



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MEXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

**EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA PRODUCTIVA, CALIDAD DE LA CANAL Y
CARNE EN POLLOS DE ENGORDE SUPLEMENTADOS CON EXTRACTO DE
MEZQUITE (*Prosopis leavigata*) EN EL AGUA DE BEBIDA**

TESIS

PRESENTA

MARIA GUADALUPE OROZCO PUEBLA

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

DIRECTOR DE TESIS

DR. JAIME MONDRAGÓN ANCELMO

ASESOR DE TESIS

DR. ROLANDO ROJO RUBIO

TEMASCALTEPEC DE GONZÁLES, MEXICO, JUNIO 2021

RESUMEN

En el municipio de Tejupilco estado de México, se realizó una investigación en donde se evaluó el efecto de un extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) sobre el comportamiento productivo, calidad de la canal y carne de pollos de engorde. En esta investigación se emplearon 84 pollos de engorde de la línea Cobb 500 de 15 días de edad, se utilizó un diseño de bloques al azar con siete repeticiones por tratamiento y cuatro sujetos experimentales por replica. Los tratamientos fueron: T1: Tratamiento Control Alimento comercial + Agua sin la adición de extracto; T2: Alimento comercial + 0.5 mg/L; T3: Alimento comercial + 10 mg/L. El extracto fue suministrado en el agua de bebida. Los pollos se alojaron en un galpón con todas las condiciones necesarias para su manejo, se evaluaron las variables como, respuesta productiva; peso vivo inicial (PVI), consumo total de alimento (CTA), consumo diario de alimento (CDA), consumo de materia seca (CMS), ganancia total de peso (GTP), peso vivo final (PVF), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA), menudencias; (peso patas, peso cabeza, peso riñón, peso hígado, peso corazón, peso grasa abdominal), características de la canal y cortes primarios; (peso de la canal caliente (PCC), peso de la canal fría (PCF), rendimiento comercial (RC), peso pechuga, peso piernas, peso alas, peso rabadilla, peso huacal y peso del pescuezo), y la calidad de la carne; (pH y color $M. L^* a^* b^*$). Los datos fueron analizados con un análisis de varianza (ANOVA), mediante el Software estadístico SAS, 2006. La separación de medias se realizó según TUKEY. Los resultados del análisis estadístico demostraron que los promedios para las variables de comportamiento productivo, menudencias, características de la canal y cortes de pollo no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Sin embargo, se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en Color a^* en *M. pectoralis magrus* CP, color a^* en *M. glutaesus major* CP, y color b^* en *M. glutaesus major* SP.

Palabras clave: pollos de engorde, extracto vegetal, respuesta productiva, calidad de la canal y carne.

Tabla de contenido

I. INTRODUCCIÓN	9
II. JUSTIFICACIÓN	11
III. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general	13
3.2 Objetivos específicos	13
IV. HIPÓTESIS	14
V. REVISIÓN DE LITERATURA	15
5.1 Producción de carne de pollo en México	15
5.1.1 Principales estados productores de pollo	15
5.1.2 Consumo per cápita de carne de pollo en México	16
5.2 ORIGEN, DOMESTICACION Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS AVES	17
5.2.1 Pollos de engorda.....	18
5.2.2 Línea Cobb 500	19
5.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN MÉXICO	20
5.3.1 Sistema extensivo	20
5.3.2 Sistema semi-intensivo.....	21
5.3.3 Sistema intensivo	21
5.4 SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE.....	22
5.4.1 Cavidad bucal	22
5.4.2 pico	23
5.4.3 Esófago	23
5.4.4 Buche	23
5.4.5 Estomago.....	24
5.4.6 Estómago glandular	24
5.4.7 Estómago muscular	25
5.4.8 Intestino delgado	25
5.4.9 Duodeno.....	26
5.4.10 Yeyuno.....	26
5.4.11 Íleon.....	26
5.4.12 Intestino grueso	27
5.4.13 Ciego	27
5.4.14 Colon recto	27

5.4.15 Cloaca	27
5.4.16 Glándulas anexas.....	28
5.4.17 Glándulas salivales	28
5.4.18 Vesícula biliar.....	28
5.4.19 Hígado.....	28
5.4.20 Páncreas.....	29
5.5 NUTRICIÓN DEL POLLO.....	30
5.5.1 Proteína.....	30
5.5.2 Energía.....	31
5.5.3 carbohidratos.....	33
5.5.4 Grasas.....	33
5.5.5 Vitaminas	34
5.5.6 Minerales	35
5.5.7 Agua	35
5.6 TAXONOMÍA DE MEZQUITE (<i>Prosopis leavigata</i>)	38
5.6.1 Usos.....	40
5.6.2 Propagación de <i>Prosopis leavigata</i>	40
5.6.3 Labores culturales de <i>Prosopis leavigata</i>	41
5.6.4 Riego	41
5.6.5 Fertilización	42
5.6.6 Deshierbe.....	42
5.6.7 composición nutricional	43
5.6.8 fitoquímicos, en frutos de <i>Prosopis leavigata</i>	44
5.7 EXTRACTOS VEGETALES.....	45
5.7.1 Extractos vegetales como promotores de crecimiento.....	46
5.7.2 Extractos vegetales en la calidad de la carne.....	46
5.7.3 Extractos vegetales en la sanidad animal	47
5.8 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE POLLO.....	48
5.8.1 Calidad de la carne	49
5.8.2 pH.....	50
5.8.3 Color	51
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	53
6.1 Localización	53

6.1.1 Extracto	54
6.1.2 Material Biológico	54
6.1.3 Programa sanitario	55
6.1.4 Dieta experimental	56
6.1.5 Desarrollo del sacrificio.....	58
6.1.6 Evaluación de la calidad de la carne	59
6.2 Diseño experimental.....	60
6.2.1 Esquema del experimento	61
Fuente: (Autor, 2021).....	61
6.3 Modelo estadístico.....	61
6.4 Análisis estadístico	61
6.5 Variables de estudio	62
VII. RESULTADOS.....	65
VIII. ANALISIS Y DISCUSIÓN.....	70
8.1 Comportamiento productivo	70
8.1.1 Características de la canal y cortes de pollo.....	71
8.1. 2 calidad de la canal.....	72
8.1. 3 color de la carne	73
IX. CONCLUSION	75
X. BIBLIOGRAFÍA	76

Índice de Figuras

	Pag.
Figura 1. Producción de carne de pollo en México.....	17
Figura 2. Principales estados productores de pollo.....	18
Figura 3. Consumo per cápita de carne de pollo en México.....	18
Figura 4. Pollos broilers Línea Cobb 500.....	22
Figura 5. Sistema digestivo del ave.....	31
Figura 6. Árbol de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	41
Figura 7. Variantes A, B, y C de vainas de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	45
Figura 8. Localización.....	55
Figura 9. Extracto de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	56
Figura 10. Material biológico.....	57
Figura 11. Musculus glutaesus major.....	60
Figura 12. Musculus pectoralis magrus.....	61
Figura 13. Potenciómetro Meat pH meter.....	61
Figura 14. Colorímetro KONICA MINOLTA.....	62

Índice de Tablas

	Pag.
Tabla 1. Clasificación taxonómica de la gallina (<i>Gallus domesticus</i>)	20
Tabla 2. Requerimientos de nutrientes de los pollos de engorde como porcentajes o unidades por kilogramo de dieta (90% MS)	38
.....	39
Tabla 3. Taxonomía del mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	40
Tabla 4. Características nutrimentales (% MS) de tres variantes de la vaina de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>) en el Antiplano Potosino de México.....	46
Tabla 5. Composición química de vainas de mezquite con distinto nivel de maduración.....	46
Tabla 6. Alimento Iniciación según análisis de garantía de la casa comercial.....	59
Tabla 7. Alimento Pollo Crece según análisis de garantía de la casa comercial....	59
Tabla 8. Alimento Pollo Expendido Color según análisis de garantía de la casa comercial.....	59
Tabla 9. Diseño experimental.....	63
Tabla 10. Categorización de las variables de comportamiento productivo de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	64
Tabla 11. Categorización de las variables de menudencias de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	65

