



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**  
**LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

# **TESIS**

**PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE PAVO DOBLE PECHUGA CON  
INCLUSIÓN DE NIVELES DE EXTRACTO DE AJO EN AGUA BAJO UN  
SISTEMA INTENSIVO, TEMASCALTEPEC 2021.**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRONOMO  
ZOOTECNISTA.**

**PRESENTA**

**IRMA JIMÉNEZ MARTÍNEZ**

**ASESOR**

**DR. en CARN. HÉCTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA**

**CO – ASESOR**

**DR. en CARN. GERMÁN GÓMEZ TENORIO**

**TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2022.**

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>I.INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	3
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b> .....	5
<b>IV. HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>V. OBJETIVOS</b> .....	6
5.1. General .....	6
5.2. Objetivos específicos .....	6
<b>VI. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	7
6.1 Contexto nacional del pavo .....	7
6.1.1 Producción del pavo .....	7
6.1.2 Principales estados productores de pavo .....	7
6.1.3 Consumo nacional del pavo.....	9
6.1.4 Consumo per-cápita de carne de pavo .....	9
6.2. Sistema de producción del pavo .....	9
6.2.1 Sistema de producción intensivo .....	9
6.2.2 Sistema de producción semi-intensivo.....	10
6.2.3 Sistema de producción extensiva .....	10
6.3 Razas de pavos .....	11

6.3.1 Pavo de talla pequeña .....	11
6.3.1.1 Bronceado de América (gigante bronceado) .....	11
6.3.1.2 Pavo blanco, de tamaño pequeño a mediano, tipo de Beltsville.....	12
6.3.2 Pavos de talla mediana.....	13
6.3.2.1 Blanco de Holanda (gigante blanco).....	13
6.3.2.2 Rojo de Bourbon.....	14
6.3.3 Pavos de talla grande .....	15
6.3.3.1 Blanco gigante (de doble pechuga) .....	15
6.4 Nutrición y alimentación de los pavos .....	16
6.4.1 Etapas de producción del pavo.....	16
6.4.1.1 Etapa de inicio .....	17
6.4.1.2 Etapa de crecimiento .....	17
6.4.1.3 Etapa de finalización.....	18
6.4.2 Requerimientos de nutrientes en las dietas del pavo.....	18
6.4.2.1 Energía .....	18
6.4.2.2 Proteínas y aminoácidos .....	19
6.4.2.3 Vitaminas y minerales.....	20
6.4.2.4 Agua .....	21
6.5 Sistema digestivo de las aves.....	22
6.5.1 Cavidad oral.....	22
6.5.2 Glándulas salivares.....	23
6.5.3 Faringe.....	23
6.5.4 Esófago.....	23
6.5.5 Buche.....	24
6.5.6 Estomago glandular .....	24

6.5.7 Estomago muscular o molleja.....	25
6.5.8 Intestino delgado.....	25
6.5.9 Intestino grueso .....	26
6.6 Historia de los extractos.....	26
6.7 Extractos vegetales.....	27
6.8 Tipos de extractos.....	27
6.8.1 Extractos fluidos.....	28
6.8.2 Extractos blandos o secos .....	28
6.8.3 Crioextractos.....	28
6.9 Extracción .....	28
6.10 Métodos de extracción .....	29
6.10.1 Percolación o lixiviación.....	29
6.10.2 Maceración .....	29
6.10.3 Infusión y decocción .....	29
6.10.4 Digestión.....	30
6.11 Actividad biológica de los extractos .....	30
6.11.1 Actividad antioxidante .....	30
6.11.2 Actividad antibacteriana.....	31
6.11.3 Actividad antiinflamatoria .....	31
6.12 Uso de los extractos en la alimentación pecuaria .....	31
6.13 Ajo ( <i>Allium sativum</i> ) .....	32
6.13.1 Descripción del ajo.....	32
6.13.2 Clasificación taxonómica .....	32
6.13.3 Propiedades medicinales y nutricionales del ajo.....	33
6.13.4 Composición química del ajo .....	33

6.13.4.1 Composición química del ajo.....	33
6.13.4.2 Contenido de vitaminas en el ajo.....	34
6.13.4.3 Contenido de minerales del ajo .....	34
6.13.5 Actividades biológicas del ajo .....	34
6.13.5.1 Actividad antioxidante.....	34
6.13.5.2 Actividad antibacteriana.....	35
6.13.5.3 Actividad hipolipemiente y antiaterogénica.....	36
6.13.5.4 Actividad inmunomoduladora .....	36
6.13.5.5 Actividad anti protozoaria .....	36
6.13.5.6 Actividad anti fúngica.....	36
6.14 La estadística en la investigación agropecuaria.....	37
6.14.1 Diseño de experimento .....	37
6.14.2 Diseño completamente al azar .....	37
6.14.3 Análisis de varianza (ANOVA) .....	37
6.14.3.1 Fuente de variación .....	38
6.14.3.2 Grados de libertad .....	39
6.14.3.3. Suma de cuadrados.....	39
6.14.3.4 Cuadrados de las medias .....	39
6.14.3.5 F calculada y F tablas.....	39
6.15 Hipótesis .....	40
6.15.1 Hipótesis nula .....	40
6.15.2 Hipótesis alternativa .....	40
6.16 Comparación de medias .....	40
<b>VII. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
7.1. Lugar experimental .....	41

7.2 Preparación de la instalación .....	43
7.2.1 Cortinas .....	45
7.3 Recepción de los pavos .....	46
7.4 Distribución de los pavos .....	47
7.5 Definición de tratamientos.....	48
7.6 Alimentación.....	49
7.7 Suministro de agua .....	51
7.8 Variables de respuestas.....	53
7.8.1 Peso vivo inicial .....	53
7.8.2 Peso vivo final.....	53
7.8.3 Consumo total de alimento .....	53
7.8.4 Ganancia total de peso .....	54
7.8.5 Ganancia diaria de peso .....	55
7.8.6 Cálculos de conversión alimenticia .....	55
7.8.7 Determinación de eficiencia alimenticia .....	55
7.8.8 Cálculos de consumo de agua.....	56
7.9 Estimación de parámetros post mortem.....	56
7.9.1 Peso al sacrificio .....	57
7.9.2 Peso sin plumas y sangre.....	57
7.9.3 Peso canal caliente.....	57
7.9.4 Peso canal fría .....	57
7.10 Diseño experimental .....	57
7.10.1 Análisis de varianza ANOVA completamente al azar .....	58
7.10.2 Modelo estadístico ANOVA completamente al azar .....	58
<b>VIII. RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>

8.1 Resultados de parámetros productivos en tratamientos con extracto de ajo en el agua .....	59
8.1.1 Peso vivo inicial .....	59
8.1.2 Peso vivo final.....	60
8.1.3 Consumo total de alimento .....	61
8.1.4 Ganancia total de peso .....	62
8.1.5 Ganancia diaria de peso .....	63
8.1.6 Conversión alimenticia.....	64
8.1.7 Eficiencia alimenticia.....	65
8.1.8 Consumo de agua.....	66
8.2 Resultados de variables post mortem en tratamientos con extracto de ajo en el agua .....	68
8.2.1 Peso al sacrificio .....	68
8.2.2 Peso sin plumas y sangre.....	69
8.2.3 Peso canal caliente.....	70
8.2.4 Peso canal frio .....	71
<b>IX. DISCUSIÓN .....</b>	<b>73</b>
<b>X. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>74</b>
<b>XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>75</b>
<b>XII. ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
12.1 Cuadros ANOVA variables productivas .....	83
12.2 Cuadros ANOVA variables post mortem.....	91
12.3 Galería fotográfica del experimento .....	95
12.3.1 Variables respuesta productiva.....	95
12.3.2 Variables post mortem .....	98

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Producción nacional del pavo .....	8
Cuadro 2. Demandas de energía y proteína bruta para pavos de engorde de diversas edades .....	18
Cuadro 3. Demandas de energía y proteína en la alimentación en tres etapas de pavo de engorde .....	20
Cuadro 4. Demandas de aminoácidos en los diversos periodos de engorde, en la alimentación en tres etapas de los pavos de engorde .....	20
Cuadro 5. Análisis químico proximal del ajo.....	33
Cuadro 6. Contenido de vitaminas en el ajo.....	34
Cuadro 7. Contenido de minerales en el ajo .....	34
Cuadro 8. Cuadro de ANOVA (análisis de varianza).....	38
Cuadro 9. Distribución de los pavos en el experimento .....	47
Cuadro 10. Identificación de los tratamientos del experimento de acuerdo al tratamiento correspondiente.....	48
Cuadro 11. Análisis bromatológico de los alimentos de pavos UNIÓN Tepexpan	51
Cuadro 12. Resumen de resultados de variables productivas .....	59
Cuadro 13. Resumen de resultados de variables post mortem.....	68
Cuadro 14. Peso vivo inicial (PVI) .....	83
Cuadro 15. Peso vivo final (PVF) .....	84
Cuadro 16. Consumo total de alimento (CTA).....	85
Cuadro 17. Ganancia total de peso (GTP) .....	86
Cuadro 18. Ganancia diaria de peso (GDP).....	87
Cuadro 19. Conversión alimenticia (CA) .....	88
Cuadro 20. Eficiencia alimenticia (EA) .....	89



Cuadro 21. Consumo de agua (CONA).....	90
Cuadro 22. Peso al sacrificio (PS).....	91
Cuadro 23. Peso sin plumas y sangre (PPYS).....	92
Cuadro 24. Peso canal caliente (PCC).....	93
Cuadro 25. Peso canal frío (PCF) .....	94

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Principales estados productores de carne de pavo .....	8
Gráfica 2. Peso vivo inicial de los tratamientos con la inclusión de extracto de ajo en agua .....	60
Gráfica 3. Peso vivo final de los tratamientos con la inclusión de extracto de ajo en agua .....	61
Gráfica 4. Consumo total de alimento de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	62
Gráfica 5. Ganancia total de peso de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	63
Gráfica 6. Ganancia diaria de peso de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	64
Gráfica 7. Conversión alimenticia de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	65
Gráfica 8. Eficiencia alimenticia de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	66
Gráfica 9. Consumo de agua de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo .....	67
Gráfica 10. Peso al sacrificio de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	69
Gráfica 11. Peso sin plumas y sangre de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	70
Gráfica 12. Peso canal caliente de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	71
Gráfica 13. Peso canal frío de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavo de talla pequeño, Bronceado de América .....	12
Figura 2. Pavo de talla pequeño a mediano, tipo Beltsville blanco.....	13
Figura 3. Pavo de talla mediana, Blanco de Holanda.....	14
Figura 4. Pavo de talla mediana, Rojo de Bourbon .....	15
Figura 5. Pavo de talla grande, Blanco gigante de doble pechuga .....	16
Figura 6. Área avícola de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec.....	41
Figura 7. Macro localización del lugar experimental.....	42
Figura 8. Micro localización del lugar experimental.....	43
Figura 9. Corrales de varilla 3/8 y cubiertas de malla hexagonal .....	44
Figura 10. Lavado y desinfección de la nave de aves de engorda.....	44
Figura 11. Lote con instalación de focos, comederos y bebederos.....	45
Figura 12. Cortinas.....	46
Figura 13. Registro del peso inicial de los pavos .....	47
Figura 14. Rechazos, pesos y suministro de alimento .....	50
Figura 15. Alimentación de pavos .....	51
Figura 16. Preparación del agua de cada tratamiento.....	52
Figura 17. Rechazos, medición y suministro de agua .....	53

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inclusión de niveles de extracto de ajo (*Allium sativum*) en el agua, sobre los parámetros productivos y post mortem de pavo doble pechuga bajo un sistema intensivo, el experimento se realizó de septiembre a noviembre del 2021 en el área de aves de engorda de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, se utilizaron 42 pavos, distribuidos en los lotes al azar en 3 tratamientos con 14 repeticiones. Los tratamientos fueron: Testigo T0 0.0 %, T1 y T2 con 0.5 % y 1.0 % de inclusión de extracto de ajo en agua. Las variables evaluadas fueron: productivas (peso vivo inicial, peso vivo final, consumo total de alimento, ganancia total de peso, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, consumo de agua) y post mortem (peso al sacrificio, peso sin plumas y sangre, peso de la canal caliente, peso de la canal fría). Los datos fueron analizados con el software SAS System versión 9.0, no se observaron diferencias estadísticamente significativas para la variable peso vivo inicial y para el resto de las variables productivas se encontró diferencias entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ), siendo el T1 0.5 % el que mostro los mejores resultados. Para las variables post mortem se encontró diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) mostrando que el T1 0.5% obtuvo los mejores valores. En conclusión la utilización de extracto de ajo (*Allium sativum*) suministrada en agua a los pavos doble pechuga en dosis bajas mejora los parámetros productivos y post mortem.

**Palabras clave:** respuesta productiva, extracto de ajo, agua, pavos.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura es la actividad pecuaria que trata de la cría, explotación y reproducción de las aves como son pollos, gallinas, pavos, codornices, entre otros, para el provecho o utilidad del hombre, además de tener mayor dinamismo en México en términos de crecimiento del volumen de producción (CEDRSSA, 2019).

Con respecto a la cría de pavo la especialización es llamada meleagricultura que es la rama que posee la avicultura y se describe como la actividad zotécnica, relacionada con la crianza de pavos *Meleagris gallopavo*, que ha sido practicada desde antes de la conquista española por los pueblos prehispánicos en México (Ronald & Correa, 2007).

En la actualidad la eficiencia de la meleagricultura se basa en factores como la genética, salud, manejo y nutrición, en donde la nutrición es uno de los factores importantes que pretende mejorar los indicadores productivos, por lo que han suplementado y formulado en diferentes proporciones ingredientes que contribuyan a obtener mejores ganancias de peso, menores conversiones alimenticias, acortando el ciclo productivo, aportando al bienestar animal; algunas prácticas incluyen la adición de probióticos y prebióticos, ya sean naturales o sintéticos. Debido a que actualmente la organización mundial de la salud (OMS) ha pedido la prohibición del uso de antibióticos como promotores de crecimiento (APC), ya que, estos compuestos fueron diseñados para tratar o prevenir diversos tipos de patologías que son causadas por bacterias, pero a lo largo del tiempo se ha ido proliferando las diferentes bacterias así como a la resistencia de los antibióticos en los animales (Álvarez, 2020).

En la actualidad la disposición de antibióticos en salud animal tiende a ser cada vez más restrictiva y controlada, sin embargo la tendencia mundial en los últimos 10 años pretende disminuir o eliminar cualquier antibiótico en la alimentación avícola para evitar problemas de salud pública que van desde alergia a las penicilinas y sus derivados en personas sensibles hasta intoxicaciones por dioxinas en la carne (Vázquez J. A., 2011).

Se han propuesto una amplia gama de productos alternativos para sustituir a los aditivos promotores de crecimiento (APC), entre ellos enzimas, prebióticos, probióticos, extractos de plantas, acidificantes y otros; todos éstos con el fin de limitar el número de bacterias patógenas y mejorar la capacidad de absorción del intestino (Botía, Wilber, & Hortúa, 2012).

Una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación de las aves son los extractos de plantas debido a que son sustancias que ejercen un efecto benéfico en el tracto intestinal de las aves sin perturbar las funciones fisiológicas normales, a continuación se menciona algunos extractos que han generado grandes bondades en la avicultura:

La *Cinnamomum verum* (canela), *Pedilanthus Tithymaloides* (ítamo), *Origanum vulgare* (orégano), *Eucalyptus globulus* (eucalipto) y *Allium sativum* (ajo) tienen actividad inhibitoria sobre frente a bacterias Gram negativas: *Escherichia coli*, *Salmonella tiphyrumium*, *Salmonella choleraesuis* y las bacterias Gram-positivas: *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus* agentes causantes de las infecciones respiratorias en aves, estas pueden ser utilizadas como alternativas para lograr dar tratamiento a los animales (Mayo, 2018).

Por lo anteriormente descrito en el presente trabajo se estableció el objetivo de evaluar los parámetros productivos y post mortem de pavo doble pechuga con inclusión de niveles de extracto de ajo (*Allium sativum*) en agua bajo un sistema intensivo.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso indiscriminado de medicamentos en el sector avícola en los últimos años se ha incrementado considerablemente. Además de ello, hace más de veinte años no se cuenta con ninguna familia nueva de antibacterianos y la resistencia bacteriana va en aumento. Debido a esto, la presencia de residuos de fármacos empleados en la producción animal como antibacterianos, sustancias promotoras del crecimiento, entre otros, constituyen una de las principales preocupaciones acerca de la seguridad de los alimentos de origen animal (Astaíza, *et al.*, 2014).

Además la utilización excesiva e indebida de los antimicrobianos en animales causa la aparición y propagación de la resistencia a los antimicrobianos especialmente la administración de dosis subterapéuticas durante largo tiempo, lo que crea condiciones ideales para las resistencias de bacterias que proliferan, se adhieren a la mucosa produciendo disminución de la absorción de nutrientes en los animales, lo que causa retraso en el crecimiento y en la producción, además de que genera la posibilidad de ser transmitidas a través de la cadena alimentaria (Ardoino, *et al.*, 2017).

Los consumidores demandan alimentos seguros y orgánicos, considerando los factores medioambientales, esenciales en los sistemas de producción avícola intensivos. Razón para que las industrias de alimentos, estén estudiando alternativas seguras, aceptables para el consumidor y amigables para el medio ambiente (González, *et al.*, 2020).

La utilización de plantas de alguno de sus componentes que la conforman, se plantea actualmente como una de las alternativas más naturales a los promotores de crecimiento de los animales (APC), algunos de los mecanismos de acción de estas sustancias de las plantas son: disminuyen la oxidación de los aminoácidos, ejercen una acción antimicrobiana sobre algunos microorganismos intestinales y favorecen la absorción intestinal, estimulan la secreción de enzimas digestivos,

aumentan la palatabilidad de los alimentos y estimulan su ingestión, y mejoran el estado inmunológico del animal (Dolores & José, 2002).

