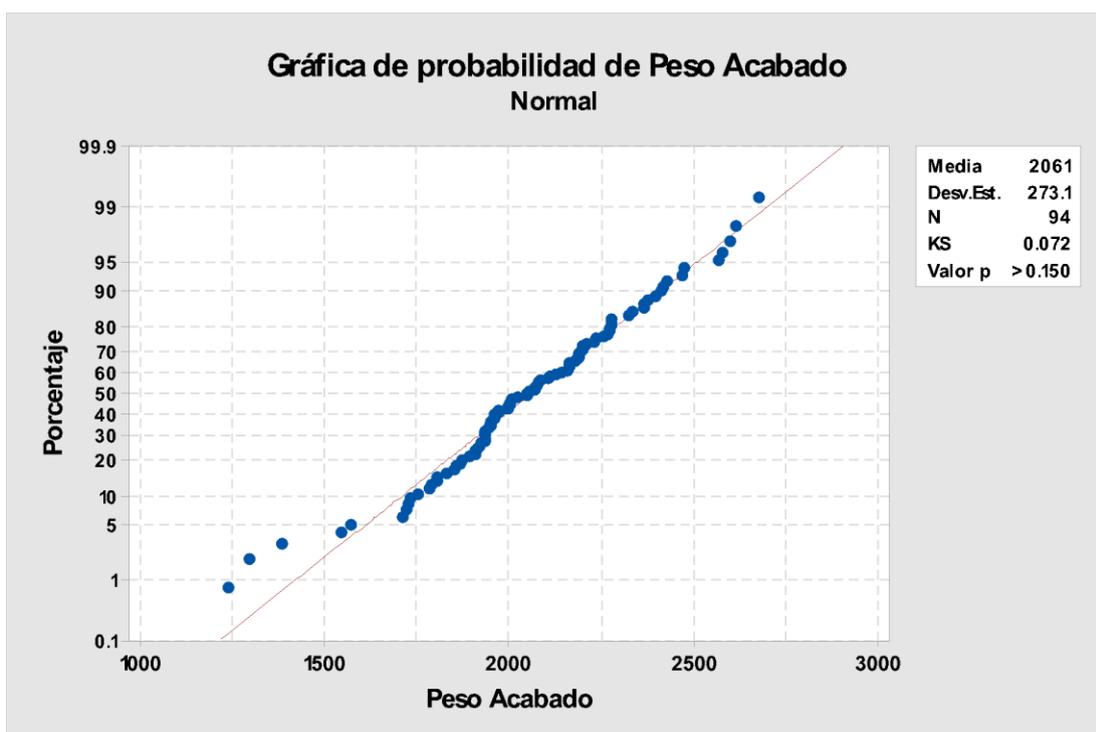
S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
188.342	3.13%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	24	1534.3	139.9	(1457.9, 1610.7)
2	24	1478.4	154.2	(1402.0, 1554.8)
3	23	1476.3	222.3	(1398.2, 1554.3)
4	23	1551.0	224.4	(1473.0, 1629.1)

Desv.Est. agrupada = 188.342

Anexo 10. Prueba de normalidad con el peso al finalizar el período de Acabado



Anexo 11. Prueba de igualdad de varianzas con el peso al finalizar el período de Acabado

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Tratamientos	N	Desv.Est.	IC
1	24	189.308	(145.218, 275.451)
2	24	199.118	(151.286, 292.514)
3	23	359.383	(251.007, 577.238)
4	23	326.590	(218.171, 548.447)

Nivel de confianza individual = 98.75%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	—	0.026
Levene	2.92	0.038

Anexo 12. Análisis de la varianza con el peso al finalizar el período de Acabado

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamientos	4	1, 2, 3, 4

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamientos	3	11018	3673	0.05	0.986
Error	90	6924144	76935		
Total	93	6935162			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
277.371	0.16%	0.00%	0.00%

Medias

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	24	2078.8	189.3	(1966.3, 2191.2)
2	24	2051.0	199.1	(1938.6, 2163.5)
3	23	2057.0	359.4	(1942.1, 2171.9)
4	23	2055.4	326.6	(1940.5, 2170.3)

Desv.Est. agrupada = 277.371



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Estefany Manayay
Título del ejercicio:	Tesis
Título de la entrega:	Tesis
Nombre del archivo:	TESIS_ESTEFANY_MANAYAY_HUAMAN.docx
Tamaño del archivo:	420.9K
Total páginas:	52
Total de palabras:	14,288
Total de caracteres:	75,383
Fecha de entrega:	07-dic.-2022 06:57p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	1974717429



Resumen de coincidencias



15 %



Se están viendo fuentes estándar

EN

Ver fuentes en inglés

Coincidencias

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	11 %	>
2	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	3 %	>
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %	>
4	repositorio.unprg.edu.p... Fuente de Internet	<1 %	>
5	Cardozo Salazar, Paul ... Fuente de Internet	<1 %	>

Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc.-ASESOR

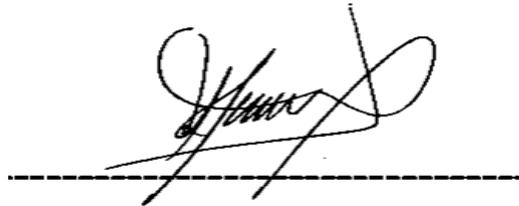
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

YO, **Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc. Docente y Asesor** de la Tesis de la estudiante **Manayay Huaman, Estefany Del Rosario**

Titulada: **Evaluación del uso de extracto de ajo y cebolla en el agua de bebida comopromotor de crecimiento en pollos de carne**, luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 15 % verificable en el reporte de similitud del programa turnitin

El suscrito analizo dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, A me leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uno de citas y referencia establecidas por a Unidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Lambayeque, 25 de octubre 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rafael Guerrero', is written over a horizontal dashed line.

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