Tabla 12. Categorización de las variables de las características de la canal y cortes de pollo Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	66
Tabla 13. Categorización de las variables de calidad de carne de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	66
Tabla 14. Comportamiento productivo de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>) ...	67
Tabla 15. Efecto de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>) en las menudencias de pollos Cobb 500.....	68
Tabla 16. Características de la canal y cortes de pollo Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	69
Tabla 17. Características de las variables de calidad de la carne de pollo Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (<i>Prosopis leavigata</i>)	70

I. INTRODUCCIÓN

La avicultura mexicana ha sufrido en gran velocidad una evolución en materia de desarrollo, de pasar de una avicultura doméstica, rural o de traspatio a una avicultura empresarial capaz de desarrollar e integrarse dentro de una cadena productiva, la avicultura presenta la mayor tasa de crecimiento dentro de las actividades agrícolas, pecuarias y pesqueras, constituye un sector fundamental de la producción de alimentos y un importante elemento dentro de la dieta de una gran parte la población del país (CEDRSSA, 2019).

Acosta et al. (2018) mencionan que, la producción avícola, en nuestro país es una de las explotaciones con alto impacto en las esferas económicas y social ya que más del 60% de la proteína animal consumida en México y en el mundo proviene de la industria avícola, sin embargo, los sectores de producción avícola en los países en desarrollo enfrentan algunos problemas, como el aumento de los costos de los alimentos.

Por lo tanto, en la industria avícola, una de las limitantes en la producción de aves comerciales es la alimentación que radica en el costo de producción el cual asciende a un 65% de los costos totales, lo cual significa que el precio del alimento tiene una mayor influencia dentro de los costos de producción es por ello que la mejora de su eficiencia sea uno de los aspectos más importantes de la cría y explotación del pollo de engorde.

En la actualidad las explotaciones avícolas son manejadas con técnicos y tecnología de punta para mejorar los rendimientos en conversión alimenticia, mortalidad y manejo. Dentro de lo cual se busca obtener una mayor producción de proteína de origen animal, con los más altos esquemas de certificación, que aseguren a los consumidores que están consumiendo alimentos sanos, inocuos y de alta calidad. Es por ello que en cuanto a la alimentación de las aves se ha ido mejorando con la utilización de alternativas en su formulación para así reducir costos en la producción

y eficiencia en los productos esperados y al mismo tiempo mejorar la calidad de la carne para consumo humano (Venlasaca, 2016).

Attia et al. (2016) indican que, la calidad de la carne de ave es un asunto particularmente complejo que puede ser evaluado desde varios puntos de vista; desde una perspectiva del consumidor y mercadeo, rendimientos en canal, clasificación adecuada de la canal, buena apariencia, parámetros nutricionales y cualidades sensoriales (Color, textura, jugosidad, olor y sabor). Estas últimas son las más relevantes a la hora de valorar y aceptar una carne en el momento del consumo.

El uso de aditivos de origen natural en producción animal es de gran importancia en el sector pecuario, debido a su potencial de promover el crecimiento de una forma similar a los compuestos sintéticos como hormonas y antibióticos, sin causar daños a la salud del animal, del consumidor o detrimento en la calidad de la carne. En los aditivos de origen natural existe una amplia variedad de compuestos, que son extraídos de distintas partes de las plantas, donde se toman ciertos aceites esenciales, mezclas de compuestos o compuestos aislados para utilizarse como remedios medicinales o suplementos alimenticios. Dentro de estos extractos, se encuentran los ácidos hidroxicinámicos, presentes en una gran variedad de vegetales, frutas y granos; los cuales presentan interesantes propiedades bioactivas como son, antioxidantes, antimicrobianos, preventivos de enfermedades cardiovasculares e inmunomoduladores (Peña-Torres et al., 2019).

De acuerdo a lo anterior el propósito de este estudio fue evaluar la adición de dos niveles de fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis Leavigata*) en el agua de bebida, para medir sus efectos sobre el comportamiento productivo, calidad de la canal y carne en pollos de engorda de la línea Cobb 500 durante la etapa de finalización.

II. JUSTIFICACIÓN

Actualmente en nuestro país la avicultura es una fuente de trabajo e ingresos económicos la cual se encuentra afectada últimamente por el incremento en los costos de producción, ya que estos representan hasta el 70% del costo total de producción debido al aumento del precio de los insumos, es por ello la importancia de buscar nuevas alternativas para la alimentación animal que disminuya dichos costos de producción [Velasco et al. \(2018\)](#).

El desconocimiento sobre nuevas alternativas para la alimentación de las es un problema que está afectando a los productores ya que invierten mucho y ganan poco, por lo tanto, es de gran importancia analizar los nuevos métodos de alimentación los cuales disminuyan los costos de producción, permitan que las aves tengan mejores rendimientos y al mismo tiempo mejoren la calidad de la canal.

La alimentación es un factor determinante en una explotación avícola, por ello es importante buscar alternativas que representen una disminución en dichos costos sin dejar a un lado la necesidad de satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales. [Isabel y Santos \(2009\)](#) mencionan que, la utilización de los aditivos ha sido una práctica habitual en la alimentación animal con el fin de mejorar el rendimiento productivo, mejorar la salud, así como para lograr un aprovechamiento más eficiente de los alimentos.

Entre los productos naturales más importantes utilizados por el sector avícola como alternativas adecuadas se encuentran los ácidos orgánicos, prebióticos, probióticos y extractos de plantas ([Yang et al., 2018](#)). Por lo tanto, [Baños y Guillemon \(2014\)](#) mencionan que, los extractos vegetales y aceites esenciales son metabolitos secundarios que las plantas utilizan como mecanismo de defensa frente a agresiones externas, debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes. Además de considerar a los extractos de plantas como ingredientes funcionales, puesto que, más allá de aportar nutrientes, ejercen un efecto benéfico sobre la salud

del animal dichos efectos pueden traducirse en el mantenimiento de un buen estado sanitario, en la mejora de los parámetros productivos o en la reducción del riesgo de padecer una determinada enfermedad.

En los últimos años, las plantas aromáticas y sus extractos han recibido atención como promotores de crecimiento y la salud. Se sabe que la mayoría de sus propiedades se deben a los aceites esenciales y otros metabolitos secundarios de la planta. Los aceites esenciales mejoran la producción de secreciones digestivas, estimula la circulación sanguínea, ejerce propiedades antioxidantes, reduce los niveles de bacterias patógenas y pueden mejorar el estado inmunológico (Brenes y Roura, 2010).

La carne de ave es una de las principales proteínas de origen animal para el consumo humano por lo tanto la compra de carne de pollo no solo se basa en el precio sino también en características como la comodidad, la frescura y el origen de la producción (Attia et al., 2016).

Ramírez-Rojo et al. (2018) mencionan que, a nivel mundial, la industria de la carne es una de las más importantes, por lo que la investigación en el desarrollo de nuevos productos se da como resultado a la demanda del consumidor, sin descuidar la calidad. Por otro lado, Sanchis et al. (2009) mencionan, que el consumo masivo de esta carne y la creciente diversidad de presentaciones comerciales de la misma en el mercado alimentario, demandan unos requerimientos de calidad específicos. Entre ellos, el color de la carne y su pH son parámetros utilizados para determinar la calidad de la canal.