El ajo (*Allium sativum*), es una alternativa ante los antibióticos promotores de crecimiento debido a la variedad de características nutricionales y medicinales dentro de las cuales se incluye su participación en actividades hipolipémicas, antimicrobianas, antiparasitarias, antifúngicas, antibacteriales, anticancerígenas, hepatoprotectivas, antitrombóticas, protectores cardiovasculares, inmunogénicas, glicémicas e inmunomoduladoras. Posee alto contenido en compuestos azufrados como por ejemplo la aliina que se sintetiza en alicina (responsable del olor), ácido pirúvico y amoníaco por acción de la alinasa, alicina, S-alil-cisteína (Briones & López, 2018).

El ajo (*Allium sativum*) presenta bondadosas propiedades medicinales, entre ellas su poder antibiótico, capaz de inhibir el desarrollo de gérmenes patógenos. Además de presentar efectos secundarios, como la destrucción de la flora intestinal, tiene la ventaja de actuar en la mucosa gastrointestinal favoreciendo la secreción de jugos gástricos, provocando un aumento de la secreción biliar, por lo que resulta además un excelente digestivo. Pero el elemento más activo es una sustancia con propiedades muy parecidas a la penicilina que se llama alicina, a la que se debe su poder bactericida (Vázquez G. G., 2010).

Por lo anteriormente planteado se formula la siguiente pregunta para el presente estudio:

¿Se logrará mejorar los parámetros productivos y post mortem del pavo doble pechuga con el suministro de diferentes dosis de extracto vegetal de ajo (*Allium sativum*) en el agua bajo un sistema intensivo?



### III. JUSTIFICACIÓN

Debido al aumento de la demanda de productos avícolas, incluyendo la carne de aves, como fuente de proteínas, la avicultura está enfrentando nuevos desafíos. La nutrición en general juega un rol muy importante, y en particular el uso de aditivos en la alimentación de monogástricos ha despertado el interés de varios investigadores en los últimos años. Estos aditivos son usados, en la industria avícola, para distintos propósitos, por ejemplo, aumentar la performance productiva y disminuir el rango de mortalidad de los animales (Vázquez G. G., 2010).

El uso plantas medicinales en forma de extractos vegetales durante la producción puede ser una buena alternativa para el tratamiento de algunas enfermedades presentes en las aves por la cantidad de metabolitos los cuales producen efectos benéficos sobre la salud de los animales y permite obtener alimentos sin residuos químicos (Mayo, 2018).

Por tal motivo esta investigación pretende determinar la eficacia del extracto de ajo para mejorar los parámetros productivos en pavos doble pechuga, ya que el ajo es un estimulante del apetito y excelente digestivo.

## **IV. HIPÓTESIS**

La inclusión de diferentes dosis de extracto de ajo (*Allium sativum*) en agua mejorara los parámetros productivos y post mortem del pavo doble pechuga bajo un sistema intensivo.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Evaluar los parámetros productivos y post mortem de pavo doble pechuga con inclusión de niveles de extracto de ajo (*Allium sativum*) en agua bajo un sistema intensivo.

### **5.2. Objetivos específicos**

Evaluar los parámetros productivos de pavos doble pechuga tales como: peso vivo inicial, peso vivo final, consumo total de alimento, ganancia total de peso, ganancia diaria de peso, conversión, eficiencia alimenticia y consumo de agua mediante la suministración de diferentes dosis de extracto de ajo (*Allium sativum*) en el agua.

Evaluar los parámetros post mortem a través del, peso del pavo al sacrificio, peso sin plumas y sangre, peso de la canal caliente y peso de la canal fría en pavos doble pechuga mediante la suministración de diferentes dosis de extracto de ajo (*Allium sativum*) en el agua.

## VI. REVISIÓN DE LITERATURA

### 6.1 Contexto nacional del pavo

#### 6.1.1 Producción del pavo

La producción de pavo en pie durante el 2018 fue de 22,929.42 toneladas y para el 2019 alcanzó una cifra de 22,689.02 kg, lo que represento una disminución de 1.06 %, para el 2020 se tuvo un incremento de 1.21 % en la producción, alcanzando un valor de 22,966.01 toneladas. Por otro lado la producción de carne de pavo en 2018 fue de 17,082.30 kg, mientras que para el 2019 se produjo 16,867.85 toneladas, representando una disminución de 1.27 % y para el 2020 la producción incremento 1.26 % debido a que se produjo 17, 083.32 toneladas de carne de pavo (SIAP, 2022).

En cuanto al precio del kilogramo de pavo en canal en 2018 fue de 58.48 pesos, para el 2019 aumento 1.74% y costo 59.52 pesos por kilogramo, mientras que para el 2020 aumento el precio a 60.33 pesos por kilogramo lo que representando un incremento del 1.34 % con respecto al año anterior.

El valor de la producción en 2018 fue de 998,934.35 miles de pesos, para el 2019 se obtuvo un valor de 1, 004,037.65 miles de pesos representando un incremento de 0.51 % y para 2020 el valor de la producción aumento 2.58% con un total de 1, 030,613.25 millones de pesos (SIAP, 2022).

#### 6.1.2 Principales estados productores de pavo

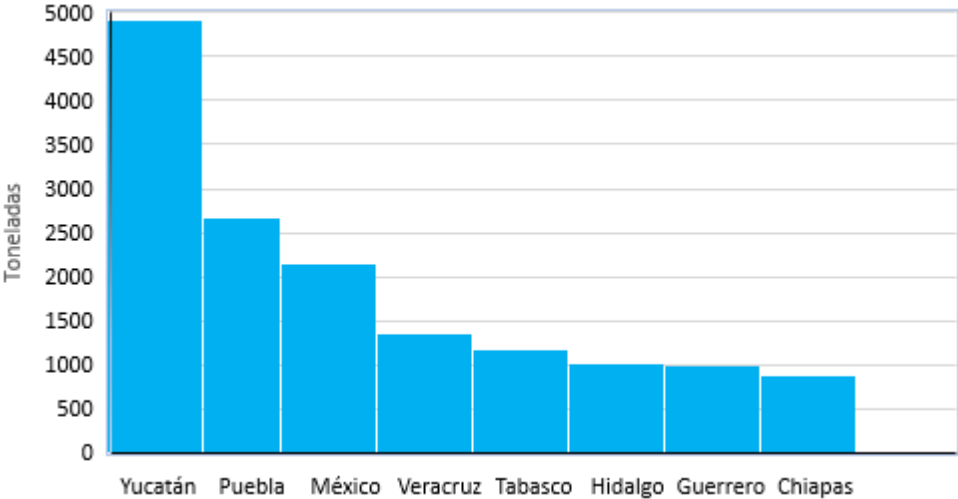
Entre los principales estados productores de pavo se encuentran como primer lugar Yucatán con un volumen de producción de 4,918.51 toneladas (Cuadro 1), Puebla como segundo lugar con 2,670.63 toneladas, tercer lugar México con una producción de 2,147.71 toneladas, cuarto lugar Veracruz con 1,357.05 toneladas,

quinto lugar Tabasco con 1,180.46 toneladas, sexto lugar Hidalgo con 1,011.45, séptimo lugar Guerrero con 993.24 toneladas, seguido de Chiapas con 876.87 toneladas (Gráfica 1), lo que significa que la suma de la producción de estos estados concentran el 88.72 % de la producción de carne de pavo en México con una cantidad de 15,155.92 toneladas, la producción total para el mismo año fue de 17,082.3 toneladas. (SIAP, 2022).

*Cuadro 1. Producción nacional del pavo*

Entidad	Toneladas	%
Yucatán	4,918.51	28.79
Puebla	2,670.63	15.63
México	2,147.71	12.57
Veracruz	1,357.05	7.94
Tabasco	1,180.46	6.91
Hidalgo	1,011.45	5.92
Guerrero	993.24	5.81
Chiapas	876.87	5.13
Total	15,155.92	88.72

*Gráfica 1. Principales estados productores de carne de pavo*



### **6.1.3 Consumo nacional del pavo**

Durante el 2021 la producción de pavo en México fue de 17,082.3 toneladas de carne e importó 137,000.0 toneladas, con un consumo de 154,082.3 toneladas, para el 2019 se importaron aproximadamente 165,000.0 toneladas con un consumo nacional de 181,867.85 toneladas de carne de pavo, con producción de 16,867.85 toneladas de carne y para el 2020 México importó 167,000.000 toneladas y se produjeron 17,083.32 toneladas de carne con un consumo nacional de 184,083.32 toneladas de carne de pavo (UNA, 2022).

### **6.1.4 Consumo per-cápita de carne de pavo**

El consumo per cápita de pavo en 2018 fue de 1.23 kilogramos por habitante, mientras que para el 2019 fue de 1.43 kilogramos por habitante, teniendo un aumento en 2020 con un consumo de 1.46 kilogramos por habitante (UNA, 2022).

## **6.2. Sistema de producción del pavo**

### **6.2.1 Sistema de producción intensivo**

Puede utilizarse el mismo galpón para todo el ciclo, preferentemente dividido en dos, separando machos de hembras, las que una vez vendidas liberaran espacio para los restantes. Como alternativa podrá disponer de otra dependencia para efectuar la crianza, donde los pavitos permanecerán 50-60 días, mejor preparados para su traslado a la fase siguiente. Teniendo en cuenta las exigencias de la cría, es la opción más conveniente, pensando en construcciones independientes, sencillas y poco costosas. La primera fase exige un ambiente perfectamente controlado, disminuyendo en la segunda, pero en ambos casos, hay que evitar las densidades excesivas (Cantaro, Sánchez, & Sepúlveda, 2008).

Siempre se debe tener en cuenta el principio ineludible “todos dentro, todos fuera”, es decir: entran las aves al mismo tiempo y salen todas para la venta. Esto otorga ventajas sanitarias (por riesgos de enfermedades enfermedades) y de manejo, teniendo en cuenta los problemas ya mencionados al superponer categorías. Otra norma higiénica importante es evitar la convivencia con otras aves, no es admisible tener pavos, pollos y/o gallinas juntos. Igualmente, el operador no debe tener contacto con otras aves, salvo que previamente se tomen las oportunas precauciones. Cada operación debe programarse, desde la admisión de los pavitos hasta el más pequeño detalle del manejo posterior y de los tratamientos preventivos (Cantaro, Sánchez, & Sepúlveda, 2008).

### **6.2.2 Sistema de producción semi-intensivo**

Los sistemas semi-intensivos se basan bajo el manejo que contempla la ampliación de los espacios disponibles para las etapas al aire libre, especialmente en recría y terminación. Siempre considerando la disponibilidad de parques empastados y climas particularmente favorables. Los pavitos inician la cría en recintos especiales y si el clima lo permite, ya a partir de la tercera semana pueden salir algunas horas al exterior. A las 8-10 semanas los pavos estarán habituados a vivir al aire libre (Cantaro, Sánchez, & Sepúlveda, 2008)

La engorda de pavos genéticamente mejorados, se crían a pequeña escala en casetas poco tecnificadas, en estos sistemas se compra alimento a plantas comerciales, se comercializan los pavos vivos principalmente a través de pequeños comerciantes que los sacrifican y los venden en mercados populares como pavo fresco (Ronald & Correa, 2007).

### **6.2.3 Sistema de producción extensiva**

El sistema extensivo se caracteriza por ser una actividad de traspatio y en muchas ocasiones en semipastoreo, alojados en condiciones rústicas y alimentados con

granos, desechos de cocina, insectos y forraje verde, favoreciendo la reducción del costo de alimentación (Hulet *et al.*, 2004).

La crianza en pastoreo ofrece una oportunidad de reducir el costo de crecimiento de los pavos. Especialmente si la dieta puede ser complementada con granos cultivados en casa, los pavos comen sobre todo materia vegetal, también insectos de la tierra que explican su consumo cerca del 10% de su dieta. La mayoría de forraje ocurre durante las dos a tres horas después del amanecer y antes de la oscuridad (Pazmiño, 2015)

### **6.3 Razas de pavos**

Los pavos se pueden clasificar por el color del plumaje, la anchura de la pechuga del tamaño corporal, se han realizado cruces entre pavos de tupo grande y pavos de tipo pequeño, así como también entre pavos de pechuga amplia, muy carnosa y pavos de pechuga reducida (FDA, 1997).

Clasificación de razas por peso

- Pequeñas: hembras de 5 kg y machos de 8 kg
- Medianas: hembras de 5 a 7 kg y machos de 8 a 12 kg
- Pesadas: hembras de más de 7 kg y machos de 12 a más de 20 kg

#### **6.3.1 Pavo de talla pequeña**

##### **6.3.1.1 Bronceado de América (gigante bronceado)**

Es la raza que tiene un aspecto físico más parecido al pavo salvaje, pero es mucho más grande, con sus más de 15 kg en el caso de los machos y cerca de 10 kg en las hembras. En el macho, el cuello, pecho, grupa y parte inferior del abdomen son de color negro rojizo con reflejos rojo-verdoso; las alas son blancas; las plumas de la cola son negras con una línea periférica blanca; en la cabeza y en la parte superior del cuello tienen plumas rojizas con superposición de reflejos azules. En la hembra

el blanco es más intenso en costados, alas, cola y parte superior del abdomen, el pico es blanco amarillento, el iris de los ojos es castaña oscura y la piel es blanca (Meléndez, 2014).

*Figura 1. Pavo de talla pequeño, Bronceado de América*



Fuente (Cordero, 2012)

### **6.3.1.2 Pavo blanco, de tamaño pequeño a mediano, tipo de Beltsville**

El pavo de Beltsville fue seleccionado en 1741 en EE.UU y se reconoció como variedad en 1951. Es una raza de pequeño tamaño (8 kg los adultos), tanto en el macho como en la hembra, el plumaje es completamente blanco con un pecho ancho, bastante resistente a las enfermedades, lo que la hace muy adecuada para el consumo familiar.

Son animales de gran precocidad. Su producción de huevo es bastante elevada (158 por temporada de puesta) con un 89 % de fertilidad, y con un porcentaje de nacimientos de 70 % de huevos incubados (Meléndez, 2014).



*Figura 2. Pavo de talla pequeño a mediano, tipo Beltsville blanco*



Fuente (Cordero, 2012)

### **6.3.2 Pavos de talla mediana**

#### **6.3.2.1 Blanco de Holanda (gigante blanco)**

En esta raza que es originaria de los Estados Unidos, el plumaje es sobre todo blanco, aunque en el pecho es negro, haciendo forma de pincel. El pico es blanco amarillento. La piel es blanca o de color rojizo, en pavipollos el plumón es de color amarillo lo cual constituye el blanco un defecto grave, su peso es menor que en el pavo bronceado americano (Meléndez, 2014).

La hembra pesa alrededor de 8 a 9 kg y el macho de 15 a 16 kg, por lo que su explotación de esta raza de pavos es la más considerada debido a sus características por color de las plumas blancas (Rivas, 2011).

*Figura 3. Pavo de talla mediana, Blanco de Holanda*



Fuente (Cordero, 2012)

#### **6.3.2.2 Rojo de Bourbon**

El rojo de Bourbon es mucho más grande que el Belstville blanco, con sus más de 15 kg en el caso del macho, y cerca de los 10 kg en las hembras. El macho es rojo oscuro con borde negro. En las alas, tienen plumas blancas (timoneras). La hembra tiene colores semejantes, pero sin bordes blancos. Los tarsos son rosa-claros, adultos, y oscuros, en jóvenes. La piel es blanca con variaciones amarillentas. Los pavipollos tienen el plumón de color amarillo-crema, con las alas marrones y claras en la base (Kessel, 1971).

*Figura 4. Pavo de talla mediana, Rojo de Bourbon*



Fuente (Cordero, 2012)

### **6.3.3 Pavos de talla grande**

#### **6.3.3.1 Blanco gigante (de doble pechuga)**

Es la raza más grande y popular. El macho adulto llega a pesar hasta 20 kg mientras las hembras 18 kg. La cabeza es roja, pero puede variar a blanco-azulado, pico oscuro en su base y claro en la punta; los ojos son pardo-oscuros, cuello bronce-cobrizo, sus muslos y los dedos son negros.

El plumaje es similar al de la raza bronceada, los bordes de las plumas son grisáceos y tienen una formación anatómica general más pesada, con masas musculares bastante desarrolladas (sobre todo los pectorales), las patas y el cuello son bastante robustos. La capacidad reproductora es limitada en ambos sexos (Kessel, 1971).

El pavo doble pechuga se caracteriza por que presenta una rápida conversión de alimento en carne de manera que alcanza (entre 15 a 20 kg en 24 semanas) engordados con alimento balanceado. Presenta carne blanca en la pechuga, mientras que las piernas y los muslos son carne oscura, siendo una de las alternativas para los productores que se dedican a la engorda de pavos (Meléndez, 2014).

*Figura 5. Pavo de talla grande, Blanco gigante de doble pechuga*



Fuente (Meléndez, 2014)

## **6.4 Nutrición y alimentación de los pavos**

### **6.4.1 Etapas de producción del pavo**

Las etapas o fases de alimentación son las diferentes divisiones que se realizan para la máxima utilización de los alimentos y nutrimentos. Estas divisiones están basadas en los procesos fisiológicos y metabólicos del animal; su objetivo, es proporcionar al ave la cantidad necesaria de nutrimentos necesarios en una determinada edad, para evitar desperdicios o sobrealimentación (Gómez, *et al.*, 2011).

#### **6.4.1.1 Etapa de inicio**

Fase de inicio que comprende de la llegada de los pavitos desde el día 1 de edad a la granja hasta los 21 días de edad, en esta etapa se debe tener cuidado con la higiene de bebederos debido a que los pavos consumen 3 veces la cantidad de agua de lo que comen de alimento, además de adecuar la altura de estos y de los comederos (Meléndez, 2014).