Por lo tanto, esta investigación fue desarrollada con el fin de encontrar una alternativa de alimentación la cual ayude a disminuir los costos de producción de carne de pollo, obteniendo así canales de mejor calidad al adicionar productos de origen natural como son los extractos vegetales.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta productiva, calidad de la canal y carne en pollos de engorda durante la fase de crecimiento y finalización suplementados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) en el agua de bebida.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la respuesta productiva de los diferentes indicadores (peso inicial, consumo total de alimento, consumo diario de alimento, consumo MS, ganancia de peso total, peso final, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia en pollos de engorda al utilizar dos dosis de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de frutos de mezquite (*Prosopis leavigata*) en la etapa de crecimiento y finalización.
- Evaluar las características de la canal y cortes (peso canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento comercial, peso pechuga, peso piernas, peso alas, peso rabadilla o lomo, peso huacal, peso pescuezo) en pollos de engorda al utilizar dos dosis de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de frutos de mezquite (*Prosopis leavigata*) en la etapa de crecimiento y finalización.
- Evaluar el peso de las menudencias (peso patas, peso cabeza, peso riñón, peso hígado, peso corazón, peso grasa abdominal) en pollos de engorda al utilizar dos dosis de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de frutos de mezquite (*Prosopis leavigata*) en la etapa de crecimiento y finalización.
- Evaluar la calidad de la carne (pH, y Color L*, a*, b*) en pollos de engorda al utilizar dos dosis de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de frutos de mezquite (*Prosopis leavigata*) en la etapa de crecimiento y finalización.

IV. HIPÓTESIS

La inclusión de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) en el agua de bebida para pollos Cobb 500 durante la etapa de crecimiento y finalización, modifica el desempeño productivo (Ganancia de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia), el peso de las menudencias (peso patas, peso cabeza, peso riñón, peso hígado, peso corazón, peso grasa abdominal), las características de la canal y cortes primarios (peso canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento comercial, peso pechuga, peso piernas, peso alas, peso rabadilla o lomo, peso huacal, peso pescuezo), y la calidad de la carne de pollo (pH, color L* a* b*).

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Producción de carne de pollo en México

A nivel mundial México es el sexto lugar en producción de pollo (Figura 1), detrás de los siguientes países: Estados Unidos (19.3 millones de toneladas, Brasil (13.3 millones de toneladas), China (11.7 millones de toneladas), India (4.8 millones de toneladas) y Rusia (4.7 millones de toneladas). mientras que en nuestro país en el 2019 se produjeron 3 millones 600 mil toneladas de carne de pollo, con un crecimiento de 2.4% respecto a 2018 (UNA, 2019).

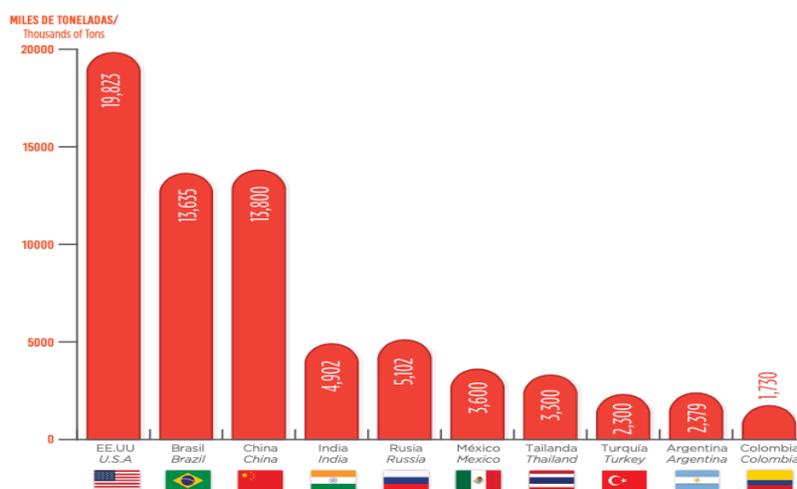


Figura 1. Producción de carne de pollo en México

5.1.1 Principales estados productores de pollo

En la (Figura 2) se mencionan los principales estados productores de carne de pollo durante el 2019 los cuales fueron: Veracruz 14.1%, Aguascalientes 11.3%, Querétaro 9.6%, La laguna (Coahuila y Durango) 9.0%, Jalisco 7.3%, Puebla 7%, Chiapas 6%, Guanajuato 6%, Yucatán 6%, Sinaloa 4%, Estado de México 4%,

Nuevo León 1%, San Luis Potosí 3%, Morelos 2%, Hidalgo 3% y Nayarit con el 2% (UNA, 2019).

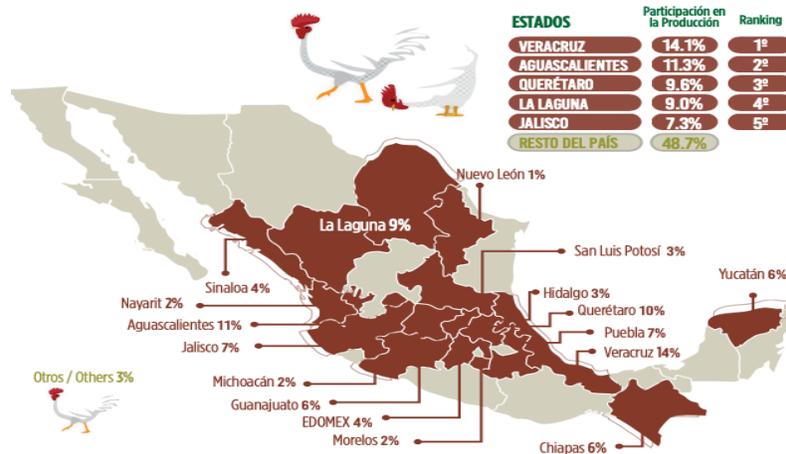


Figura 2. Principales estados productores de pollo.

5.1.2 Consumo per cápita de carne de pollo en México

La Unión Nacional de Avicultores (UNA, 2019) indicó que, el consumo per cápita de pollo en el 2018 fue de 32.5 (kg) mientras que para el 2019 el consumo per cápita incremento a 33.1 (kg), dichas cifras descendieron a 31.1 (kg) en el 2020 (Figura 3).

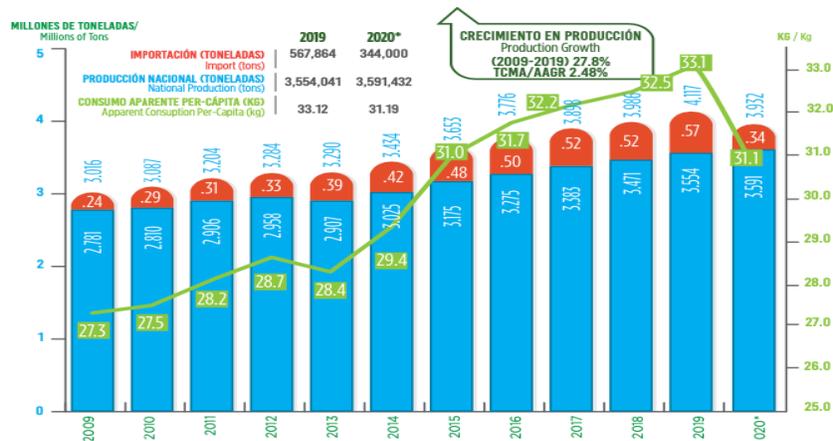


Figura 3. Consumo per cápita de carne de pollo en México.

5.2 ORIGEN, DOMESTICACION Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LAS AVES

El origen ancestral de la gallina doméstica (*Gallus gallus domesticus*), es el *Gallus bankiva*, proveniente del sudeste asiático a partir del cual se formaron cuatro agrupaciones primarias, ellas son: las asiáticas, las mediterráneas, las atlánticas y las razas de combate (Andrade-Yucailla et al., 2017). Por otro lado, Tovar et al. (2014) mencionan la existencia de una teoría en donde se afirma que las gallinas llegaron a América durante los primeros viajes de Colón, y que por más de 500 años han adaptado su productividad a estas condiciones medioambientales.

Navarro-Sigüenza et al. (2014) señalan que, las aves actuales forman un grupo homogéneo de vertebrados endotermos, ovíparos, que presentan un pico córneo, cuyo cuerpo está cubierto con plumas y tienen plumas asimétricas asociadas al vuelo en las extremidades anteriores.

Se han domesticado muchas especies de aves de corral, sin embargo, la más común es la gallina (*Gallus gallus domesticus*) (Tabla 1). Las gallinas ponedoras como los pollos de carne proceden del gallo salvaje, probablemente, del gallo rojo de la selva (*Gallus gallus*) que se encuentra en el sudeste de Asia la cual fue domesticada hace 8.000 años con propósitos ceremoniales. Los romanos desarrollaron una industria de pollos, con razas seleccionadas por su alta producción de huevo, pero tras la caída del Imperio Romano la producción de huevo no alcanzó el nivel comercial hasta el siglo XIX, cuando inició una selección de razas de aves para especializarlas en la producción de huevos o de carne. Recientemente se han comenzado a seleccionar líneas de broilers (pollos de carne) con el fin de producir aves de crecimiento rápido para el mercado de pollos de engorda (Keeling, 2004).

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de la gallina (*Gallus domesticus*)

Reino	Animal
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Aves
Subclase	Neornikes
Orden	Galliformes
Suborden	Neognates
Familia	Phasianidae
Genero	Gallus
Especie	Gallus domestico

Fuente: Mamallacta, 2018.

5.2.1 Pollos de engorda

Los pollos de engorda (*Gallus gallus*) gracias al mejoramiento genético, se consideran una exitosa explotación comercial en términos económicos, cuya prioridad es suministrar un producto altamente nutritivo al menor costo posible, a pesar de que diversos factores de riesgo puedan influir en su calidad y precio (Ramao et al., 2011; Tallentire et al., 2018).

Suárez-García et al. (2004) mencionan que, la evolución genética de los pollos de engorda ha traído consecuencias favorables a la industria, como mejorar el índice de conversión alimenticia y reducir el tiempo de finalización de los pollos, sin embargo, a partir de la necesidad de alimentarlos de manera constante, su metabolismo acelerado propicia una mayor demanda de nutrientes, lo que se refleja en un crecimiento acelerado, que posteriormente provoca problemas de origen metabólico, como la ascitis, y de sobrepeso, como los defectos o deformidades en el esqueleto o patas; además, al proveerles de alimento a libre acceso, los pollos se vuelven, hasta cierto grado, ineficientes, debido a que el desperdicio de alimento por las aves se vuelve un inconveniente.

Por lo tanto, a partir de la obtención de pollos de rápido crecimiento la industria agroalimentaria se desarrolló, considerándose la más extendida del mundo, ya que la carne de pollos es una de las principales fuentes alimentarias de la población mundial que está en continuo crecimiento (Landoni y Albarelllos, 2015).

Mamallacta (2018) indica que el pollo “de engorda”, es el resultado del cruzamiento entre un macho de raza Cornish con las siguientes características: excelente plumaje, un pecho profundo y una carne compacta; y una hembra White Rock con patas amarillas, excelente índice de conversión de alimento, buena conformación de la canal, buena fertilidad y aspecto agradable a la vista.

5.2.2 Línea Cobb 500

Pollo Cobb 500 es considerado el pollo de engorde más eficiente, posee la más alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo; esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo (Morris-Hatchery, 2015) por lo tanto, Cobb-vantress (2012) menciona que por ello el Cobb 500, es preferido por un creciente número de avicultores que reconocen la excepcional calidad en rendimiento y producción de carne y su potencial para producir carne de pollo a menor costo.

Las características físicas que presentan los pollos parrilleros Cobb 500 (Figura 4) son las siguientes: Color blanco, patas blancas (Morris-Hatchery, 2015).

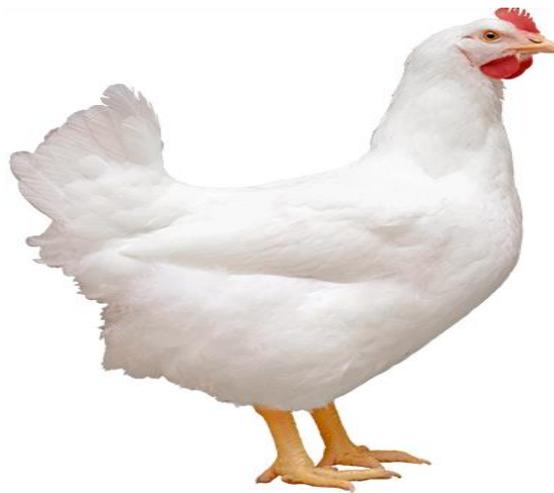


Figura 4. Pollos broilers Línea Cobb500

5.3 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN MÉXICO

La dinámica en la producción nacional y estatal esta explicada por el sistema de producción que implementa cada unidad productiva, dado que dentro del sector avícola existen tres: traspatio, familiar o de subsistencia, semitecnificado y tecnificado; los cuales están diferenciados por el grado de integración, infraestructura, tecnología y grado de mecanización de las unidades productivas, tamaño y líneas de las parvadas, tipo de alimentación y conversión alimenticia, proceso de producción y cobertura de mercado, entre otros aspectos (SAGARPA, 2016).

5.3.1 Sistema extensivo

Gutiérrez-Triay et al. (2007) mencionan que, los sistemas de producción animal de traspatio se caracterizan por la crianza de un conjunto de animales como bovinos, ovinos, cerdos, aves y otros, que se explotan en los patios de las casas habitación o alrededor de las mismas, principalmente del medio rural, la finalidad principal de la producción de traspatio depende de la especie, aunque podrían considerarse dos

finalidades como las más importantes: el autoconsumo y el ahorro. Dentro de las especies animales que se explotan bajo este sistema, las gallinas son las más importantes debido a su corto ciclo de producción y bajo costo. Por otro lado, [Ruiz et al. \(2014\)](#) definen a la avicultura de traspatio como un sistema que se caracteriza, por tener instalaciones rústicas, alimentación basada en su mayor parte en pastoreo, con un manejo sanitario escaso o en ocasiones nulo, es un lugar donde se reciclan desechos producidos por la misma familia.

5.3.2 Sistema semi-intensivo

La cría de pollo campero en semilibertad es similar en las primeras etapas a la de un pollo industrial, donde se producen aves de estirpes semipesadas, con una densidad de 8-10 aves por metro cuadrado, luego a partir de los primeros 30 días de edad cuando su plumaje se encuentra completamente desarrollado tiene acceso a pastizales alrededor del galpón, donde la luz del sol y el pasto verde tiene efecto sobre su pigmentación y desarrollo. Los parques exteriores deben brindar una densidad de 2 aves por metro cuadrado, lo cual al ser completamente consumida será suplementada con pasto de corte a razón de 25 gramos por ave / día ([Canet y Terzaghi, 2009](#)).

5.3.3 Sistema intensivo

En este sistema los animales se mantienen encerrados en galeras o galpones los cuales cuentan con comederos y bebederos, en el caso de los pollos de engorde, se cubre el piso con una capa de cascarilla de arroz o viruta de madera, las aves de postura se manejan en piso (al igual que los pollos de engorde) y en jaulas, la alimentación se basa en alimentos concentrados, para lograr una máxima producción de huevo o carne, por lo anterior, este sistema requiere mayor inversión que los otros y no es el indicado para las familias productoras de pequeña escala ([Villanueva et al., 2015](#)).

5.4 SISTEMA DIGESTIVO DEL AVE

El sistema digestivo de las aves no es sólo un tubo que sirve como depósito, la digestión y absorción de los alimentos. El sistema digestivo es mucho más complejo e implica muchas funciones importantes para el desarrollo, la productividad y la salud de las aves. El tracto digestivo de las aves consiste en un sistema inmunológico, tejido linfoide asociado al intestino, considerado el principal compartimento inmunológico de las aves, un sistema nervioso entérico, considerado como un segundo cerebro para la producción de varios neurotransmisores, y un microambiente que consiste en una microflora única y específica para cada individuo, con capacidad para producir interacciones con el anfitrión ayudando a mantener la salud intestinal y la integridad física (Matte, 2017).