El espacio que debemos poner a disposición de los pavos influye en el logro del éxito final. Es preciso evitar concentraciones excesivas que puedan acarrear problemas de ventilación con graves consecuencias, pueden existir diferencias de acuerdo a las instalaciones empleadas, por ello recomendable aplicar los requerimientos de espacio, se menciona que la densidad de pavos en esta etapa en un corral es de 10/m<sup>2</sup> en machos y 10/m<sup>2</sup> en hembras (Meléndez, 2014).

#### **6.4.1.2 Etapa de crecimiento**

Fase de crecimiento de los pavos de la edad de 3 a 5 semanas, según el clima, los pavipollos estarán en condiciones de vivir totalmente al aire libre, pudiendo ser trasladados a los recintos exteriores y debido al rápido crecimiento de los pavos, la dieta debe suplir las necesidades energéticas y proteicas requeridas (Pazmiño, 2015).

Desde la octava semana, hasta que los pavos tienen 16 semanas, disminuye el porcentaje de proteína, pero para los pavos que van a sacrificarse a las 24 semanas, es preferible que la velocidad de crecimiento sea menor, por lo que, la ración de iniciación deberá tener un 20-24 % de proteína (Valarezo, 2015).

En esta etapa es importante el espacio vital en los pavos, por lo que es recomendable aplicar los requerimientos de espacio por la densidad de pavos en la

etapa de desarrollo es de 4/m<sup>2</sup> en machos y 6/m<sup>2</sup> en hembras en un corral (Rivas, 2011).

#### **6.4.1.3 Etapa de finalización**

Fase que comprende desde el día 50-60 hasta su venta de los pavos para sacrificio. El manejo que se realiza es cuidar que los pavos tengan siempre a su disposición alimento y agua fresca, aunque es importante observar que los machos presentan más dificultades que las hembras debido a que se puede presentar fenómenos de debilidad de las patas, haciéndoles necesario sepáralos del resto (Meléndez, 2014).

En esta etapa es importante el espacio vital en los pavos, por lo que es recomendable aplicar los requerimientos de espacio por la densidad de pavos en la etapa de finalización es de 2/m<sup>2</sup> en machos y 4/m<sup>2</sup> en hembras en un corral (Rivas, 2011).

### **6.4.2 Requerimientos de nutrientes en las dietas del pavo**

#### **6.4.2.1 Energía**

Los pavos demandan altos niveles de albúmina al ir progresando su edad disminuye las exigencias. Después se reduce el contenido de albumina y a una elevación del contenido en energía (Cuadro 2). Por lo que se debe iniciar con un 28 % de PC en la dieta, disminuyendo luego de manera gradual hasta cerca del 16 %, el pavo responde mejor a la energía cuando el consumo de proteína aminoácidos es el adecuado (Lázaro & Mateos, 2002).

*Cuadro 2. Demandas de energía y proteína bruta para pavos de engorde de diversas edades*

Edad en semanas	Energía transformable kcal/kg	Unidades alimenticias	Proteína bruta %	Relación energía
-----------------	-------------------------------	-----------------------	------------------	------------------

		energéticas para aves/kg		transformable/ proteína bruta
0-2	2.650	540	30	90
3-6	2.700	550	28	95
7-10	2.800	570	24	115
11-16	2.900	590	20	145
17-20	3.000	610	16	190
>21	3.100	630	14	220

#### 6.4.2.2 Proteínas y aminoácidos

Las proteínas son moléculas muy complejas, en cuya composición elemental se encuentran siempre presentes carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno. Los elementos químicos que constituyen a las proteínas que se encuentran distribuidas en bloques o unidades estructurales que se llaman aminoácidos (Peña, Arroyo, Gómez, & Tapia, 2004).

Como en todas las especies domesticas las necesidades en proteína y en aminoácidos esenciales dependen de la edad, así como de la concentración energética del alimento (Cuadro 3). Se estima que las necesidades en aminoácidos entre pavos y pollos son similares (Cuadro 4), aunque las necesidades de pavos son ligeramente superiores a las de los pollos en lisina y ligeramente inferiores en metionina (Lázaro & Mateos, 2002).

La mayoría de los autores escogen la lisina como patrón y refieren las necesidades de resto de aminoácidos en función de ella, ya que este aminoácido es poco utilizado en los procesos de conservación e inmunidad y prácticamente sirve para la formación de tejido muscular. La metionina tiene tres funciones claves en el organismo animal: donador de grupos metilos, síntesis de proteínas, incluidas ciertas enzimas, y precursor de cisteína, por lo que las necesidades en cisteína y metionina se estudian de forma conjunta. La treonina es un componente importante de los enzimas y jugos digestivos así como de las proteínas de fase aguda

importantes en situaciones de estrés, mientras que la lisina es poco importante a este particular (Lázaro & Mateos, 2002).

*Cuadro 3. Demandas de energía y proteína en la alimentación en tres etapas de pavo de engorde*

Edad en semanas	Energía transformable kcal/kg	Unidades alimenticias energéticas para aves/kg	Proteína bruta %	Relación energía/proteína bruta
0-6	2.700	550	28	95
7-12	2.800	570	22	125
>12	3.000	600	16	185

*Cuadro 4. Demandas de aminoácidos en los diversos periodos de engorde, en la alimentación en tres etapas de los pavos de engorde*

Edad en semanas	Metionina	Metionina + cistina	Lisina	Triptófano	Arginina
0-6	0.52	0.87	1.50	0.26	1.60
7-12	0.40	0.70	1.20	1.20	1.20
>12	0.30	0.55	0.85	0.85	0.90

#### **6.4.2.3 Vitaminas y minerales**

Las vitaminas son llamadas de esa manera por su combinación orgánicas que son necesarias para la vida del organismo animal debido a que no pueden ser formadas por el cuerpo mismo, a pesar de que se requieren en cantidades pequeñas, son fundamentales para el desarrollo y el metabolismo de los animales. Por lo tanto, es necesario poner especial atención en la incorporación de estos elementos en las raciones, en niveles adecuados, ya que tanto su carencia como su exceso pueden causar alteraciones orgánicas (Pazmiño, 2015).

Tres vitaminas claves a este particular son el niacina, la vitamina E y el ácido fólico. Las necesidades en niacina de los pavos son muy elevadas debido a la alta



concentración en hígado del enzima ácido polínico carboxilasa, que previene la obtención de la vitamina a partir del triptófano. La eficacia de conversión de triptófano a niacina es de 45:1 en el pollo pero cercana a 120:1 en el pavo (Lázaro & Mateos, 2002).

Los minerales son sustancias de naturaleza inorgánica, que representan entre un 3 y un 4.5 % del peso de los animales y con las siguientes funciones básicas. Participan en la regulación de las excreciones, absorción y secreción de los líquidos orgánicos. Intervienen en el metabolismo muscular y nervioso (Pazmiño, 2015).

Dentro de los macrominerales que necesitan los pavos se encuentra el fosforo, calcio y sodio; mientras que de los micro minerales añadidos mediante el corrector en pienso de pavos se encuentran Fe, Cu, Zn, Mn, Se y I. El Cu es preciso para la formación de la hemoglobina y además es un componente esencial de numerosas enzimas relacionadas con los procesos de oxidación (Lázaro & Mateos, 2002).

#### **6.4.2.4 Agua**

Es de gran importancia a pesar de que, frecuentemente no se tiene la debida consideración respecto a ella, siendo un óptico disolvente del medio dispersante por su propiedad ionizante, facilita las reacciones celulares además de intervenir en el control de la temperatura corporal (Meléndez, 2014)

El agua tiene un papel fundamental en la digestión, en la asimilación y en la excreción, además de que sirve como lubricante de las articulaciones, de los músculos y de varios tejidos del cuerpo. La cantidad del agua ingerida dependerá del tipo de alimentación, el peso del animal, la temperatura ambiente, la composición química y la temperatura del agua, entre otras cosas. El 75 % del cuerpo de los pavitos es agua, porcentaje que puede disminuir en los adultos. Los pavos se nutren generalmente con alimentos secos (12 % de agua), por tanto necesitan agua en mayores cantidades. Cada vez que beben, lo hacen en pequeñas

cantidades pero con mucha frecuencia, por lo que debe proveérseles en forma permanente, al beber, sumergen el pico profundamente en el agua, después levantan la cabeza y de este modo, pasa esta del pico al estómago por gravedad. Por esto es necesario disponer de bebederos con suficiente profundidad, especialmente en machos, ya que los pavitos consumen 3.1 veces de agua por una de alimento durante la primera semana de vida. A la semana 15 y a una temperatura de 21°C la relación pasa a ser 2,3/1 (Meléndez, 2014).

## **6.5 Sistema digestivo de las aves**

El sistema digestivo de las aves está constituido por una serie de órganos, los cuales conjuntamente ejercen una función digestiva, este está conformado por cavidad oral, una porción glandular o paraventricular y la porción muscular o molleja (Neira, 1987), en general presentan variaciones en sus sistemas digestivos, debido a adaptaciones morfológicas y funcionales, principalmente inducidas por la alimentación. Incluso entre las especies de producción se observan diferencias, por ejemplo, en los estómagos o intestino grueso (Herrera, Huberman, & Felipe, 2018).

El sistema digestivo presenta diferencias con otros grupos de animales. Esto llevó a la ausencia de dientes y grandes masas musculares mandibulares, reemplazados por el pico, una menor longitud y menor peso del sistema digestivo en comparación con mamíferos, así como en menor área de digestión y absorción, menor tiempo de retención del contenido y menor eficiencia en la captura de nutrientes (Herrera, Huberman, & Felipe, 2018).

### **6.5.1 Cavidad oral**

Debido a la ausencia de paladar blando, la cavidad oral y la faríngea no se encuentran separadas, por lo que forman una sola cavidad denominada orofaringe. Esta incluye el pico, la lengua, un paladar duro largo, papilas cornificadas dispuestas

en hileras entre el cuerpo y la raíz lingual y la faringe (Herrera, Huberman, & Felipe, 2018).

La cavidad oral está formada por el pico, revestido por un estuche córneo epidérmico muy duro denominado ranfoteca. En las aves sustituye a los labios, carrillos y dientes de los mamíferos. La cavidad oral y la faringe de las aves forman una cavidad común llamada orofaríngea, debido a que estas carecen de paladar blando y nasofaringe, se caracteriza por la existencia de un largo paladar duro, la mucosa tiene un epitelio escamoso estratificado sin queratinizar que contiene un gran número de crestas que se extienden longitudinalmente por el paladar y papilas que se dirigen caudalmente (Ayala, 2020).

### **6.5.2 Glándulas salivares**

En la cavidad bucal cubierta con criterio estratificado. Se encuentran presentes glándulas salivales, son generalmente tubulares. La secreción de saliva muy pequeña, 7 a 30 ml y no es importante en la digestión. La saliva contiene enzimas muy esenciales que actúan sobre los carbohidratos (CHOs) como lo son la amilasa o ptialina (Vázquez M. E., 2018).

### **6.5.3 Faringe**

La faringe es una estructura la cual controla el paso del aire y del alimento, no hay límite entre el final de la boca y el inicio de la faringe, sin embargo, cuando el cuello es extendido para deglutir, se presenta un cambio en la posición de la tráquea, evitando que el alimento pase por esta. En la base de la lengua hay una línea de división (boca-faringe), conocida como glotis, que es la entrada a la laringe (Zambrano, 2021).

### **6.5.4 Esófago**

El esófago es un túbulo muscular que se extiende desde la faringe hasta los cardias en el estómago, se presentan movimientos peristálticos que mueven el bolo, la perístasis es una contracción y relajación coordinada de los músculos lisos estableciendo un movimiento unidireccional el cual empuja la comida a través del tracto digestivo, en la región media del esófago hay un ensanche denominado buche (Zambrano, 2021).

#### **6.5.5 Buche**

El buche es un ensanchamiento del esófago que actúa como órgano de almacenamiento temporal del alimento, el bolo alimenticio permanece en el buche por algún tiempo, dependiendo del tamaño de las partículas, la cantidad consumida y la cantidad del material presente en la molleja, aquí el alimento es ablandado (Vázquez M. E., 2018).

#### **6.5.6 Estomago glandular**

El estómago glandular es un órgano ovoide, situado hacia la izquierda del plano medio, que yace por encima a los lóbulos del hígado, y antes de desembocar en el estómago muscular presenta un leve estrechamiento ligeramente antes de su desembocadura en el estómago muscular. Recubierto por peritoneo conformado por dos capas, una más externa, fina y de fibras longitudinales, y la otra más interna, de fibras circulares (Eastman, Moncalvo, & Van, 2018).

La mayor parte del estomago glandular está ocupada por las grandes glándulas que producen jugos gástricos, aunque este estomago también llamado proventrículo, es poco más que un ensanchamiento al final del esófago. La pared de este proventrículo secreta ácido clorhídrico y una enzima (pepsina), que ayudan en la digestión proteínica (Hoffmann & Vólker, 1969)

### **6.5.7 Estomago muscular o molleja**

Desproporcionadamente grande, y ocupa la mayor parte de la mitad izquierda de la cavidad abdominal, es un órgano con dos aberturas en su lado superior, una del proventrículo y otra hacia el duodeno. Se compone de dos pares de músculos potentes, rojos, gruesos, recubiertos por el lado interior con epitelio córneo grueso. Su forma es redondeada, con paredes musculares muy desarrolladas, en su interior la mucosa contiene glándulas que producen una secreción que se solidifica, convirtiéndose en una masa queratinoide que forma el estrato córneo (Eastman, Moncalvo, & Van, 2018).

La mucosa del ventrículo o también llamado molleja es de color verde amarillento, y toma esta coloración por el reflujo de la bilis desde el duodeno. Las contracciones del estómago muscular trituran el alimento de aves herbívoras y omnívoras, con ayuda de piedrecillas que ingieren. La actividad muscular desplaza reiteradamente el alimento entre el proventrículo y la molleja durante la digestión (Eastman, Moncalvo, & Van, 2018).

La función principal de la molleja es moler o romper las partículas alimenticias. En condiciones normales, este proceso es ayudado por la presencia de arena o piedrecillas ingeridas por la boca. Es probable que cuando las raciones del alimento se trituran previamente de manera uniforme, la molienda en la molleja tenga escasa importancia para una digestión adecuada. No obstante, la trituración de granos enteros es esencial antes de que puedan digerirse (Pazmiño, 2015)

### **6.5.8 Intestino delgado**

El duodeno es el principal sitio de la digestión y absorción de nutrientes y depende de las secreciones gástricas, pancreáticas y biliares.

Duodeno: es donde se lleva la mayor absorción de nutrientes, localizado inmediatamente después del proventrículo o estomago muscular, constituido por una porción proximal descendente y una distal ascendente, entre las cuales queda localizado el páncreas (Ayala, 2020).

Yeyuno: es la parte más larga del intestino, ocupa la mitad derecha de la cavidad visceral, presenta un pH de 7.04 y su principal función es la absorción de algunas de las sustancias del quimo (Ayala, 2020).

Íleon: su estructura se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, su pH fluctúa entre 6.8 a 7.6 y su función principal es la absorción de nutrientes digeridos (Ayala, 2020).

### **6.5.9 Intestino grueso**

El intestino grueso es histológicamente similar al intestino delgado, excepto que las vellosidades son más cortas, algunos procesos de digestión pueden continuar en el intestino grueso, aunque esto es simplemente la continuación del proceso inicial en el intestino delgado (Vázquez M. E., 2018). En la unión del intestino delgado y grueso se encuentran dos sacos llamados ciegos los dos sacos y se extienden en dirección craneal. El pH del ciego derecho es de 7.08 mientras que del izquierdo es de 7.12, los ciegos tienen la función de continuar la desintegración de los principios nutritivos y la absorción de agua (Ayala, 2020).

### **6.6 Historia de los extractos**

Los extractos de origen vegetal han sido utilizados desde la antigüedad por los hindúes, chinos, griegos y romanos con fines rodenticidas, insecticidas y conservación de víveres almacenados. Durante muchos siglos, las formulaciones basadas en las plantas se utilizaron para combatir los insectos plaga. En el siglo XIX se utilizaban como fitosanitarias moléculas de origen vegetal como los

alcaloides. A partir de la segunda guerra mundial esta primera generación de fitosanitarios de origen vegetal, fueron sustituidos por pesticidas de síntesis química como el DDT, organoclorados, organofosforados y carbamatos. En las últimas dos décadas, se han intensificado los estudios de productos de origen vegetal en su parte química, con énfasis en los metabolitos secundarios, los cuales están implicados en el control biológico contra patógenos o plagas, y en ciertos casos activando procesos de defensa en la planta y brindando una protección preventiva (Alvaro, Mendoza, & Pachón, 2009).

## **6.7 Extractos vegetales**

Mezcla compleja, con multitud de compuestos químicos, obtenible por procesos físicos, químicos y/o microbiológicos a partir de una fuente natural y utilizable en cualquier campo de la tecnología (Zapata, 2002)

Las plantas y subproductos agroalimentarios son una gran fuente de productos naturales biológicamente activos. Existen multitud de constituyentes químicos con un amplio rango de estructuras y propiedades físico-químicas y biológicas. Muchos de los beneficios de las plantas y subproductos agroalimentarios son conocidos y utilizados desde la antigüedad como antimicrobianos, insecticidas, antioxidantes etc., estos efectos son debidos a compuestos sintetizados por las células de las plantas que no son estrictamente necesarios para el crecimiento o reproducción, pero cuya presencia ha sido demostrada genéticamente, fisiológicamente o bioquímicamente. Las técnicas de extracción permiten obtenerlos y concentrarlos para su uso en diferentes aplicaciones (medicina, alimentación, perfumería, etc.) (Giral, 2011).

## **6.8 Tipos de extractos**

Los extractos se pueden clasificar de la siguiente manera:

### **6.8.1 Extractos fluidos**

Son preparaciones líquidas de drogas vegetales donde se emplea generalmente alcohol como disolvente y conservante, el metanol, agua, hexano, entre otros que también pueden ser utilizados como disolventes (Carrión & García, 2010), preparados de tal manera que cada mililitro contiene los constituyentes extraídos de 1 g del material crudo que representa (Flor & Parra, 2017).

### **6.8.2 Extractos blandos o secos**

Son extractos que se elaboran a partir de los anteriores por evaporación en vacío hasta consistencia de masa espesa filante (15 a 25 % de humedad), la concentración es igual o superior a 2:1. Por este mismo proceso o por liofilización, se obtienen los extractos secos cuya concentración es de alrededor de 5:1 (de 2:1 a 10:1) (Guerra, 2005).

### **6.8.3 Crioextractos**

Se obtiene por molturación de la planta vegetal correctamente desecada, sometida a condiciones de congelación (-196 °C), mediante inyección de nitrógeno líquido, de forma que los principios activos no se ven alterados por la acción del calor desprendido en un proceso de molturación y que dependiendo de la droga vegetal, puede llegar a ser hasta 70 °C. Son muy útiles para la obtención de proteínas y enzimas de ciertas especies (Amaguña & Churuchumbi, 2018).

## **6.9 Extracción**

Separación de una mezcla de sustancias por disolución de cada componente, sirviéndose de uno o varios disolventes, donde siempre se obtienen, por lo menos, dos componentes: la solución extraída en su disolvente (extracto) y el residuo (Guerra, 2005).



## **6.10 Métodos de extracción**

### **6.10.1 Percolación o lixiviación**

En este método de extracción se produce el desplazamiento de sustancias solubles por medio de un solvente líquido, este proceso se utiliza industrialmente para preparar elixires; el material vegetal fresco se coloca en un recipiente a temperatura ambiente durante 3 días con acetona o algún otro de solventes, sin ser necesario cortar en trozos dicho material. Después de este tiempo se decanta y se evapora la acetona en un rotavapor (Verde, García, & Rivas, 2016).

### **6.10.2 Maceración**

Método de extracción sólido-líquido donde el material vegetal que se pretende extraer contiene compuestos solubles en el líquido de extracción, para realizar el proceso el material vegetal se corta en pequeños trozos o molido, fresco o seco se coloca en recipientes adecuados añadiendo el solvente seleccionado por polaridad: hexágono (o éter de petróleo), cloroformo y finalmente metanol o etanol en reposo o en un equipo con agitación continua a temperatura ambiente durante 5 días cada extracción. Otra opción es obtenerlo en una forma directa agregando una mezcla de solventes: metanol: cloroformo: hexágono en la proporción 7:21, obteniendo un extracto en forma directa (Verde, García, & Rivas, 2016).

La maceración es también llamada extractos en agua fría, esta preparación consiste en dejar remojar (en agua a temperatura ambiente durante 24 horas) las plantas cuidadosamente troceadas, son colocadas en agua durante 3 a 5 días para posteriormente ser filtradas y ser pulverizadas (Bertrand, Collaert, & Petiot, 2008).

### **6.10.3 Infusión y decocción**

Es una solución diluida y decocción son constituyentes fácilmente solubles de la planta vegetal cruda, adecuada para plantas aromáticas, para evitar que los aceites volátiles se evaporen a otras temperaturas, ambos métodos se realizan sumergiendo las partes a utilizar de la planta en una cantidad de agua hirviendo, se deja reposar unos 15 minutos y se filtra a continuación mediante un tamiz o papel de filtro (Torres, 2014).

Para lograr esta solución con eficacia se sumergen las plantas en agua caliente y después se detiene la ebullición en el momento en el que el agua empieza a bullir posteriormente se va realizando la infusión mientras se deja que el agua se enfríe antes de filtrar (Bertrand, Collaert, & Petiot, 2008).

#### **6.10.4 Digestión**

Es una maceración realizada a una temperatura suave que oscila alrededor de los 50 o 60 °C. Al aumentar median la temperatura se consigue un mayor rendimiento de la extracción, puesto que disminuye la viscosidad del solvente lo que hace que éste pueda ingresar más rápidamente al interior de las células y así extraer los principios activos (Carrión & García, 2010).

### **6.11 Actividad biológica de los extractos**

#### **6.11.1 Actividad antioxidante**

Un antioxidante es por definición una molécula capaz de retardar o evitar la oxidación de otra, generalmente a través de su propia oxidación. Hay multitud de compuestos que actúan como moléculas antioxidantes como por ejemplo algunas enzimas, como el peróxido dismutasa, moléculas biológicas como la ferritina, la albúmina o los estrógenos, sustancias procedentes de fuentes naturales, como vitaminas (C, E), compuestos fenólicos o carotenoides (Vázquez R. E., 2015).

### **6.11.2 Actividad antibacteriana**

Los extractos vegetales logran una rápida reducción de la carga bacteriana y los esquemas terapéuticos con los mismos se optimizan garantizando una dosis que logre un elevado pico de concentraciones plasmáticas (Picco, *et al.*, 2009).

### **6.11.3 Actividad antiinflamatoria**

Sustancias capaces de suprimir los signos y síntomas de la inflamación. Se conoce la relación existente entre las especies reactivas del oxígeno y el nitrógeno (que provocan estrés oxidativo) con las enfermedades inflamatorias, por lo que extractos de plantas que presentan sustancias como flavonoides, polifenoles y tocoferol con capacidad antioxidante, en muchas ocasiones a su vez presentan efecto antiinflamatorio (Regalado & Sánchez, 2015).

## **6.12 Uso de los extractos en la alimentación pecuaria**

El empleo de aditivos en alimentación animal es la principal opción para mejorar los índices productivos, prevenir la aparición de enfermedades y respetar el bienestar animal. Los extractos vegetales suponen una alternativa viable al uso de antibióticos para mejorar los índices productivos en los animales, tanto como promotores de crecimiento como para la mejora de la producción y calidad de sus productos derivados. Sus efectos se deben a las propiedades químicas que tienen sus componentes: fenoles, terpenoides y aceites esenciales, alcaloides, leptinas y polipéptidos (Pereira, *et al.*, 2017).

Algunos extractos que han generado grandes bondades en la avicultura son la *Cinnamomum verum* (canela), *Pedilanthus Tithymaloides* (ítamo). *Origanum vulgare* (orégano), y *Eucalyptus globulus* (eucalipto) tiene actividad inhibitoria sobre frente a bacterias Gram negativas: *Escherichia coli*, *Salmonella tiphymurium*, *Salmonella choleraesuis* y las bacterias Gram-positivas: *Staphylococcus aureus* y

*Bacillus cereus* agentes causantes de las infecciones respiratorias en aves, estas pueden ser utilizadas como alternativas para lograr dar tratamiento a los animales (Mayo, 2018).

### **6.13 Ajo (*Allium sativum*)**

#### **6.13.1 Descripción del ajo**

Planta herbácea, perenne, acaule, bulbosa, con bulbos secundarios de color blanco o cremosos, hinchados, ovalados de ápice agudo, llamado diente de ajo, muy olorosos, reunidos sobre un tallo discoide, recubiertos por escamas translucidas, blanco amarilloso, que forman la llamada cabeza de ajo, hojas de color verde azulado o verde rojizo, planas, con un canal central, ápice agudo, hasta de 50 cm de longitud y 3 cm de ancho. Flores rosadas o blanquecinas, agrupadas en pequeñas umbales densas, esféricas localizadas entre pequeños bulbos (Fonnegra & Jiménez, 2007).

El ajo es una planta herbácea de 20 a 30 cm de altura, su tallo es un escapo, las hojas que se originan desde la base o corona son aplanadas, fistulosas de 2.5 cm de ancho, con espata aguda de 7.5 a 10 cm de largo, sus flores son de color rosa agrupadas en una umbela terminal; son pequeñas densas con brácteas largas escariosas generalmente estériles con pedicelos delgados y largos con segmentos iguales, lanceo-acuminados; las anteras y el estilo son exertos, el ovario es oblongovoide. El fruto es una pequeña cápsula lobulada. Los bulbos, que son la parte comestible están formados por segmentos o dientes cubiertos por una membrana sedosa de color blanco o rosada (Fonnegra & Jiménez, 2007).

#### **6.13.2 Clasificación taxonómica**

El ajo (*Allium sativum* L) hierba perenne perteneciente a la familia Liliaceae, con bulbo, compuesto de 4 o 5 dientes, tallo de 50 cm de alto, con hojas delgadas de

hasta 30 cm con flores blancas o rosada y ovario súpero de 3 carpelos (Pérez T. F., 2007).

### 6.13.3 Propiedades medicinales y nutricionales del ajo

### 6.13.4 Composición química del ajo

El ajo tiene distintos componentes, entre ellos, se encuentran el agua y los carbohidratos como la fructosa, compuestos azufrados, fibra y aminoácidos libres. Contiene altos niveles de vitamina C y A y bajos niveles de vitaminas del complejo B, así mismo, posee un alto contenido de compuestos fenólicos, polifenoles y fitoesteroles (Cuadro 6). En cuanto a los minerales, tiene niveles importantes de potasio, fósforo, magnesio, sodio, hierro y calcio (Cuadro 7). También, presenta contenido moderado de selenio y germanio, pero la concentración de estos minerales va a depender del suelo donde crecen los bulbos. Entre los compuestos azufrados que predominan en el ajo se encuentran: alixina, alicina, aliína, ajo en, adenosina, alil metano tiosulfonato, dialil disulfuro, dialil trisulfuro, alil metil trisulfonato, S-alil mercaptocisteína, 2-vinil-4H-1,2-ditiina y 5-alilcisteína (Ramirez, Castro, & Martínez, 2016).

#### 6.13.4.1 Composición química del ajo

*Cuadro 5. Análisis químico proximal del ajo*

Análisis	*Cantidad
Agua	58.58 g
Energía	149 kcal
Proteína	0.36 g
Lípidos totales	0.5 g
Carbohidratos	33.06 g
Fibra dietética	2.1 g
Azúcares totales	1 g

- 100g de ajo fresco

#### 6.13.4.2 Contenido de vitaminas en el ajo

*Cuadro 6. Contenido de vitaminas en el ajo*

Vitaminas	*Cantidad
Vitamina C	31.2 mg
Tiamina	0.2 mg
Riboflavina	1.22 mg
Niacina	0.7 mg
Vitamina B6	1.235 mg
Vitamina A	9 UI
Vitamina E	0.08 mg
Vitamina K	1.7 µg

#### 6.13.4.3 Contenido de minerales del ajo

*Cuadro 7. Contenido de minerales en el ajo*

Mineral	Cantidad
Calcio	181 mg
Hierro	1.7 mg
Magnesio	25 mg
Fósforo	153 mg
Potasio	401 mg
Sodio	17 mg
Zinc	1.16 mg

#### 6.13.5 Actividades biológicas del ajo

##### 6.13.5.1 Actividad antioxidante

El ajo contiene propiedades antioxidantes debido a sus componentes activos eficaces en la inhibición de la formación de radicales libres, logrando la captación de estas sustancias, protegiendo a las lipoproteínas de baja densidad de la oxidación generada. Los componentes antioxidantes en el ajo se originan de los compuestos azufrados, del selenio y de aminoácidos libres, destacándose la cisteína, glutamina, isoleucina y metionina, combatiendo en especial a los radicales de hidroxilo (Garzon, 2018).

El ajo puede aumentar los niveles de glutatión (GSH) en las células y al mismo tiempo disminuye los niveles de la forma oxidada del glutatión (GSSG), se cree que es debido a un aumento de la actividad de la GSSG reductasa. Además, el ajo también aumenta la actividad de otra enzima antioxidante llamada superóxido dismutasa en las células. De la misma manera se ha observado el efecto antioxidante de *Allium sativum* ya que protege la membrana celular de los hepatocitos de la peroxidación lipídica<sup>1</sup> (Ramirez, Castro, & Martínez, 2016).

#### **6.13.5.2 Actividad antibacteriana**

La actividad antimicrobiana del ajo la genera su componente más representativo definido como Alicina, el cual debe ser sometido a una trituración o corte, tiene actividad antimicrobiana sobre bacterias Gram negativas y Gram positivas, que incluyen microorganismos como *Streptococcus*, *Klebsiella*, *Proteus*, *Bacillus* y *Clostridium* (Garzon, 2018).

La actividad antibacteriana del ajo es ampliamente atribuida a la alicina. Esto es fundamentado por la observación de que si se almacena a temperatura ambiente, la eficacia antibacteriana del extracto de ajo es muy reducida. Esta reducción se produce en un grado mucho menor si el extracto se almacena entre 0 y 4 °C, lo que indica la existencia de inestabilidad térmica en los componentes activos. El extracto de ajo y la alicina han demostrado que ejercen efectos bacteriostáticos en algunos enterococos resistentes a Vancomicina (Corrales & Reyes, 2014).

### **6.13.5.3 Actividad hipolipemiante y antiaterogénica**

El ajo disminuye los valores del colesterol total y en especial del colesterol cLDL, dependiendo de la dosis administrada. El mecanismo incluye la inhibición de la biosíntesis del colesterol al actuar inhibiendo la actividad de las enzimas, como la hidroximetilglutaril – coenzima A reductasa (HMG-CoA) y la lanolesterol-14-dimetilasa (Idrogo & Vellejo, 2019).

### **6.13.5.4 Actividad inmunomoduladora**

Aumentan la inmunidad, la estimulación de la proliferación de linfocitos y la fagocitosis de macrófagos, así como la estimulación de la liberación del interferón gamma. Diferentes extractos de ajo han demostrado, estimular la actividad fagocitaria de los macrófagos, a la vez que incrementan la actividad de células natural killer, IL-2 (interleukina-2), TNF (factor de necrosis tumoral) y gamma-interferón. 25 (González, Guerra, Maza, & Cruz, 2014).

### **6.13.5.5 Actividad anti protozoaria**

Varios estudios han demostrado que el extracto es eficaz contra una gran cantidad de protozoos, como: *Ranarum Opalina*, *Entozoon Balantidium*, *Dimidicita O.*, *Entamoeba histolytica*, *Tripanosomas*, *Leishmania*, *Leptomonas* y *Crithidia*; llevándose a cabo una investigación sobre su posible uso como una antiprotozoaria contra *Entamoeba histolytica* (Corrales & Reyes, 2014).

### **6.13.5.6 Actividad anti fúngica**

El extracto de esta planta demostró disminuir el consumo de oxígeno, reduciendo el crecimiento del organismo e inhibiendo la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, que ocasionan daños a las membranas. Una muestra de alicina pura ha indicado ser antifúngica (Corrales & Reyes, 2014).



La adición de ajo en algunas mezclas inhibe el crecimiento de hongos, como *Aspergillus Níger*, *C. albicas* y para coccidios. Esto da lugar a la inhibición a concentraciones menores que de hongos que con la alicina. Muchos hongos, incluidos *Cándida*, *Torulopsis*, *Trichophyton*, *Cryptococcus*, *Aspergillus*, *Trichosporon* y *Rhodotorula*, se han mostrado ser sensibles a los compuestos del ajo (Corrales & Reyes, 2014).

## **6.14 La estadística en la investigación agropecuaria**

### **6.14.1 Diseño de experimento**

El diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente, en donde se inducen cambios deliberados en las variables de entrada a un proceso o sistema, de manera que sea posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida (Champi, 2017).

### **6.14.2 Diseño completamente al azar**

Es el diseño experimental más sencillo, eficaz, que se ocasiona por la asignación aleatoria de los tratamientos a un número de unidades experimentales anticipadamente definido. Este diseño experimental al azar está basado en los principios de aleatorización y repetición, este diseño experimental se utiliza cuando no existe la necesidad del realizar control local, debido a las condiciones son homogéneas, la asignación de las unidades experimentales se distribuye en forma aleatoria completa sin ninguna restricción de las unidades experimentales (Champi, 2017).

### **6.14.3 Análisis de varianza (ANOVA)**

Es un método de prueba de igualdad de tres o más medias poblacionales, por medio del análisis de las varianzas muestrales. El análisis de varianza de un factor se utiliza con datos clasificados con base en un tratamiento o factor, que es una característica que nos permite distinguir entre sí a las distintas poblaciones (Triola, 2009).

El análisis de varianza considerado como una técnica estadística que ayuda a interpretar de la mejor manera posible el comportamiento de los resultados (datos), que es utilizado para analizar resultados de experimentos como el Diseño Completamente al Azar (DCA), en experimentos factoriales con diseño DCA y en el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) (Bustos, Rodríguez, & Cantor, 2008).

*Cuadro 8. Cuadro de ANOVA (análisis de varianza)*

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F. Calculada	F. Tablas
Entre los tratamientos	$T - 1$	$\frac{\sum(T1)^2 + (T2)^2 + (T3)^2}{r} - \frac{(GT)^2}{T \cdot r}$	$\frac{Sc_{Trat}}{gl_{trat}}$	$\frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$	$P(Fc > F. tab)$
Error (dentro de los tratamientos)	$T(r \cdot T)$	$SC_{Tot} - Sc_{Trat}$	$\frac{SC_{Tot} - Sc_{Trat}}{gl_{error}}$		
Total	$(T \cdot r) - 1$	$\sum \frac{c}{u} valores^2 - FC$			

Fuente (Bustos, Rodríguez, & Cantor, 2008).

### 6.14.3.1 Fuente de variación

Se refiere a la variable que determina los grupos del estudio, o sea, la variable independiente o predictora. El número de grupos definido por un factor se conoce como el número de niveles del factor, estos corresponden habitualmente a los tratamientos que se comparan.

El análisis de varianza de las medias de los grupos comprende la (varianza ENTRE) y la varianza dentro de cada grupo (varianza DENTRO) también llamada ERROR o RESIDUAL y un TOTAL (Dagnino, 2014).