El sistema digestivo se compone de un pico, cavidad oral y faringe, esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado (yeyuno, íleon), intestino grueso ciegos, recto y cloaca (Figura 5), las glándulas anexas son: glándulas Salivales, hígado, páncreas, placas de Peyer” (Godoy, 2012).

5.4.1 Cavidad bucal

Los pollos tienen un paladar blando, mejillas y no tienen labios, tienen mandíbulas corneas superior que se encuentra unida al cráneo y la inferior es colgante (Mark, 2002). Existen numerosas glándulas salivales en las paredes dentro de la cavidad bucal. La gallina adulta en ayunas en 24 horas segrega saliva de 7 a 25ml, con un promedio de 12ml. La lengua tiene como función la presión, selección y deglución de la comida (Venlasaca, 2016).

5.4.2 pico

El pico de las aves es el equivalente de la boca en los mamíferos. Es de estructura cornea y consta de dos mandíbulas implantadas en los huesos maxilares del rostro del ave. Por carecer de dientes, el pico no tiene la función de masticar los alimentos, sino la de atraparlos y deglutirlos. Para lograrlo se ayuda con la lengua, la que posee en su parte posterior, una hilera o cresta de papilas filiformes o cónicas dirigidas hacia atrás, que ayudan a empujar los alimentos hacia la faringe o abertura del esófago. También el pico posee en su interior glándulas salivales que lubrican el alimento y facilitan su deglución. A esto se suma un movimiento que efectúa el ave que consiste en levantar la cabeza y sacudirla hacia delante y arriba, provocando de esa manera la caída del alimento al esófago (Vaca, 1991).

5.4.3 Esófago

El esófago es la estructura anatómica en forma de conducto encargada del transporte de alimento que va desde la boca al buche y de ahí a la molleja (Mamallacta, 2018).

5.4.4 Buche

El alimento no se humedece ni se muele en la boca, sino que es tragado sin casi ser procesado, a continuación, el alimento puede, o bien entrar en el buche, o pasar directamente a la molleja cuando esta parte del aparato digestivo está vacía (Chaplin et al., 1992).

La capacidad de almacenamiento de la molleja esta generalmente limitada a un máximo de 5 a 10 g de alimento y por tanto el almacenamiento en el buche es necesario si se consumen grandes cantidades de alimento. Aunque la proporción de alimento que entra en el buche varía considerablemente entre individuos, solo

un 50% como media del pienso que se consume por la mañana después de un periodo de ayuno durante la tarde y la noche anteriores entra en el buche (Jackson y Duke, 1995).

Se piensa que el buche no tiene un papel directo en la digestión, puesto que en él no se secretan enzimas y tampoco hay evidencia de que se produzca absorción de nutrientes. Sin embargo, dentro de él tiene lugar una humidificación considerable, lo que puede ayudar a la molienda y a la digestión enzimática posterior en el tracto digestivo. Además, las enzimas exógenas y otros componentes que son activados por la humedad pueden ejercer potencialmente su efecto en el buche (Svihus et al., 2010).

5.4.5 Estomago

Roa y Meruane (2012) mencionan que, las aves tienen un estómago dividido en dos partes: el estómago glandular o proventrículo y el estómago muscular o molleja. La mucosa del proventrículo es una mucosa con glándulas mucosas y una túnica muscular y corresponde al estómago verdadero. La molleja tiene una musculatura enormemente hipertrofiada, en el futuro servirá para moler el alimento.

5.4.6 Estómago glandular

También denominado proventrículo, de forma ovoide ligeramente alargada, posee en su pared interna numerosas glándulas que producen el jugo gástrico compuesto principalmente por la enzima “pepsina” y el ácido clorhídrico, los que ayudan a la digestión de las proteínas. El jugo gástrico se vierte a la superficie interna del proventrículo por folículos de las glándulas mencionadas, los que son observables a simple vista. El alimento permanece poco tiempo en el proventrículo por lo que la digestión en ese órgano es poca. Luego el alimento pasa al estómago muscular,

donde se continúa la acción digestiva del jugo gástrico producido por el proventrículo (vaca, 1991).

5.4.7 Estómago muscular

El estómago muscular o molleja, se adhiere a la porción caudal del proventrículo y está cubierto en su extremo anterior de los dos lóbulos hepáticos. Presenta un pH de 4.06, es desproporcionadamente grande y ocupa la mayor parte de la mitad izquierda de la cavidad abdominal, su forma es redondeada y presenta sus lados aplanados, en esta parte no se segrega jugo digestivo. La parte más esencial de la pared del estómago está constituida por los dos músculos principales, los cuales son la capa córnea y túnica muscular, unidos a ambos lados por una aponeurosis de aspecto blanco-azulado. La parte de la pared gástrica desprovista de aponeurosis está ocupada por dos músculos intermedios. Está recubierta interiormente de una mucosa de abundantes pliegues, cuyas glándulas se asemejan a las glándulas pilóricas de los mamíferos. Sobre esta mucosa se extiende una capa córnea formada por el endurecimiento de la secreción de las glándulas del epitelio (Rueda, 2014).

Svihus (2011) menciona que, la molleja tiene diversas e importantes funciones, tales como la de ayudar a la digestión reduciendo el tamaño de las partículas, la degradación química de los nutrientes y la regulación del flujo alimenticio y responde rápidamente a los cambios en el tamaño de las partículas de la dieta.

5.4.8 Intestino delgado

El intestino delgado es un órgano complejo que es parte del tracto gastrointestinal (TGI), según Mamallacta (2018) es el camino de tránsito obligado de los nutrientes que se utiliza de base para el mantenimiento, metabolismo y crecimiento. El intestino delgado empieza desde la molleja hasta el principio de los ciegos. Es de

tamaño uniforme y largo (Venlasaca, 2016) y está compuesto por las siguientes partes:

5.4.9 Duodeno

Sale del estómago muscular (molleja) por su parte anterior derecha, se dirige hacia atrás y abajo a lo largo de la pared abdominal derecha, en el extremo de la cavidad dobla hacia el lado izquierdo, se sitúa encima del primer tramo duodenal y se dirige hacia delante y arriba. De este modo se forma un asa intestinal, la llamada asa duodenal, en forma de —Ull, cuyas dos ramas están unidas por restos de mesenterio. Entre ambos tramos de dicha asa se encuentra un órgano alargado, el páncreas o glándula salival abdominal, que consta de tres largos lóbulos. La reacción del contenido del duodeno es casi siempre ácida, presentando un pH de 6.31, por lo que posiblemente el jugo gástrico ejerce aquí la mayor parte de su acción (Rueda, 2014).

5.4.10 Yeyuno

El yeyuno empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra, el yeyuno de la gallina consta de unas diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio. Presenta un pH de 7.04 (Rueda, 2014).

5.4.11 Íleon

El íleon, cuya estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, su pH es de 7.59. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza en el intestino grueso (Venlasaca, 2016).

5.4.12 Intestino grueso

El intestino grueso de las aves comprende los ciegos, el colon y la cloaca. La inclusión de los ciegos dentro del intestino grueso presenta cierta controversia, ya que algunos autores los incluyen (Scanes, 2014).

5.4.13 Ciego

Según Vargas (2016) las aves domésticas, poseen dos ciegos; son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden hacia el hígado en dirección al pico, el pH del ciego derecho es de 7.08, mientras que el pH del ciego izquierdo es de 7.12. La porción terminal de los ciegos es mucho más ancha que la porción inicial. Se cree que la función de los ciegos es de absorción de líquidos.

5.4.14 Colon recto

En esta parte, es donde se realiza la absorción de agua y las proteínas de los alimentos que allí llegan, este tiene un pH de 7.38. Siendo las dos últimas porciones del intestino grueso el segmento final (Rueda, 2014).