#### **6.14.3.2 Grados de libertad**

Los grados de libertad son la cantidad de información suministrada por los datos para estimar los valores de parámetros de población desconocidos y calcular la variabilidad de esas estimaciones. Este valor se determina según el número de observaciones de la muestra y el número de parámetros del modelo. Los grados de libertad correspondientes son igual al número niveles del factor menos uno (k-1). (Triola, 2009).

#### **6.14.3.3. Suma de cuadrados**

También llamada suma de cuadrados del factor entre grupos o entre muestras es una medida de la variación entre las medias muestrales (Triola, 2009).

#### **6.14.3.4 Cuadrados de las medias**

Los cuadrados medios se utilizan para determinar si los factores (tratamientos) son significativos. Cuadrado medio del tratamiento que es un cuadrado medio del error (Triola, 2009).

#### **6.14.3.5 F calculada y F tablas**

En ANOVA utiliza la prueba F para determinar si la variabilidad entre las medias de los grupos es mayor que la variabilidad de las observaciones dentro de los grupos. Si el resultado del ANOVA arroja que es poco probable que la hipótesis nula sea verdadera, o sea, el valor de F calculado es suficientemente grande y se asocia a un valor de  $P > \alpha$  (u otro nivel  $\alpha$  elegido), entonces se acepta la hipótesis

alternativa: existen diferencias entre los grupos y si al contrario la F calculada es menor a un valor de  $P < 0.05$  (u otro nivel  $\alpha$  elegido), entonces la hipótesis nula se acepta mostrando que no hay diferencias entre los grupos (Dagnino, 2014).

## **6.15 Hipótesis**

Es un procedimiento estándar para probar una aseveración acerca de una propiedad de una población (Triola, 2009).

### **6.15.1 Hipótesis nula**

Denotada con  $H_0$  es la afirmación de que el valor de un parámetro poblacional (como una porción, media o desviación estándar) es igual a un valor establecido. (El término nula se usa para indicar ningún cambio, ningún efecto o ninguna diferencia) (Triola, 2009).

### **6.15.2 Hipótesis alternativa**

Denotada con  $H_1$  o  $H_a$  o  $H_A$  es la afirmación de que el parámetro tiene un valor que, de alguna manera, difiere de la hipótesis nula (Triola, 2009).

## **6.16 Comparación de medias**

La comparación de medias abarca la comparación de los valores de una variable continua según los valores de una variable (o factor) que se puede resumir en dos o más categorías.

Si la prueba F resulta significativa puede que todas o algunas de las medias sean diferentes. Para conocer entre qué medias hay diferencias se puede aplicar las pruebas de comparación de medias como la prueba de Tukey, la de Duncan o de Dunnett (Triola, 2009).

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### 7.1. Lugar experimental

EL experimento de la inclusión de ajo en agua del pavo doble pechuga de engorda se realizó en el área de aves de engorda en la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec de González que se encuentra en el área sur del Estado de México, ligeramente hacia el sudeste de Toluca, en las coordenadas geográficas 100°02' longitud oeste y 19°03' de latitud norte. A una altura de 1,740 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con Valle de Bravo y Amanalco de Becerra; al sur con Tejupilco, San Simón de Guerrero y Texcaltitlán; al este con Zinacantepec y Coatepec Harinas; al Oeste con Zacazonapan y Tejupilco. La distancia a la capital del estado es de 66 kilómetros y de 140km al Distrito Federal. Se tienen identificadas dos zonas climáticas: la templada subhúmeda, al norte y al este: la semiárida húmeda, al sur y al oeste: predominando el subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre los 18°C y 22°C. La precipitación pluvial anual va de los 800 a los 1,600 milímetros.

*Figura 6. Área avícola de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec*



Entre la flora del municipio podemos encontrar lo siguiente: el fresno, pino, oyamel, encino, cedro, ocote, trueno, sabino, guaje, tepeguaje, madroño, ceiba, colorín, jacaranda, capulín, arrayán, guayabo, mango, copal y cacahuate. Se localiza una gran variedad de animales, siendo los principales el gato montés, venado, jabalí, ardilla, cuinique, hurón, conejo, liebre, armadillo, tejón, tigrillo, murciélago, rata, tuza, zorrillo, cacomiztle, zorro; gavián, águila y zopilote. Entre los principales recursos con los que cuenta el municipio de Temascaltepec de González son los forestales ya que el 68% de su territorio es forestal, otro de los recursos son sus tierras aptas para la agricultura y ganadería, así como el agua.

*Figura 7. Macro localización del lugar experimental*



**Macro localización**

*Figura 8. Micro localización del lugar experimental*



**Micro localización**

## **7.2 Preparación de la instalación**

Se utilizó la nave del área de aves de engorde de la posta zootécnica, la cual mide 9 m de largo, 6 m de ancho y 3.5 m de alto.

Antes de la llegada de los pavos se lavó la instalación con agua y jabón, se instalaron lotes armados con varillas con medidas de 3/8, de las siguientes medidas 50 cm de largo, 100 cm de ancho y 70 cm de alto, y las partes laterales se cubrirán con malla hexagonal, para evitar el paso de los pavos de un lote a otro y proporcionar ventilación.

*Figura 9. Corrales de varilla 3/8 y cubiertas de malla hexagonal*



Se desinfectó 48 horas antes de la llegada de los pavos el interior y el exterior de la nave con creolina (13.33 ml/l), mediante aspersión, 24 horas después se desinfectó con cloro (50 ml/l).

*Figura 10. Lavado y desinfección de la nave de aves de engorda*





En cada lote se instalaron focos de luz fluorescente de 40 watts, comederos lineales de 30 cm con capacidad de 1200 g y un bebedero tipo cubeta con capacidad de 2 litros.

Se colocaron cortinas de plástico para regular la ventilación, que fueron fijadas en las partes bajas y regulables en la parte alta.

*Figura 11. Lote con instalación de focos, comederos y bebederos*



### **7.2.1 Cortinas**

Las cortinas fueron cerradas los primeros 4 días posteriormente se bajaban de manera gradual 25 cm por día, a partir del día siete del experimento se bajaron por completo a las 8:00 am y se subieron a las 8:00 pm.

*Figura 12. Cortinas*



### **7.3 Recepción de los pavos**

Se hidrato y vitamino vía oral a los pavos con Ru Vi Otic (0.6 g/l) al momento de su llegada, posteriormente se utilizó una báscula para pesar de forma individual los pavos, que fueron distribuidos de manera aleatoria en los lotes y se identificó a través de etiquetas de colores: azul, verde y rosa, durante el periodo experimental los pavos se pesaban cada 8 días a las 4:00 pm.

*Figura 13. Registro del peso inicial de los pavos*



#### **7.4 Distribución de los pavos**

Se utilizaron 42 pavos doble pechuga de 3 semanas de nacidos, los cuales fueron ubicados en los 42 lotes con una distribución de 3 tratamientos y 14 repeticiones (Cuadro 8).

*Cuadro 9. Distribución de los pavos en el experimento*

	Agua		
	T0	T1	T2
Ajo	*	0.5 %	1.0 %
R1	T0R1	T1R1	T2R1
R2	T0 R2	T1 R2	T2 R2
R3	T0 R3	T1 R3	T2 R3
R4	T0 R4	T1 R4	T2 R4
R5	T0 R5	T1 R5	T2 R5
R6	T0 R6	T1 R6	T2 R6

R7	T0 R7	T1 R7	T2 R7
R8	T0 R8	T1 R8	T2 R8
R9	T0 R9	T1 R9	T2 R9
R10	T0 R10	T1 R10	T2 R10
R11	T0 R11	T1 R11	T2 R11
R12	T0 R12	T1 R12	T2 R12
R13	T0 R13	T1 R13	T2 R13
R14	T0 R14	T1R14	T2R14
Total	14	14	14
		GT	42

## 7.5 Definición de tratamientos

Se utilizó un tratamiento testigo y dos tratamientos con inclusión de ajo en el agua, como se describe a continuación:

T0: Agua

T1: 0.5 % de inclusión de extracto de ajo pulverizado en agua

T2: 1.0 % de inclusión de extracto de ajo pulverizado en agua

Se identificó cada lote de acuerdo al tratamiento y repetición indicada con una etiqueta de color, así como el número del lote al que correspondió desde el número 1 al 42 como se muestra a continuación.

*Cuadro 10. Identificación de los tratamientos del experimento de acuerdo al tratamiento correspondiente*

	Agua		
	T0	T1	T2
Ajo	*	0.5 %	1.0 %
R1	C1:T0R1	C2:T1R1	C3:T2R1
R2	C4:T0 R2	C5:T1 R2	C6:T2 R2
R3	C7:T0 R3	C8:T1 R3	C9:T2R3

R4	C10:T0 R4	C11:T1 R4	C12:T2R4
R5	C13:T0 R5	C14:T1 R5	C15:T2R5
R6	C16:T0 R6	C17:T1 R6	C18:T2 R6
R7	C19:T0 R7	C20:T1 R7	C21:T2 R7
R8	C22:T0 R8	C23:T1 R8	C24:T2 R8
R9	C25:T0 R9	C26:T1 R9	C27:T2 R9
R10	C28:T0R10	C29:T1R10	C30:T2R10
R11	C31:T0R11	C32:T1R11	C33:T2R11
R12	C34T0R12	C35:T1R12	C36:T2R12
R13	C37:T0R13	C38:T1R13	C39:T2R13
R14	C40:T0R14	C41:T1R14	C42:T2R14

---

\*Porcentaje de inclusión de extracto de ajo en el agua

## 7.6 Alimentación

Se utilizó alimento comercial para cada una de las etapas.

Durante la recepción de los pavos no se ofreció alimento hasta después de dos horas, primero se calculó la cantidad de alimento que debería consumir el pavo más pesado y se agregó un 10 % del peso vivo, se pesó la cantidad de alimento calculada para asegurar que los pavos comieran *ad libitum*.

Este alimento se ofreció en dos frecuencias, a las 9:00 am y 6:00 pm, se recogió el rechazo de alimento en bolsas de plásticos identificadas con el número de lote, con los comederos limpios se suministraba la segunda frecuencia, posteriormente se pesaban las bolsas del alimento rechazado y se registraba en la bitácora.

Figura 14. Rechazos, pesos y suministro de alimento



Los pavos comieron alimento iniciador con un 27 % de PC, del día de recepción (3 semanas de nacidos) hasta el día 23, se realizó la transición en 3 días con las siguientes proporciones 75 %– 25 %, 50 % – 50 %, 25 % – 75 %, del día 27 al 55 consumieron alimento de crecimiento con 23 % de proteína cruda, del día 55 inicio la segunda transición en las siguientes proporciones 75 %– 25 %, 50 % – 50 %, 25 % – 75 %, a partir del día 55 los pavos comieron alimento de finalización con 17 % de proteína cruda hasta el día 82.

Figura 15. Alimentación de pavos



Cuadro 11. Análisis bromatológico de los alimentos de pavos UNIÓN Tepexpan

Etapa	Proteína cruda Mínimo %	Grasa cruda Mínimo %	Fibra cruda Mínimo %	Cenizas Máximo %	Humedad Máximo %	E.L.N Por diferencia %
Inicio	27.00	3.50	4.50	7.50	12.00	45.50
Crecimiento	23.00	4.50	5.00	7.00	12.00	48.50
Finalización	20.00	4.50	5.00	6.00	12.00	52.50

Fuente: (Productores Agropecuarios Tepexpan, S.A. de C.V, 2022)

## 7.7 Suministro de agua

Al momento de la llegada de los pavos se preparó agua con Ru Vi Otic (0.6 g/l) en un bote de 20 litros, para hidratarlos durante ese día, al segundo día se prepararon los botes de agua para el experimento, los cuales fueron los siguiente, T0 0.0 %, el bote de agua sin ajo, T1 0.5 % de ajo (bote con 20 litros de agua + 100 gramos de

extracto de ajo pulverizado) y el T2 1.0 % de ajo (bote de 20 litros de agua + 200 gramos de extracto de ajo pulverizado).

*Figura 16. Preparación del agua de cada tratamiento*



Para el consumo de agua se llenó la cantidad requerida a las 9:00 am y se recogió el rechazo al día siguiente a la misma hora, se tomó el registro para anotar en la bitácora de rechazo del agua.



*Figura 17. Rechazos, medición y suministro de agua*



## **7.8 Variables de respuestas**

### **7.8.1 Peso vivo inicial**

Se pesaron los pavos individualmente en una báscula con capacidad de 40 kg al momento de la recepción y asignación de cada tratamiento.

### **7.8.2 Peso vivo final**

Se pesaron los pavos de manera individual antes del sacrificio en una báscula con capacidad de 40 kg y de acuerdo al tratamiento se realizara el registro en la bitácora de registros.

### **7.8.3 Consumo total de alimento**

La cantidad de alimento consumido está asociado con la tasa de productividad en aves de tipo carne, el consumo máximo de alimento es uno de los factores más importantes para determinar la tasa de crecimiento y la eficiencia en la utilización de los nutrientes.

Se realizó el registro de alimento ofrecido en las dos frecuencias de cada lote, a las 6:00 pm se recogió el alimento rechazado de cada comedero, el cual fue pesado y registrado en la bitácora de rechazos de alimento.

El consumo diario de alimento se estimó mediante la siguiente formula.

$$C.D.A = ATO - AR$$

Donde

*C.D.A*: consumo diario de alimento.

*A.T.O*: alimento total ofrecido por día.

*A.R*: alimento rechazado por día.

#### **7.8.4 Ganancia total de peso**

Fisiológicamente el aumento de peso consiste en la acumulación de proteína, grasa y agua en el tiempo. La masa proteica del animal crece en proporción al peso del animal, aún en condiciones variables de alimentación.

Se pesaron los pavos al momento de entrar al experimento para registrar su peso, cada pavo fue identificado, después se pesaron los pavos cada 8 días en un a bascula con capacidad de 40 kg para lograr llevar un mejor control de pesos hasta llegar al día 82 y registrar su peso final.

El cálculo de ganancia total de peso se estimó mediante la siguiente formula.

$$GTP = PVF - PVI$$

Donde:

GTP: ganancia total de peso.

PVF: peso vivo final.

PVI: peso vivo inicial.

### **7.8.5 Ganancia diaria de peso**

Variable que se evaluó de acuerdo a la ganancia total de peso de los pavos al término del experimento, a través de la siguiente formula:

$$GDP = \frac{GTP}{DE}$$

Donde

*GDP*: ganancia diaria de peso.

*GTP*: ganancia total de peso.

*D.E*: días de engorda.

### **7.8.6 Cálculos de conversión alimenticia**

La Conversión Alimenticia (CA) juega un papel muy importante, considerando que es la relación entre cantidad de alimento consumido por el animal y la ganancia de peso durante lapso de tiempo.

Para calcular la conversión alimenticia se utilizó la siguiente formula.

$$C.A = \frac{CTA}{GP}$$

Donde.

*CA*: conversión alimenticia.

*CTA*: consumo total de alimento

*GP*: ganancia de peso.

### **7.8.7 Determinación de eficiencia alimenticia**

La eficiencia alimenticia es un indicador simple que determina la habilidad relativa de un pavo, en convertir los nutrientes que consume a carne. En términos generales, se define como los kilogramos de carne producida por kilogramo de alimento consumido.

La eficiencia alimenticia describe la relación entre el producto obtenido y alimento consumido total, es determinada principalmente por el nivel de consumo del animal. Se determinó por la siguiente formula.

$$E.A = \frac{GP}{CTA} X 100$$

Donde.

*E.A*: eficiencia alimenticia.

*G.P*: ganancia de peso

*C.T.A*: consumo total de alimento.

### **7.8.8 Cálculos de consumo de agua**

El agua tiene un papel fundamental en la digestión, en la asimilación y en la excreción, además de que sirve como lubricante de las articulaciones, de los músculos y de varios tejidos del cuerpo del animal.

$$C.D.A = ATO - AR$$

Donde

*C.D.A*: consumo diario de agua.

*A.T.O*: agua total ofrecido por día.

*A.R*: agua rechazada por día.

### **7.9 Estimación de parámetros post mortem**

Para estimar los parámetros post mortem se tomaran al azar 3 pavos por tratamiento, se les restringirá la comida 8 horas antes del sacrificio y se dejara solo con agua a libre acceso.

#### **7.9.1 Peso al sacrificio**

Se pesara cada pavo antes del sacrificio en una báscula con capacidad de 40 kg, se registrara los pesos de acuerdo a cada tratamiento correspondiente.

#### **7.9.2 Peso sin plumas y sangre**

Al momento del sacrificio a los pavos se desangraran por 5 minutos, posteriormente se desprenderán las plumas, se registrará el peso de cada pavo de acuerdo al tratamiento y repetición correspondiente.

#### **7.9.3 Peso canal caliente**

Se tomaran los pavos sacrificados sin sangre y plumas para eviscéralos, una vez que se eliminaran del cuerpo las vísceras y los órganos (corazón, hígado), se tomara el peso de cada una de las canales, se registraran en la bitácora de acuerdo al tratamiento y repetición correspondiente.

#### **7.9.4 Peso canal fría**

Los pavos eviscerados se llevaran a la cámara de refrigeración donde se enfriaran y escurrirán por 24 horas, pasando ese tiempo se pesaran y se realizara el registro del peso en la bitácora de acuerdo al tratamiento y repetición correspondiente.

### **7.10 Diseño experimental**

### 7.10.1 Análisis de varianza ANOVA completamente al azar

Para el análisis de los resultados que se obtuvieron del experimento de la inclusión de extracto de ajo (T0 0.0, T1 0.5, T2 1.0, %) en agua, se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y catorce repeticiones, cada repetición con 1 unidad experimental.

Anova I: Parámetros productivos y post mortem con la adición de extracto de ajo (T0 0.0, T1 0.5, T2 1.0 %) en agua.