5.4.15 Cloaca

Es la vía de eliminación de las heces y orina juntas, es un órgano común a los tractos reproductivos, urinarios y digestivo (Ensminger, 2000).

5.4.16 Glándulas anexas

Las glándulas anexas del sistema digestivo son las glándulas salivales, vesícula biliar, el hígado y el páncreas.

5.4.17 Glándulas salivales

La gallina posee pocas glándulas salivales, por lo que la saliva es secretada en pequeñas cantidades (7-25 ml en 24 horas), la saliva tiene una coloración lechosa clara y un pH de 6.5; en ella está presente la amilasa salival y una pequeña cantidad de lipasa, que ayuda a reblandecer el alimento (Vargas, 2016).

5.4.18 Vesícula biliar

Es un ensanchamiento del conducto hepático derecho llamado cístico que lleva la bilis del hígado a los intestinos, la vesícula sirve también como un reservorio de la bilis (Vaca, 1991).

5.4.19 Hígado

Según Vargas (2016) el hígado está formado por los lóbulos derecho e izquierdo, unidos cranealmente, el lóbulo derecho es de mayor tamaño y en su cara visceral se encuentra la vesícula biliar, este lóbulo derecho está perforado por la vena cava caudal, el lóbulo izquierdo está dividido, este órgano secreta la bilis que es recolectada en el saco biliar.

El hígado es la glándula más grande del cuerpo y sus funciones son muy importantes ya que interviene en mecanismos de desintoxicación, secreción de bilis, almacenamiento de vitaminas y glucosa, metabolismo de proteínas, hidratos de

carbono, y lípidos, producción de proteínas (albúmen, protrombina y proteínas de transporte de hormonas, vitaminas), activación de la tiroxina, inactivación de hormonas etc.

5.4.20 Páncreas

Adosado al asa duodenal del intestino delgado, este órgano secreta jugo pancreático que contribuye con sus enzimas a la digestión de los carbohidratos, grasas y proteínas, también produce una hormona endocrina, la insulina, que es esencial en la regulación de la glucemia, o cantidad de glucosa en la sangre del animal (Vaca, 1991).

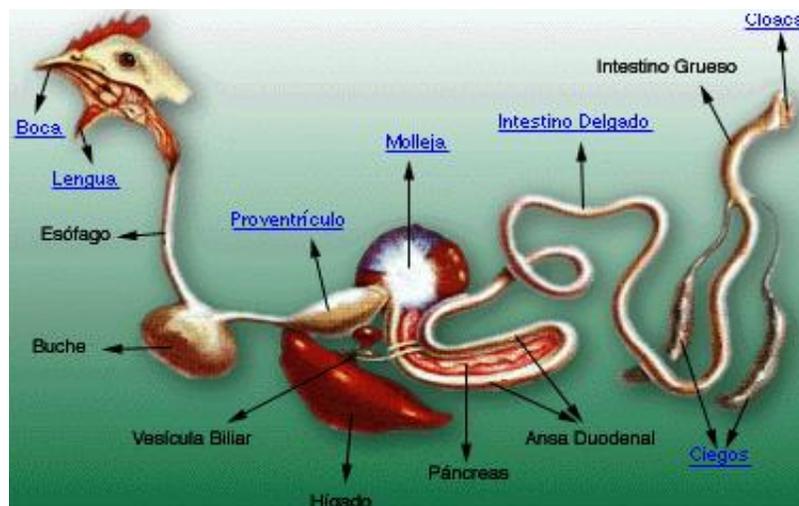


Figura 5. Sistema digestivo del ave

5.5 NUTRICIÓN DEL POLLO

Rueda (2014) manifiesta que, los nutrientes son sustancias químicas que se encuentran en el alimento que pueden ser utilizados y son necesarios, para el mantenimiento, crecimiento, producción y salud de los animales, las necesidades de los nutrientes de las aves son muy complejos y varían entre especies, raza, edad y sexo del ave, más de 40 compuestos químicos específicos o elementos son nutrientes que necesitan estar presentes en la dieta para procurar la vida, crecimiento y reproducción.

Bolton (1962) argumenta que los alimentos son frecuentemente divididos en seis clasificaciones de acuerdo a su función y naturaleza química: agua, proteína, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales (**Tabla 2**). Para una mejor salud y desarrollo una dieta debe incluir todos estos nutrientes en cantidades correctas. Los alimentos para aves frecuentemente contienen sustancias que no tienen que ver directamente con reunir los requerimientos de nutrientes. Un antioxidante, por ejemplo, puede ser incluido para prevenir rancidez de la grasa de la dieta, o protegiendo nutrientes por pérdidas debido a oxidación, los coccidiostatos son también utilizados en alimentos para pollos de engorde.

Según **Venlasaca (2016)** el alimento tiene gran importancia como componente del costo total de producción del pollo de engorde. Las raciones de estos animales se deben formular para proporcionarles el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales, para permitir un crecimiento y rendimiento óptimo.

5.5.1 Proteína

Los requisitos dietéticos para la proteína son en realidad requisitos para los aminoácidos contenidos en la proteína dietética. Los aminoácidos obtenidos de las

proteínas de la dieta son utilizados por las aves de corral para cumplir numerosas funciones. Por ejemplo, los aminoácidos, como proteínas, son componentes primarios de los tejidos estructurales y protectores, como la piel, las plumas, la matriz ósea y los ligamentos, así como de los tejidos blandos, incluidos los órganos y los músculos. Además, los aminoácidos y péptidos pequeños resultantes de la digestión-absorción pueden cumplir una variedad de funciones metabólicas y como precursores de muchos componentes importantes del cuerpo no proteico. Debido a que las proteínas corporales están en un estado dinámico, con síntesis y degradación que ocurren continuamente, se requiere una ingesta adecuada de aminoácidos en la dieta. Si la proteína de la dieta (aminoácidos) es inadecuada, hay una reducción o cese del crecimiento o productividad y una extracción de proteínas de los tejidos corporales menos vitales para mantener las funciones de los tejidos más vitales (National Research Council, 1994).

Existen 22 aminoácidos en las proteínas del cuerpo, y todos son fisiológicamente esenciales. Nutricionalmente, estos aminoácidos pueden ser dividido en dos categorías: aquellas que las aves de corral no pueden sintetizar en absoluto o lo suficientemente rápido como para cumplir con los requisitos metabólicos (esencial) y aquellos que pueden sintetizarse a partir de otros aminoácidos (no esenciales). Los aminoácidos esenciales deben ser suministrados por la dieta. Si la dieta no proporciona los aminoácidos no esenciales, deben ser sintetizados por las aves de corral. La presencia de cantidades adecuadas de aminoácidos no esenciales en la dieta reduce la necesidad de sintetizarlos a partir de aminoácidos esenciales. Por lo tanto, establecer los requisitos dietéticos para proteínas y aminoácidos esenciales es una forma adecuada de garantizar que se proporcionen todos los aminoácidos necesarios fisiológicamente (National Research Council, 1994).

5.5.2 Energía

Murarolli (2007) citado por Torres-Novoa (2018) menciona que, la energía no es un nutriente, es resultado del metabolismo de los componentes químicos de los

alimentos, que es utilizada para funciones de metabolismo, crecimiento, producción, movimientos musculares, mantenimiento de la temperatura corporal, respiración, funcionamiento del aparato digestivo y síntesis de compuestos y procesos bioquímicos.

La energía total de un alimento nunca es completamente aprovechada por las aves, pues parte de esta energía se pierde con las heces y orina.

Groote (1974) citado por Kazue et al. (2014) señalan que, para una mejor comprensión de los requerimientos de energía, se sugiere la división de esto en gasto de energía para mantenimiento, como procesos de catabolismo y gasto de energía para producción, como procesos de síntesis. El catabolismo implica gastos inevitables y primarios, servidos por la energía en los alimentos o la oxidación de las reservas corporales (trabajo de mantenimiento, trabajo muscular y termorregulación). Además de cumplir con los requisitos de mantenimiento, la energía ingerida también se usa para la síntesis de compuestos orgánicos, es decir, para el crecimiento del cuerpo, la producción o la deposición de grasa.