### 7.10.2 Modelo estadístico ANOVA completamente al azar

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variables productivas (peso vivo inicial, peso vivo final, consumo total de alimento, ganancia total de peso, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, consumo de agua), variables post mortem (peso al sacrificio, peso sin plumas y sangre, peso canal caliente, peso canal fría).

$\mu$  – Es el parámetro de escala común a todos los tratamientos, llamado media global

$\tau_i$  – Es un parámetro que mide el efecto del tratamiento  $i$  (T0 0.0, T1 0.5, T2 1.0 %) de extracto de ajo en agua.

$\varepsilon_{ij}$  – Es el error atribuido a la medición  $y_{ij}$

## VIII. RESULTADOS

### 8.1 Resultados de parámetros productivos en tratamientos con extracto de ajo en el agua

*Cuadro 12. Resumen de resultados de variables productivas*

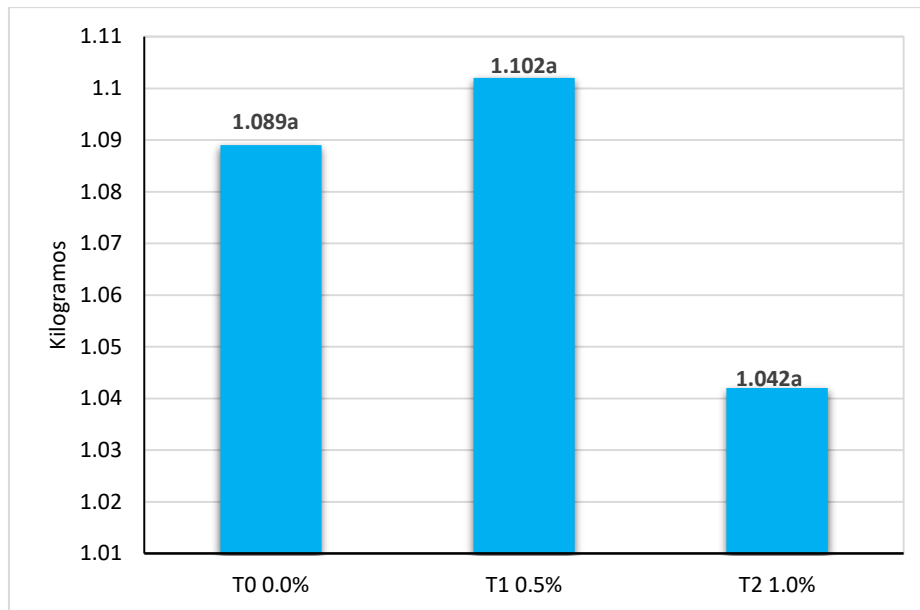
V	DOSIS			PROB	SEM
	T0 0.0	T1 0.5	T2 1.0		
PVI	1.089 <sub>a</sub>	1.102 <sub>a</sub>	1.042 <sub>a</sub>	0.472	0.133
PVF	11.177 <sub>b</sub>	14.567 <sub>a</sub>	11.573 <sub>b</sub>	0.0001	1.347
CTA	32.414 <sub>b</sub>	38.141 <sub>a</sub>	32.174 <sub>b</sub>	0.0001	2.923
GTP	10.088 <sub>b</sub>	13.465 <sub>a</sub>	10.530 <sub>b</sub>	0.0001	1.349
GDP	0.105 <sub>b</sub>	0.145 <sub>a</sub>	0.112 <sub>b</sub>	0.0001	0.016
CA	3.245 <sub>a</sub>	2.838 <sub>b</sub>	3.080 <sub>a</sub>	0.0006	0.254
EA	0.310 <sub>a</sub>	0.354 <sub>b</sub>	0.326 <sub>a</sub>	0.0005	0.026
CONA	73.041 <sub>b</sub>	85.774 <sub>a</sub>	70.106 <sub>b</sub>	0.0001	7.443

(a-b) Diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Tratamientos, (T0 0.0) tratamiento sin extracto de ajo; (T1 0.5) tratamiento 1 con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo pulverizado en agua; (T2 1.0) tratamiento 2 con inclusión de 1.0 % de extracto de ajo pulverizado en agua. Variables, (PVI) peso vivo inicial; (PVF) peso vivo final; (CTA) consumo total de alimento; (GTP) ganancia total de peso; (GDP) ganancia diaria de peso; (CA) conversión alimenticia; (EA) eficiencia alimenticia; (CONA) Consumo de agua; (PROB) probabilidad; (SEM) error estándar medio.

#### 8.1.1 Peso vivo inicial

El peso vivo inicial de los pavos doble pechuga del experimento fueron semejantes (Cuadro 14), debido a que se presentó una media general de 1.077 kg, por lo que estadísticamente las medias de los tratamientos no mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

Gráfica 2. Peso vivo inicial de los tratamientos con la inclusión de extracto de ajo en agua



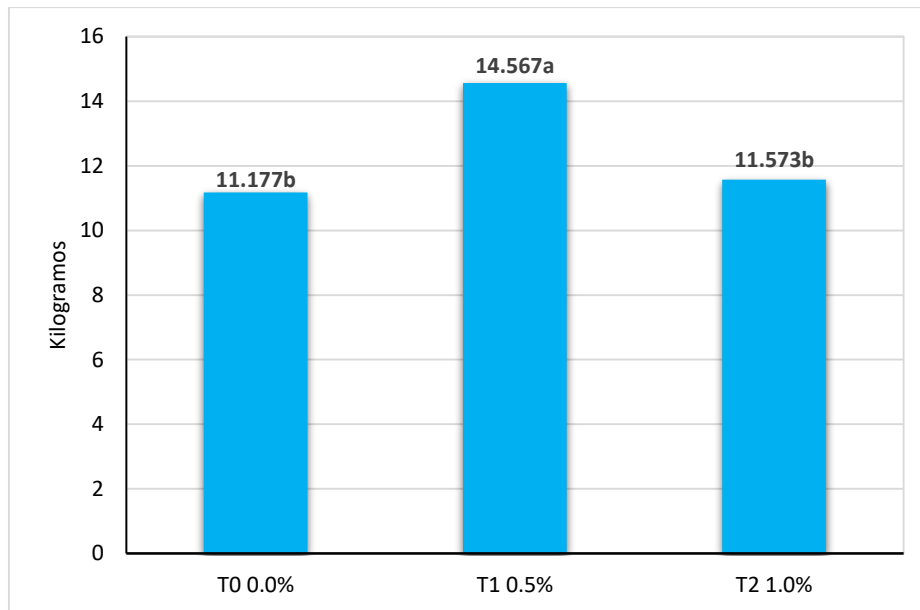
T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.2 Peso vivo final

Para la variable de peso vivo final de los pavos doble pechuga las medias de los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) donde el T1 0.5 % es el que resulto con un mayor PVF con 14.567<sub>a</sub> kg, comparado con el T0 0.0 % y el T2 1.0 % con valores de medias estadísticamente iguales (Cuadro 15).



Gráfica 3. Peso vivo final de los tratamientos con la inclusión de extracto de ajo en agua

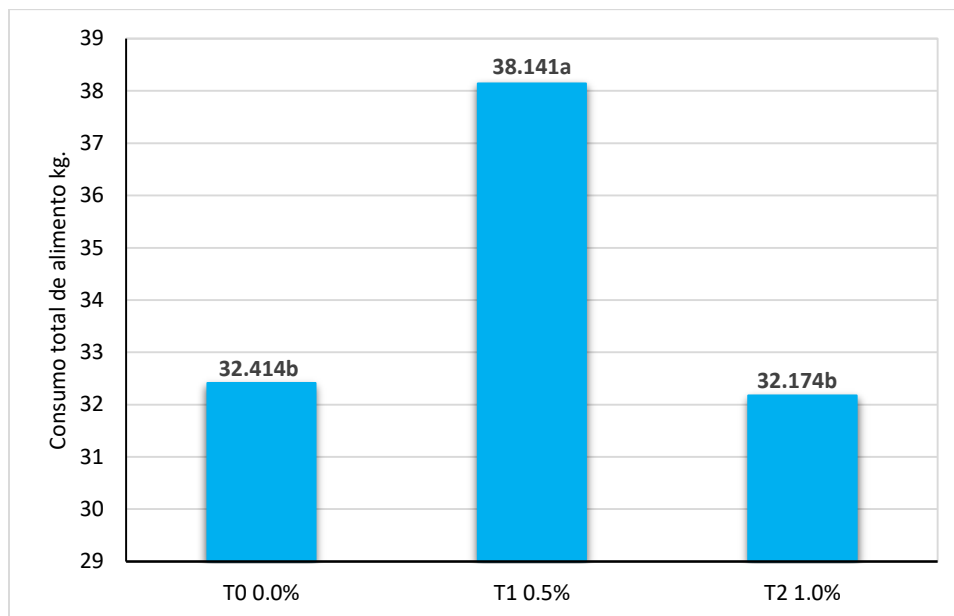


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.3 Consumo total de alimento

En el consumo total de alimento de los pavos mostro estadísticamente diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 16), con una media general de los tratamientos de 34.243 kg, donde el T1 0.5 % fue el tratamiento con mayor consumo total de alimento con 38.141<sub>a</sub> kg, seguido del T0 0.0 % con 32.414<sub>b</sub> kg y el T2 1.0 % con 32.174<sub>b</sub> kg de alimento consumido.

Gráfica 4. Consumo total de alimento de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

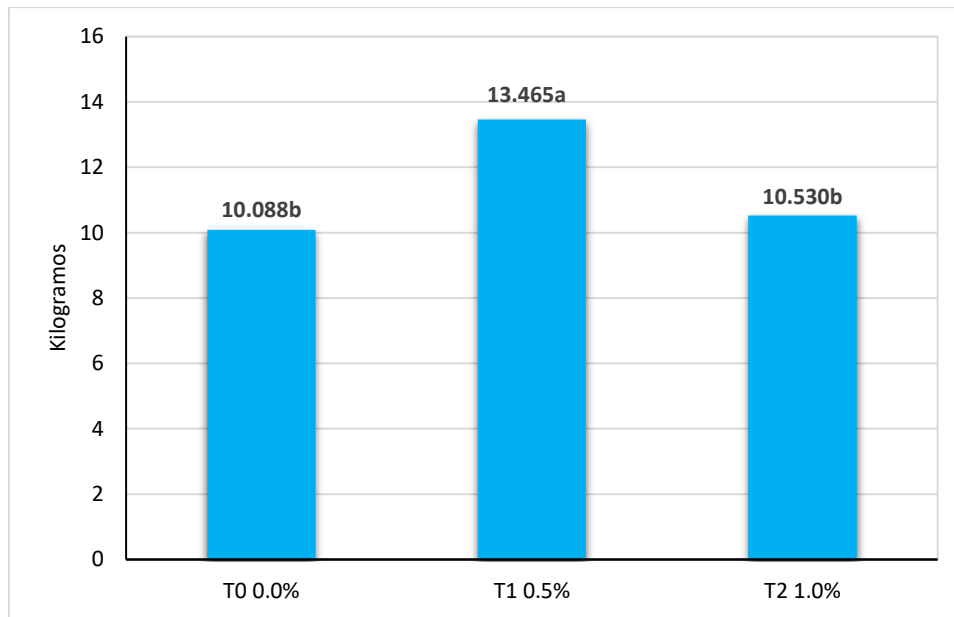


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

#### 8.1.4 Ganancia total de peso

De acuerdo a la estimación de la GTP las medias de los tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ), entre los cuales el T1 0.5 % presentó la mayor ganancia total de peso con 13.465<sub>a</sub> kg a seguida de T2 1.0 % con 10.530<sub>b</sub> kg y el T0 0.0 % con 10.088<sub>b</sub> kg respectivamente (Cuadro 17).

Gráfica 5. Ganancia total de peso de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

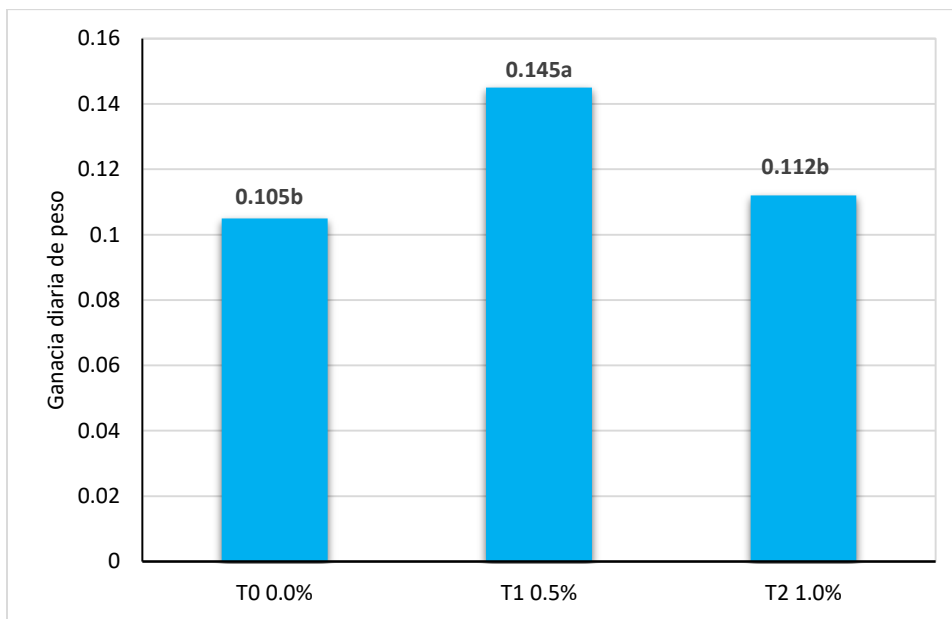


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.5 Ganancia diaria de peso

En la variable de ganancia diaria de peso de los pavos doble pechuga se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos (Cuadro 18), se muestra que el T1 0.5 % presentó una mayor GDP con 0.145<sub>a</sub> kg, seguidos de los T2 1.0 % y T0 0.0 % con medias estadísticamente iguales de 0.112<sub>b</sub> y 0.105<sub>b</sub> kg respectivamente.

Gráfica 6. Ganancia diaria de peso de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

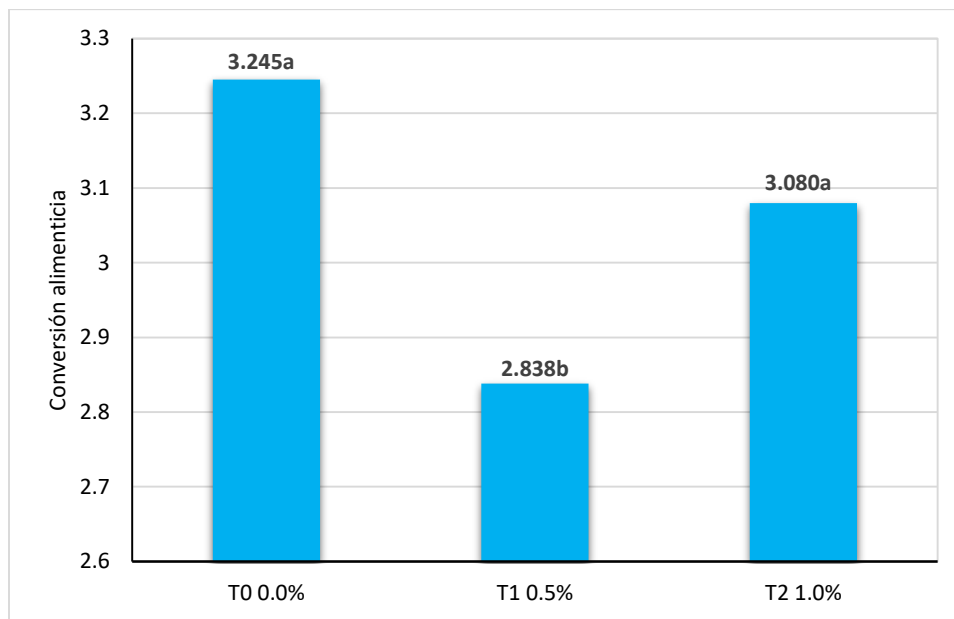


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.6 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia de los pavos doble pechuga presenta estadísticamente diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre las medias de los tratamientos (Cuadro 19), la mejor conversión alimenticia lo representa el T1 0.5 % con 2.838<sub>b</sub> kg, seguida del T2 1.0 % con 3.080<sub>b</sub> y el T0 0.0 % con 3.245<sub>a</sub> kg, estos tratamientos estadísticamente son iguales.

Gráfica 7. Conversión alimenticia de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

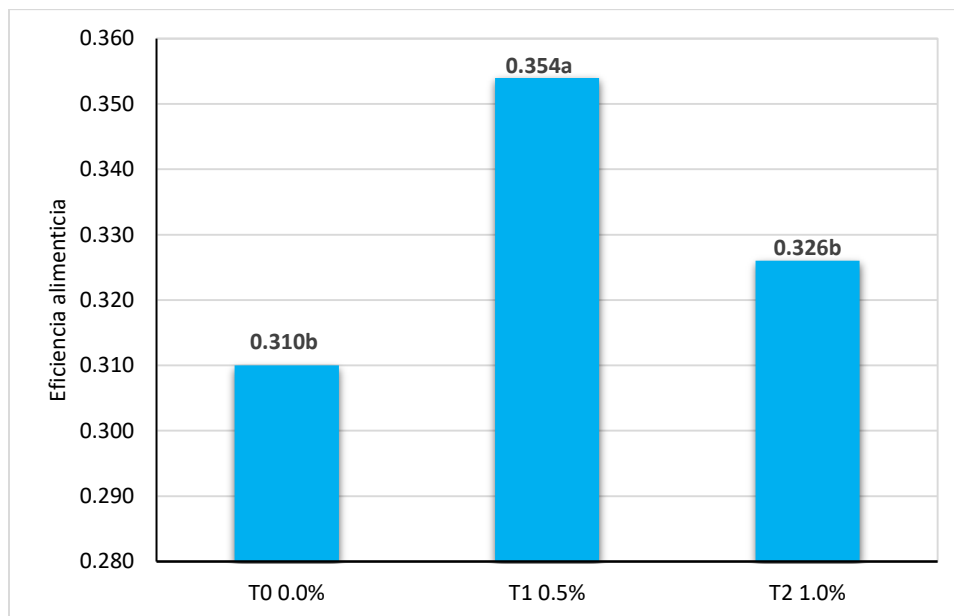


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.7 Eficiencia alimenticia

En esta variable se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ), obteniendo una mejor eficiencia alimenticia el T1 0.5 % con 0.354<sub>a</sub> kg, seguida del T2 1.0 % con 0.326<sub>b</sub> kg y el T0 0.0 % con 0.310<sub>b</sub> kg los cuales fueron estadísticamente iguales (Cuadro 20).

Gráfica 8. Eficiencia alimenticia de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

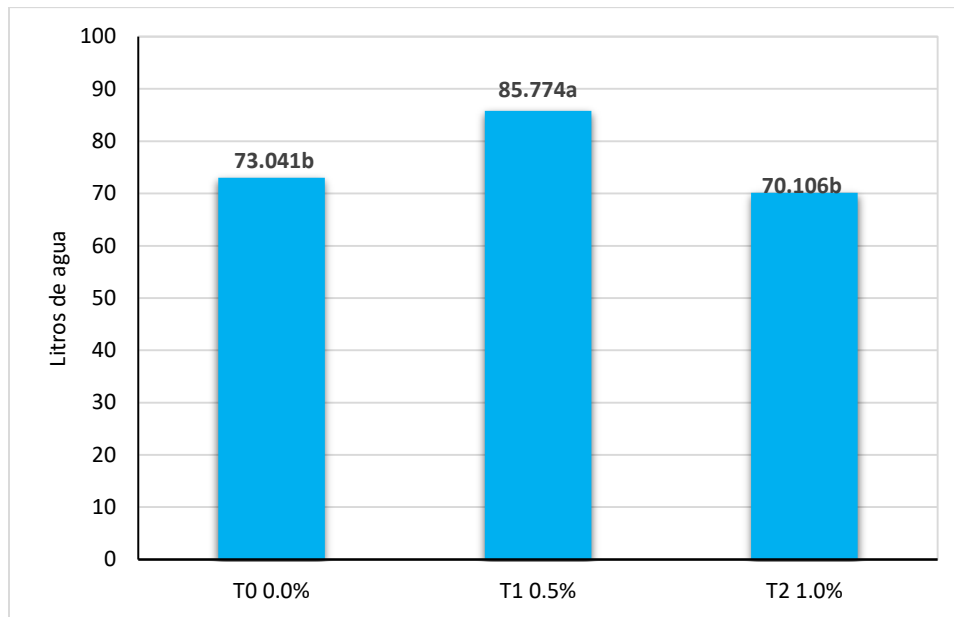


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.1.8 Consumo de agua

Para la variable consumo de agua en el experimento de los pavos doble pechuga se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 21), El T1 0.5 % presentó un mayor consumo con 85.774<sub>a</sub> L de agua, comparado con el T0 0.0 % y T2 1.0 % con 73.041<sub>b</sub> y 70.106<sub>b</sub> L de agua respectivamente, es decir que fueron menores las cantidades de litros de agua consumidos de estos tratamientos.

Gráfica 9. Consumo de agua de los pavos en los tratamientos con inclusión de extracto de ajo



(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

## 8.2 Resultados de variables post mortem en tratamientos con extracto de ajo en el agua

*Cuadro 13. Resumen de resultados de variables post mortem*

V	DOSIS			PROB	SEM
	T0 0.0	T1 0.5	T2 1.0		
PS	12.104 <sub>b</sub>	13.730 <sub>a</sub>	11.944 <sub>b</sub>	0.021	0.613
PPYS	10.935 <sub>b</sub>	12.544 <sub>a</sub>	10.977 <sub>b</sub>	0.015	0.530
PCC	9.959 <sub>b</sub>	11.422 <sub>a</sub>	9.982 <sub>b</sub>	0.017	0.495
PCF	9.817 <sub>b</sub>	11.290 <sub>a</sub>	9.925 <sub>ab</sub>	0.036	0.579

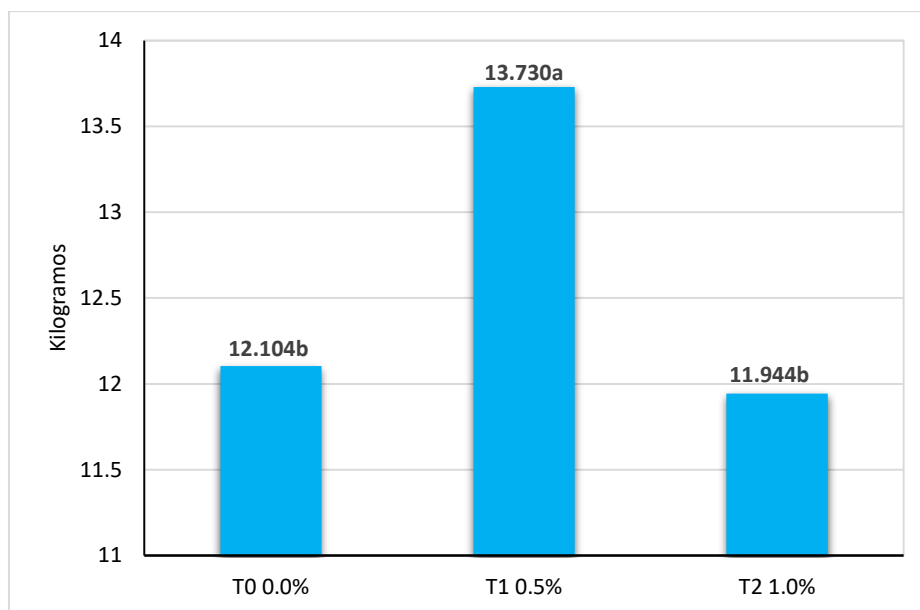
(a-b) Diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Tratamientos, (T0 0.0) tratamiento sin extracto de ajo; (T1 0.5) tratamiento 1 con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo pulverizado en agua; (T2 1.0) tratamiento 2 con inclusión de 1.0 % de extracto de ajo pulverizado en agua. Variables, (PS) peso al sacrificio; (PPYS) peso sin plumas y sangre; (PCC) peso canal caliente; (PCF) peso canal frío; (SEM) error estándar medio.

### 8.2.1 Peso al sacrificio

Para la variable del peso al sacrificio de los pavos doble pechuga las medias de los tratamientos presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) donde el T1 0.5 % fue el tratamiento con mayor peso al sacrificio con 13.730<sub>a</sub> kg, seguido del T0 0.0 % con 12.104<sub>b</sub> kg y el T2 1.0 % con 11.944<sub>b</sub> kg de peso (Cuadro 22).



Gráfica 10. Peso al sacrificio de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

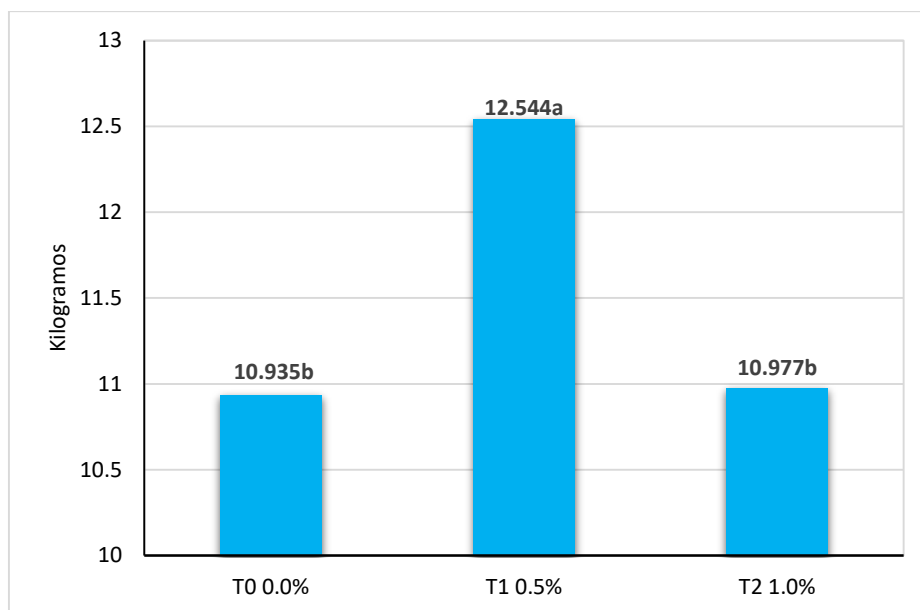


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.2.2 Peso sin plumas y sangre

En esta variable se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Cuadro 23), obteniendo un mejor peso sin plumas y sangre el T1 0.5 % con 12.544<sub>a</sub> kg, seguida del T2 1.0 % con 10.977<sub>b</sub> kg y el T0 0.0 % con 10.933<sub>b</sub> kg de peso.

Gráfica 11. Peso sin plumas y sangre de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

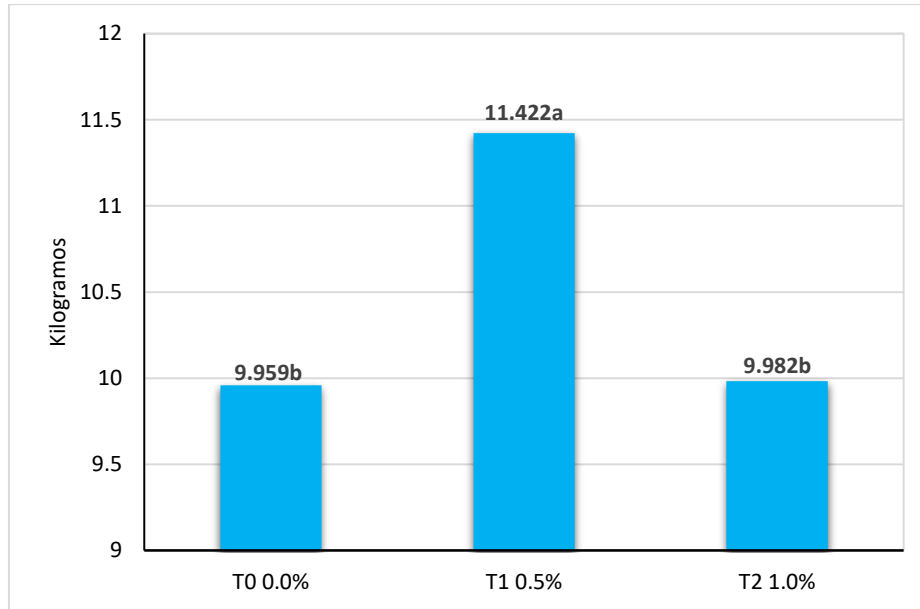


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

### 8.2.3 Peso canal caliente

En la variable peso canal caliente de los pavos doble pechuga se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos, se muestra que el T1 0.5 % presentó un mayor peso con 11.422<sub>a</sub> kg, seguidos de los T2 1.0 y T0 0.0 % y con medias estadísticamente iguales de 9.982<sub>b</sub> y 9.959<sub>b</sub> kg respectivamente (Cuadro 24).

Gráfica 12. Peso canal caliente de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua

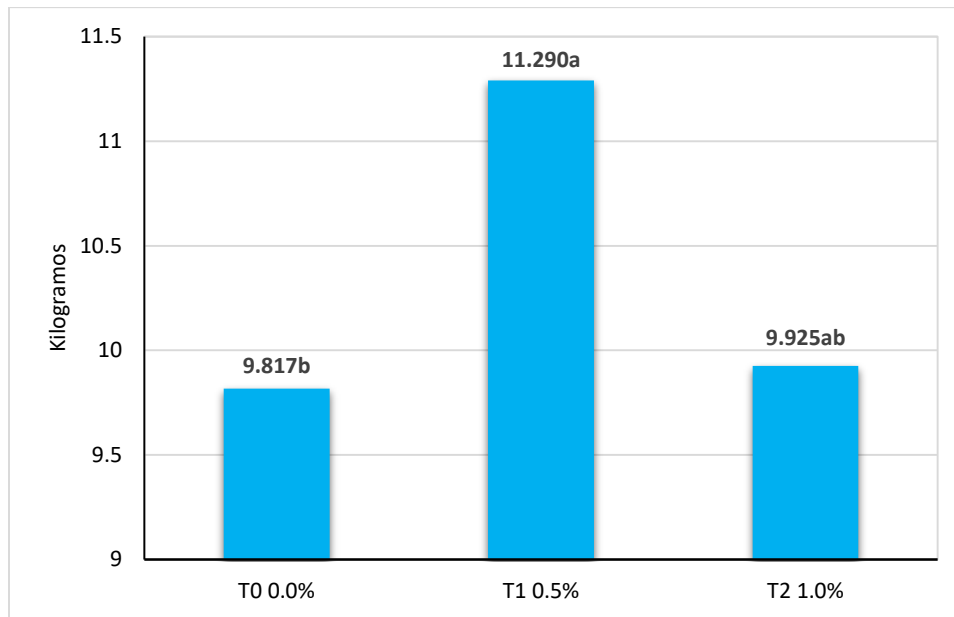


(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

#### 8.2.4 Peso canal frío

En la variable peso canal frío de los pavos doble pechuga del experimento se obtuvo diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre las medias de los tratamientos (Cuadro 25), se muestra que el T1 0.5 % presentó un mayor peso con 11.290<sub>a</sub> kg, a diferencia del T0 0.0 % con 9.817<sub>b</sub> y el T2 1.0 % con 9.925<sub>ab</sub> kg que es semejante al T0 0.0 % y T1 0.5 % respectivamente.

Gráfica 13. Peso canal frío de los pavos de los tratamientos con inclusión de extracto de ajo en agua



(a-b) diferentes letras en las filas indican diferencias significativas ( $P < 0.05$ ); T0 tratamiento testigo, T1 tratamiento con inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en el agua, T2 tratamiento con inclusión del 1.0 % de extracto de ajo en el agua.

## IX. DISCUSIÓN

Melo, López, & Sandra (2020) mencionan en su investigación de diseño experimentales que la aleatorización permite a cada unidad experimental tener iguales condiciones para recibir cualquier tratamiento, así como para evitar sesgos en la estimación del error experimental y los efectos de tratamiento.

Pazmiño (2015) en su experimento de evaluación de dos sistemas de crianza para mejorar los parámetros productivos en pavos blancos (*Meleagris Pavipollo*) reporta un alto peso vivo final de 18.5 kg bajo el sistema de crianza de confinamiento, mientras que en el presente experimento en el T1 0.5 % de extracto de ajo en agua se reporta un peso vivo final de 14.567 kg, por otro lado (Meléndez, 2014) en su experimento alcanzo un peso vivo final de 13.2 k de los pavos.

Para la variable ganancia total de peso en el presente experimento se obtuvo el valor de 13.465 kg en el T1 0.05%, mientras que (Meléndez, 2014) reporto un valor de 11.74 kg de ganancia total en los pavos.

García, *et al.*,(2020) obtuvo la mejor conversión alimenticia en el experimento de parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites con 2.362 kg, mientras que (Pérez N. S., 2018) en la comparación de dos diferentes dietas en pavos nicholas 700 sobre sus parámetros productivos, rendimiento de canal, alometría del tracto gastrointestinal e integridad de las vellosidades intestinales obtuvo en la conversión alimenticia un valor de 2.492 kg y el presente experimento se obtuvo un valor de de 2.838 kg en el T1 0.5 % con el suministro de extracto de ajo en el agua de los pavos doble pechuga.

## X. CONCLUSIÓN

Se concluye que la inclusión de diferentes dosis de extracto de ajo (*Allium sativum*) en agua mejora los parámetros productivos y post mortem, mostrando en los resultados que la inclusión del 0.5 % de extracto de ajo en agua favorece las variables productivas y post mortem del pavo doble pechuga bajo un sistema intensivo.

El uso de extracto de ajo puede ser utilizado en dosis bajas 0.5 % en agua en la avicultura como promotor de crecimiento en pavos doble pechuga para la mejora de parámetros productivos.

El ajo (*Allium sativum*), es una de las alternativas natural a los promotores de crecimiento debido a la variedad de características nutricionales y medicinales ya que mejorara los parámetros productivos en los animales.