Se considera dos maneras de medir el valor energético de las raciones y de las materias primas importantes en la formulación de raciones: Energía metabolizable y energía productiva. La energía metabolizable es la energía total del alimento menos la energía de las heces y orina y, la energía productiva es la energía de una ración que es realmente transformada en carne (Torres-Novoa, 2018).

Según Alpizar et al. (1993) las necesidades energéticas pueden determinarse mediante estudios calorimétricos, o por los parámetros productivos de animales alimentados con diferentes niveles energéticos. Cuando las aves reciben dietas bajas en energía metabolizable (EM) -2600 Kcal de EM/kg- su crecimiento es menor, a pesar de que pueden compensar la energía faltante aumentando el consumo de alimento hasta en 30%, con respecto a los animales alimentados con dietas que contienen 3200 Kcal de EM/kg.

5.5.3 carbohidratos

Moran (1985) señala que, los carbohidratos en la dieta son fuentes importantes de energía para las aves de corral, los granos de cereales como maíz, sorgo, trigo, y la cebada contribuyen con la mayoría de los carbohidratos a las dietas avícolas. La mayoría de los carbohidratos de los granos de cereales ocurre como almidón, que es fácilmente digerido por las aves de corral.

Otros carbohidratos ocurren en concentraciones variables en granos de cereales y suplementos proteicos, estos carbohidratos incluyen polisacáridos, como celulosa, hemicelulosa, pentosanos, y oligosacáridos, tales como estaquiosa y rafinosa, todos los cuales son pobremente digeridos por las aves de corral. Por lo tanto, estos carbohidratos en la dieta contribuyen poco a satisfacer las necesidades energéticas de las aves de corral, y algunas afectan negativamente sus procesos digestivos cuando están presentes en concentraciones dietéticas suficientes. Por ejemplo, los pentosanos de centeno y beta glucanos de cebada aumentan la viscosidad de la digesta y, por lo tanto, interfieren con la utilización de nutrientes por las aves de corral (**Wagner y Thomas, 1978; Antoniou y Marquardt, 1981; Classen et al., 1985; Bedford et al., 1991**).

5.5.4 Grasas

Según **Dolz y Piensos (1996)** las grasas se utilizan en la producción de piensos principalmente como fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Además, la utilización de grasas tiene una serie de ventajas físicas y nutricionales, entre las cuales se encuentra la mejora de la palatabilidad del pienso y facilita la absorción de otros compuestos liposolubles de la dieta, como algunas vitaminas y pigmentos. Por otro lado, **Mateos et al. (1995)** señalan que, el término de aceite, grasa o lípido, engloba un alto número de compuestos que tienen en común ser insolubles en

agua, pero solubles en solventes orgánicos, químicamente se caracterizan por contar con ácidos grasos en su estructura y comprenden productos tales como grasas neutras, lípidos estructurales -fosfolípidos y otros, ceras y ácidos grasos libres.

Existen diferentes tipos de grasas en función a su origen, bien sea animal, vegetal o industrial. Su utilización varía de país en país de acuerdo a la disponibilidad y del precio relativo con respecto a otras fuentes energéticas.

Dentro de las principales funciones de los lípidos, cabe mencionar que son fuente de energía metabólica (ácidos grasos y cuerpos cetónicos) oxidándose para producir ATP (fuente de energía directa); depositarse en el tejido adiposo como acilgliceroles (fuente de energía potencial); también cumplen una función estructural, principalmente formando parte de las membranas (fosfolípidos y glucoesfingolípidos), además sirven como antígenos de superficie (esfingolípidos); como aislante térmico cuando se almacena la grasa en el tejido subcutáneo; y como aislante eléctrico cuando se trata de lípidos no polares, ya que permiten la rápida propagación de las ondas de despolarización a lo largo de los nervios mielinizados (Osorio y Flores, 2011).

5.5.5 Vitaminas

Según **Cuca (1963)** las vitaminas son importantes e indispensables para un crecimiento normal, la reproducción, conservación de la salud, producción de huevo e incubabilidad.

Las vitaminas generalmente se clasifican en dos categorías: liposolubles, A, D, E y K, y vitaminas hidrosolubles, que incluyen el llamado complejo B y la vitamina C (ácido ascórbico) la cual es sintetizada por las aves de corral y, en consecuencia, no se considera un nutriente dietético requerido (Pardue et al., 1985).

5.5.6 Minerales

Los minerales son la parte inorgánica de los alimentos los cuales se dividen en dos categorías, en función de la cantidad que se requiere en la dieta. Los requisitos para minerales mayores, o macro, generalmente se establecen como un porcentaje de la dieta, mientras que los requisitos para minerales menores, o trazas, se expresan como miligramos por kilogramo de dieta o como partes por millón.

Los minerales son necesarios para la formación del esqueleto, como componentes de varios compuestos con funciones particulares dentro del cuerpo, como cofactores de enzimas, y para el mantenimiento del equilibrio osmótico dentro del cuerpo del ave. El calcio y el fósforo son esenciales para la formación y el mantenimiento del esqueleto. El sodio, el potasio, el magnesio y el cloruro funcionan con fosfatos y bicarbonato para mantener la homeostasis de las relaciones osmóticas y el pH en todo el cuerpo. La mayor parte del calcio en la dieta de las aves en crecimiento se usa para la formación de huesos, mientras que en las aves ponedoras maduras la mayoría de las dietas el calcio se utiliza para la formación de cáscaras de huevo. Otras funciones del calcio incluyen papeles en la coagulación de la sangre y como segundo mensajero en comunicaciones intracelulares (National Research Council, 1994).

5.5.7 Agua

El agua es un nutriente primordial, quizá el más importante y el más barato en relación con su importancia, ya que es un constituyente esencial de todas las células y tejidos. Es absolutamente necesario para el proceso de la digestión y juega papel principal en la regulación de la temperatura del cuerpo del ave (Cuca, 1963). Por otro lado, Medway y Kare (1959) mencionan que, la cantidad necesaria de agua depende de la temperatura ambiental y la humedad relativa, la composición de la

dieta, la tasa de crecimiento o la producción de huevos y la eficiencia de la resorción renal de agua en aves individuales.

Marks y Pesti (1984) indican que, en general las aves beben aproximadamente el doble de agua que la cantidad de alimento consumida en función del peso, sin embargo, la ingesta de agua varía mucho, puesto que varios factores dietéticos influyen en la ingesta de agua y las proporciones de agua: alimento, el aumento de la proteína cruda aumenta la ingesta de agua y las proporciones de agua: alimento. En pollos de engorde, el consumo de agua incrementa aproximadamente un 7 por ciento por cada 1 ° C por encima de 21 ° C que es la temperatura de confort. La supervivencia en condiciones de calor extremo está influenciada por la capacidad de consumir grandes cantidades de agua o, más precisamente, la capacidad de usar agua para eliminar el calor de las superficies respiratorias del cuerpo (**National Research Council, 1994**).