## XI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Álvarez, C. D. (2020). Efecto de la suplementación de *Allium sativum* en la población de agentes patógenos intestinales y parámetros productivos en pollos de engorde. *Tesis de licenciatura*. Universidad de la Salle, Bogotá. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2003&context=zootecnia>
- Alvaro, C., Mendoza, C. F., & Pachón, E. M. (2009). Uso de extracto vegetales en el manejo integral de plagas, enfermedades y arvences. *Temas agrarios*, 14(1), 5-16. Obtenido de <https://doi.org/10.21897/rta.v14i1.1205>
- Amaguña, R. J., & Churuchumbi, R. E. (2018). Estandarización fitoquímica del extracto de caléndula( *Calendula officinalis*). *Tesis de licenciatura*. Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16149/1/UPS-QT13324.pdf>
- Ardoino, S., Toso, R., Toribio, M., Álvarez, H., Mariani, E., Cachau, P., . . . D.S, O. (2017). Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), 50\_66. doi:<http://dx.doi.org/10.19137/cienvet-20171914>
- Astaíza, M. J., Benavides, M. C., López, C. M., & Portilla, O. J. (2014). Diagnóstico de los principales antibióticos recomendados para pollo de engorde (broiler) por los centros agropecuarios de municipio de Pasto, Nariño, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria*, 4(27), 99-110. doi:<https://doi.org/10.19052/mv.3027>
- Ayala, L. M. (2020). Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada en pollo de engorda. *Tesis de maestría*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán. Obtenido de [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMI/CH/1919/IIAF-M-2020-0400.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMI/CH/1919/IIAF-M-2020-0400.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Bertrand, B., Collaert, J. P., & Petiot, E. (2008). *Plantas para curar plantas: para tratar sin química los problemas del huerto y el jardín (Guías para la Fertilidad de la Tierra)* (2da ed.). Palo Alto: La fertilidad de la tierra.
- Botía, Wilber, C. H., & Hortúa, L. L. (2012). Extractos de ajo como alternativa a los promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Conexión Agropecuaria JDC*, 2(2), 35-43. Obtenido de <https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/download/334/355>
- Briones, L. S., & López, C. R. (2018). Efecto del extracto acusos de ajo (*Allium sativum* L) sobre parametros productivos en la cria de pollos cobb 500. *Tesis de licenciatura*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/854/1/T-MV131.pdf>
- Bustos, A. B., Rodríguez, D. C., & Cantor, F. P. (2008). ANDEVA para diseño completamente al azar (DCA). *Universidad Militar "Nueva Granada"*, 4(1), 143-148. Obtenido de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/download/2240/1947>
- Cantaro, H., Sánchez, J., & Sepúlveda, P. (2008). *Cría y engorde de pavos*. Alto Valle: INTA.
- Carrión, J. A., & García, G. C. (2010). Preparación de extractos vegetales: determinación de eficiencia de metódica [Tesis de licenciatura, Universidad de Cuenca]. *Tesis de licenciatura*. Univerdidad de cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2483>
- CEDRSSA. (2019). *Reporte La importancia de la industria avícola en México*. Ciudad de México: Palacio legislativo de San Lázaro. Obtenido de Centro de Estudios: [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria\\_Avicola\\_M%C3%A9xico.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf)
- Champi, B. C. (2017). Diseño Vompletamente al Azar. *Tesis de licenciatura*. Universiad José Carlos Mariátegui, Perú. Obtenido de [http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/305/Cesar\\_TrabajoDeSuficienciaProfesional\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/305/Cesar_TrabajoDeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- Cordero, S. R. (2012). *Pavos*. PROMADE. Obtenido de <https://repositorio.uned.ac.cr/bitstream/handle/120809/531/Modulo%20pavos%20resumido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corrales, R. I., & Reyes, P. J. (2014). Actividad antimicrobiana y antifúngica de *Allium Sativum* en Estomatología. (254), 59-68. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/308201470\\_Actividad\\_antimicrobiana\\_y\\_antifungica\\_de\\_Allium\\_Sativum\\_en\\_Estomatologia](https://www.researchgate.net/publication/308201470_Actividad_antimicrobiana_y_antifungica_de_Allium_Sativum_en_Estomatologia)
- Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena de Anestesia*(43), 306-310. Obtenido de <https://revistachilenadeanestesia.cl/Pil/revchilanestv43n04.07.pdf>
- Dolores, C. M., & José, M. R. (2002). Los antibióticos promotores de crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-6. Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_promotores\\_crecimiento/01-aditivos\\_antibioticos\\_promotores.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.pdf)
- Eastman, R. S., Moncalvo, M. J., & Van, W. O. (2018). Anatomía del aparato digestivo del pavo real (*Pavo cristatus*). *Tesis de licenciatura*. Universidad de la República, Uruguay. Obtenido de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25113/1/FV-33504.pdf>
- FDA, F. d. (1997). *Producción de pavos*. Santo Domingo.
- Flor, H. I., & Parra, M. J. (2017). *Estandarización fitoquímica de extractos hidroalcohólicos de Ishpingo, Ocotea quixos (Lam.) Koste [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesina]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14166>
- Fonnegra, R. G., & Jiménez, S. L. (2007). *Plantas medicinales aprobadas en Colombia*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- García, K. S., Jerez, M. P., Dávila, V. M., Luis, D. L., & Camacho, M. A. (2020). Parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. *Red Mexicana CONBIAND*, 165-188. Obtenido de [https://www.academia.edu/53299995/Garc%C3%ADa\\_Melo\\_et\\_al\\_2020\\_P](https://www.academia.edu/53299995/Garc%C3%ADa_Melo_et_al_2020_P)

ar%C3%A1metros\_productivos\_en\_guajolotes\_Meleagris\_gallopavo\_con\_dietas\_a\_base\_de\_quelites

- Garzon, V. J. (2018). *Uso del ajo y/o sus componentes activos como agente antimicrobiano en la industria de alimentos*. Universidad abierta y a la distancia UNAD.
- Giral, N. L. (2011). *OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE EXTRACTOS NATURALES*. Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria. Obtenido de <http://www.anfaco.es/fotos/biblioteca/docs/congresos/transferencia2011.pdf>
- Gómez, R. S., Cortés, A. C., López, C. C., & Ávila, G. E. (2011). Evaluación de tres programas de alimentación para pollos de engorda con base en dietas sorgo-soya con distintos porcentajes de proteína. *Veterinaria México*, 42(4), 299-309. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/423/42321608005.pdf>
- González, M. M., Guerra, I. G., Maza, H. J., & Cruz, D. A. (2014). Revisión bibliográfica sobre el uso terapéutico del ajo. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 6(1), 61-71.
- González, V. A., Ponce, F. L., Alcivar, C. J., Valverde, L. Y., & Gabriel, O. J. (2020). Suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500. *Scielo*, 7(1), 3-7. doi:<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2020.070100003>
- Guerra, C. A. (2005). Obtención, caracterización y evaluación de las propiedades físico-químicas de los extractos fluidos, blandos y secos así como la tinturas del rizoma y de la fronda de calahuala (*Phlebodium pseudoaureum*) a nivel de laboratorio. *Tesis de licenciatura*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0951\\_Q.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0951_Q.pdf)
- Herrera, J. M., Huberman, Y., & Felipe, A. (2018). Evaluación de la protección conferida por *Lactobacillus reuteri* como probiótico en pollos mediante histomorfometría intestinal. *Tesis de licenciatura*. Facultad de Ciencias Veterinarias, Tandil. Obtenido de <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1687/Herrera%2C%20Juan%20Manuel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hoffmann, G., & Vólker, H. (1969). *Anatomía y fisiología de las aves domesticas*. España: Acribia .
- Idrogo, S. L., & Vellejo, C. J. (2019). Evaluación de la concentración de alicina presente en *Allium sativum*, ajo para la formulación y elaboración de una crema antimicótica. *Tesis de licenciatura*. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Obtenido de <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1067/FYB-027-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kessel, M. (1971). *Producción comercial de pavos Broiler*. España: Acribia.
- Lázaro, R., & Mateos, G. G. (2002). Nutrición y alimentación de pavos de engorde. *XVIII CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA*.
- López, G. S., Jerez, S. M., García, L. J., Jiménez, G. M., Ávila, S. N., Sánchez, B. E., . . . Camacho, E. M. (2016). Uso de extractos de árboles para controlar exoparásitos de guajolote (*Meleagris gallopavo*). *Acta Universitaria*, 15-23. doi:10.15174/au.2016.1010
- Mayo, T. R. (2018). Aves de traspatio y extractos vegetales contra patógenos avícolas, una contribución a la seguridad alimentaria. *Tesis de licenciatura*. Universidad Autónoma de Guerrero, Iguala, Guerrero. Obtenido de <http://mcagropecuarias.uagro.mx/inicio/images/tesis/Tesis-Rosa.pdf>
- Meléndez, L. F. (2014). Comparación de la ganancia de peso en pavipollos alimentados con una dieta comercial y dos dietas suplementadas con un 4 y 6% de lombriz roja de California (*Eisenia foetida*). *Tesis de licenciatura*. Universidad Autónoma del Estado de México, Centro Universitario UAEM Amecameca, Amecameca.
- Melo, O., López, L., & Sandra, M. (2020). *Diseño de experimentos*. Colombia: Facultad de Ciencias. Obtenido de [http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad\\_de\\_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas\\_Libros/Estadistica/Diseno\\_de\\_Experimentos/DisenodeExperimentos.pdf](http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Imagenes/Portadas_Libros/Estadistica/Diseno_de_Experimentos/DisenodeExperimentos.pdf)
- Pazmiño, J. C. (2015). Evaluación de dos sistemas de crianza para mejorar los parámetros productivos en pavos blancos (*Meleagris pavipollo*). *Tesis de*

- licenciatura*. Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias, Cevallo, Ecuador.
- Peña, D. A., Arroyo, B. Á., Gómez, P. A., & Tapia, I. R. (2004). *Bioquímica*. México: Limusa.
- Pérez, N. S. (2018). Comparación de dos diferentes dietas en pavos nicholas 700 sobre sus parametros productivos, rendimiento de canal, alometría del tracto gastrointestinal e integridad de las vellosidades intestinales. *Tesis de licenciatura*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Obtenido de [https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB\\_UNAM/TES01000770067](https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000770067)
- Pérez, T. F. (2007). Manual de plantas medicinales más comunes del occidente de Nicaragua. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN-León.
- Ramirez, H. R., Castro, L. N., & Martínez, E. S. (2016). Efectos Terapéuticos del Ajo (*Allium Sativum*). *Salud y Administración*, 3(8), 39-47.
- Regalado, V. A., & Sánchez, P. L. (2015). Plantas cubanas con efecto antiinflamatorio. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(1), 156-164.
- Rivas, D. V. (2011). Cría, Manejo y Explotación del Guajolote. *Tesis de licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista Saltillo Coahuila México.
- Ronald, S. R., & Correa, J. S. (2007). La importancia de la cria de pavos (Meleagriticultura en Yucatán. *Bioagrocencias*, 13(1), 1-8.
- SIAP. (2022). Obtenido de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- Torres, C. J. (2014). Evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de Luma chequen (molina) a, gray arrayan, frente a patogenos aislados de hemocultivos del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen. *Tesis de licenciatura*. Universidad Nacional de San Marcos. Obtenido de [https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3605/Torres\\_cj.pdf?sequence=1](https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/3605/Torres_cj.pdf?sequence=1)
- Triola, M. F. (2009). *Estadística* (Décima edición ed.). México: Pearson.

- UNA. (2022). Obtenido de Unión de avicultores: Producción de pavo en Mexico sube 10% en 2019: <https://una.org.mx/produccion-de-pavo/>
- Valarezo, M. J. (2015). Evaluación productiva y económica del engorde de pavos de la estirpe nicholas 700. *Tesis de licenciatura*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Vázquez, G. G. (2010). Indicadores zootecnicos en un programa de pollos de engorde(broilers) con la aplicaion de diferentes dosis de concentrados de ajo (*Allium sativum*) a la dieta alimenticia. *Tesis de licenciatura*. Universidad Estatal del Sur de Manabi, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/454/1/EQU-AGROP-2010-03.pdf>
- Vázquez, J. A. (2011). Efecto de la adición de una combinación de medicina natural(oregano, cebollas, ajo, cilantro, epazote, manzanilla) vs. promotores de crecimiento sobre los parametros productivos de pollos de engorda. *Tesis de licenciatura*. Universidad Veracruzana, Veracruz. Obtenido de <https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Ascencion-2011.-Medicina-natural-en-aves.pdf>
- Vázquez, M. E. (Junio de 2018). *Fases de Alimentación en Pollos de Engorda*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45221/V%C3%A1zquez%20Mendoza%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez, R. E. (2015). Actividades biológicas de extractos de plantas y de sus combinaciones. *Tesis Doctoral*. Univerdidad Autónoma de Madrid. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10261/152164>
- Verde, M. J., García, S. G., & Rivas, C. M. (2016). Metodología científica para el estudio de plantas medicinales. En C. Rivas-Morales, M. A. Oranday-Cárdenas, & M. J. Verde-Star, *Investigación en plantas de importancia médica* (págs. 6-7). España: OmniaScience. doi:<http://dx.doi.org/10.3926/oms.335>
- Zambrano, P. N. (2021). Morfometría en órganos accesorios del TGI en pollos de engorde alimentados con torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). *Tesis de*

*licenciatura*. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Ecuador.  
Obtenido de  
<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2931/1/TESIS%20FINAL%2030-03-2021.pdf>

Zapata, J. P. (2002). *Patentabilidad de los extractos vegetales*. Los Lunes del Centro de Patentes. Obtenido de  
[http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/doc\\_dilluns\\_CP/pardo\\_patentesextra ctosplantas.pdf](http://www.ub.edu/centrepatents/pdf/doc_dilluns_CP/pardo_patentesextra ctosplantas.pdf)

## XII. ANEXOS

### 12.1 Cuadros ANOVA variables productivas

*Cuadro 14. Peso vivo inicial (PVI)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	0.02723333	0.01361667	0.76	0.4726
Error	39	0.69501429	0.01782088		
Total correcto	41	0.72224762			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PVI Media
0.037706	12.38247	0.133495	1.078095

Prueba de comparación de medias Tukey para PVI

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	1.10214	14	BTrat1
A	1.08929	14	ATrat0
A	1.04286	14	CTrat2

Cuadro 15. Peso vivo final (PVF)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	96.2259476	48.1129738	26.50	<.0001
Error	39	70.8100429	1.8156421		
Total correcto	41	167.0359905			

R-cuadrado    Coef Var    Raiz MSE    PVF Media  
0.576079    10.83207    1.347458    12.43952

Prueba del rango estudentizado de Tukey para PVF

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	14.5679	14	BTrat1
B	11.5736	14	ATrat0
B	11.1771	14	CTrat2



Cuadro 16. Consumo total de alimento (CTA)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	319.5378619	159.7689310	18.69	<.0001
Error	39	333.3496357	8.5474266		
Total correcto	41	652.8874976			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CTA Media
0.489423	8.537774	2.923598	34.24310

Prueba del rango estudentizado de Tukey para CTA

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	38.141	14	BTrat1
B	32.414	14	ATrat0
B	32.174	14	CTrat2

*Cuadro 17. Ganancia total de peso (GTP)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	94.3357762	47.1678881	25.91	<.0001
Error	39	71.0038071	1.8206104		
Total correcto	41	165.3395833			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	GTP Media
0.570558	11.87590	1.349300	11.36167

Prueba del rango estudentizado de Tukey para GTP

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	13.4657	14	BTrat1
B	10.5307	14	CTrat2
B	10.0886	14	ATrat0

*Cuadro 18. Ganancia diaria de peso (GDP)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	0.01274286	0.00637143	24.43	<.0001
Error	39	0.01017143	0.00026081		
Total correcto	41	0.02291429			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	GDP Media
0.556110	13.29958	0.016149	0.121429

Prueba del rango estudentizado de Tukey para GDP

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	0.145714	14	BTrat1
B	0.112857	14	CTrat2
B	0.105714	14	ATrat0

*Cuadro 19. Conversión alimenticia (CA)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	1.17043333	0.58521667	9.05	0.0006
Error	39	2.52161429	0.06465678		
Total correcto	41	3.69204762			

R-cuadrado    Coef Var    Raiz MSE    CA Media  
0.317015    8.323954    0.254277    3.054762

Prueba del rango estudentizado de Tukey para CA  
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	3.24500	14	ATrat0
A	3.08071	14	CTrat2
B	2.83857	14	BTrat1

Cuadro 20. Eficiencia alimenticia (EA)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	0.01363333	0.00681667	9.38	0.0005
Error	39	0.02835714	0.00072711		
Total correcto	41	0.04199048			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	EA Media
0.324677	8.159410	0.026965	0.330476

Prueba del rango estudentizado de Tukey para EA

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	0.35429	14	BTrat1
B	0.32643	14	CTrat2
B	0.31071	14	ATrat0

Cuadro 21. Consumo de agua (CONA)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	1942.367576	971.183788	17.53	<.0001
Error	39	2160.929236	55.408442		
Total correcto	41	4103.296812			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	CONA Media
0.473368	9.754869	7.443685	76.30738

Prueba del rango estudentizado de Tukey para CONA

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	85.774	14	BTrat1
B	73.041	14	ATrat0
B	70.106	14	CTrat2

## 12.2 Cuadros ANOVA variables post mortem

*Cuadro 22. Peso al sacrificio (PS)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	5.85927200	2.92963600	7.78	0.0215
Error	6	2.25803200	0.37633867		
Total correcto	8	8.11730400			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PS Media
0.721825	4.871601	0.613464	12.59267

Prueba de comparación de medias Tukey para Peso al sacrificio  
Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	13.7300	3	TREAT1
B	12.1040	3	TREAT0
B	11.9440	3	TREAT2

Cuadro 23. Peso sin plumas y sangre (PPYS)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	5.04401689	2.52200844	8.95	0.0158
Error	6	1.69094933	0.28182489		
Total correcto	8	6.73496622			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PPYS Media
0.748930	4.622082	0.530872	11.48556

Prueba del rango estudentizado de Tukey para PPYS

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	12.5440	3	TREAT1
B	10.9773	3	TREAT2
B	10.9353	3	TREAT0



*Cuadro 24. Peso canal caliente (PCC)*

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	4.21737867	2.10868933	8.59	0.0174
Error	6	1.47341333	0.24556889		
Total correcto	8	5.69079200			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PCC Media
0.741088	4.739980	0.495549	10.45467

Prueba del rango estudentizado de Tukey para PCC

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	11.4227	3	TREAT1
B	9.9820	3	TREAT2
B	9.9593	3	TREAT0

Cuadro 25. Peso canal frío (PCF)

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	de Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	2	4.04378022	2.02189011	6.02	0.0368
Error	6	2.01430867	0.33571811		
Total correcto	8	6.05808889			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PCF Media
0.667501	5.601369	0.579412	10.34411

Prueba del rango estudentizado de Tukey para PCF

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	TREAT
A	11.2900	3	TREAT1
AB	9.9253	3	TREAT2
B	9.8170	3	TREAT0

## 12.3 Galería fotográfica del experimento

### 12.3.1 Variables respuesta productiva







12.3.2 Variables post mortem