Tabla 2. *Requerimientos de nutrientes de los pollos de engorde como porcentajes o unidades por kilogramo de dieta (90% MS).*

Pollos para carne				
Nutriente	Unidad	0-3 semanas	3-6 semanas	6-8 semanas
Energía metabolizable	Kcal/kg	3 200	3 200	3 200
	MJ/kg	13,38	13,38	13,38
Proteína bruta	%	23	20	18
Aminoácidos				
Arginina	%	1,25	1,10	1,00
Glicina + serina	%	1,25	1,14	0,97
Histidina	%	0,35	0,32	0,27
Isoleucina	%	0,80	0,73	0,62
Leucina	%	1,20	1,09	0,93
Lisina	%	1,10	1,00	0,85
Metionina	%	0,50	0,38	0,32

Metionina + cisteína	%	0,90	0,72	0,60
Fenilalanina	%	0,72	0,65	0,56
Fenilalanina + Tirosina	%	1,34	1,22	1,04
Treonina	%	0,80	0,74	0,68
Triptófano	%	0,20	0,18	0,16
Valina	%	0,90	0,82	0,70
Ácido graso				
Ácido linoleico	%	1,00	1,00	1,00
Principales minerales				
Calcio	%	1,00	0,90	0,80
Cloro	%	0,20	0,15	0,12
Magnesio	mg	600	600	600
Fosforo no fitato	%	0,45	0,35	0,30
Potasio	%	0,30	0,30	0,30
Sodio	%	0,20	0,15	0,12
Oligoelementos				
Cobre	mg	8	8	8
Yodo	mg	0,35	0,35	0,35
Hierro	mg	80	80	80
Manganeso	mg	60	60	60
Selenio	mg	0,15	0,15	0,15
Zinc	mg	40	40	40

Fuente: (National Research Council, 1994).

5.6 TAXONOMÍA DE MEZQUITE (*Prosopis leavigata*)

El género (*Prosopis*), al cual pertenece el mezquite es una planta silvestre de la familia Leguminosae Fabaceae (Tabla 3), es nativa de Asia, África y América (Gallegos-Infante., 2013). Por otro lado, García-López et al. (2019) indican que, el mezquite (*Prosopis leavigata*) es una especie Arborea multiusos que se encuentra en zonas áridas y semiáridas de México, la cual crece en condiciones adversas para la agricultura. En el estado de San Luis Potosí, México existen (*P. laevigata*, *P. glandulosa* y *P. juliflora*), y el Altiplano Potosino presenta la mayor distribución y aprovechamiento de este recurso.

Tabla 3. Taxonomía de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Nombre común	Mezquite
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
Subclase	Rosidae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Prosopis</i>
Nombre científico	<i>Prosopis laevigata</i> (H. B. ex Willd.) Johnst
Sinonimias	<i>Acacia laevigata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd; <i>Algarobia dulcis</i> (Kunth) Benth; <i>Mimosa laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Poir; <i>Mimosa rotundata</i> Sessé & Moc; <i>Neltuma attenuata</i> Britton & Rose; <i>Neltuma laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Britton & Rose; <i>Neltuma michoacana</i> Britton & Rose; <i>Neltuma pallescens</i> Britton & Rose; <i>Prosopis dulcis</i> Kunth, <i>Neltuma palmeri</i> Britton & Rose.

Fuente: (Sauceda et al., 2014).

El mezquite (*Prosopis laevigata*) (H. & B.) Johnston, es un árbol, a veces hasta de 12 m de altura, aunque generalmente menor (Figura 6), tronco hasta de 1 m de diámetro, por lo general de 30 a 60 cm, corteza gruesa, de color café-negrusco, algo fisurada copa más ancha que alta, ramas glabras o pilosas, armadas de espinas estipulares de 1 a 4 cm de largo, hojas pecioladas con 1 a 3 pares de pinnas, flores dispuestas en espigas densas de 5 a 10 cm de largo de color blanco-amarillentas, legumbre linear, algo falcada, de 7 a 20 cm de largo por 8 a 15 mm de ancho, de color café-amarillento, a veces rojizo, algo constreñida entre las semillas (Sauceda et al., 2014). Hojas: perennifolias, la caída de las hojas es en invierno, la época de floración inicia en febrero a marzo y termina de abril a mayo; la floración coincide con el renuevo de los foliolos, la fructificación ocurre de junio a julio (CONABIO, 2014).



Figura 6. Árbol de Mezquite (*Prosopis laevigata*).

El género (*Prosopis*) es un grupo de árboles fijadores de nitrógeno pertenecientes a la familia Fabaceae, que involucra a 44 especies. El fruto maduro del género (*Prosopis*) es una vaina indehisciente conformada por un exocarpio, un mesocarpio desarrollado y un endocarpio leñoso que protege la semilla (Díaz-Batalla et al., 2018).

5.6.1 Usos

Prieto et al. (2013) mencionan que, el mezquite (*prosopis leavigata*) es utilizado como fuente de energía, a partir de leña y carbón; otros usos importantes son la elaboración de postes para cercos, artesanías, tablas y tablones, alimento para ganado (hojas y vainas), producción de flores con fines apícolas, obtención de goma y utilización con fines medicinales.

5.6.2 Propagación de *Prosopis leavigata*

Se realiza por semillas provenientes de individuos sanos libres de plagas y enfermedades, vigorosos, y con buena producción de frutos para asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales. La recolección de frutos puede ser manualmente (de los árboles en pie), directamente del suelo (cuando caen de forma natural).

El tiempo que transcurre desde la formación de las flores hasta la caída de los frutos es de 110 días aproximadamente, presentado un periodo de floración en los meses de marzo y abril; el desarrollo de las vainas ocurre entre mayo y junio; finalmente, la maduración de los frutos ocurre en el mes de julio presentándose el desprendimiento natural (Ríos et al., 2011b).

Para obtener la semilla de los frutos se dejan remojando en agua para ablandar la cáscara, posteriormente se machacan ligeramente y se extienden en capas delgadas a secar al sol, por último, se pasa por un cribado o se frota contra una superficie áspera, para separar las semillas de los restos de la cáscara y pulpa. Es importante remover el endocarpio que envuelve la semilla, de lo contrario la germinación será excesivamente lenta y errática, o no se presentará.

El número de semillas por kilogramo varía de 8,000 a 11,000 dependiendo del sitio de colecta. Las semillas son ortodoxas; este tipo de semillas puede almacenarse con contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas $\leq 0^{\circ}\text{C}$; tales condiciones permiten mantener la viabilidad por varios años. Aunque generalmente las semillas ortodoxas presentan algún tipo de reposo, las semillas de esta especie no presentan latencia, dado que una vez que las semillas son desprovistas de las diferentes capas que envuelven a la semilla, tejidos de origen materno y externos a la semilla, la germinación se presenta inmediatamente. Para mantener la viabilidad de las semillas es necesario almacenarlas con endocarpio, con un contenido de humedad de 6 a 8% y a una temperatura de 4 a 20°C . Las semillas se almacenan sin endocarpio a contenidos de humedad de 6 a 7% y temperaturas de 25°C , en frascos sellados.

El tiempo de viabilidad estimado bajo condiciones de almacenamiento es de 10 años para las semillas con endocarpio y más de 3 años en semillas sin endocarpio, la siembra se realiza a partir de marzo; también puede realizarse en la temporada de otoño-invierno, siempre y cuando se cuente con protección para evitar daños a las plántulas por heladas. El tiempo necesario para que inicie la germinación a partir de la siembra es de 3 a 6 días, y el necesario para que finalice el proceso es de entre 10 y 20 días, la germinación inicia 2 o 3 semanas después de la siembra (CONAFORD.CONABIO, SN).

5.6.3 Labores culturales de *Prosopis leavigata*

5.6.4 Riego

Ríos et al. (2011a) mencionan que, se recomienda realizar el riego en las horas de menor insolación, muy temprano o por la tarde, buscando el método que cause el menor desperdicio de agua. La necesidad de riego depende del grado de arraigo

que se haya conseguido en las plantas y si éstas presentan una etapa de descanso vegetativo, es decir, si las plantas que se utilizaron en la reforestación se trasplantaron en la época adecuada y además presentan una etapa en la que se encuentran desprovistas de hojas, el riego no es necesario. Por el contrario, si hubo muy poco tiempo entre trasplante - finalización de la temporada de lluvias, y las especies introducidas requieren de humedad continua y en el sitio se presenta una temporada seca muy marcada, sólo se podrá asegurar su sobrevivencia y establecimiento por medio del riego.

5.6.5 Fertilización

Los nutrimentos esenciales que las plantas requieren para su desarrollo óptimo son los de liberación controlada al sustrato y los hidrosolubles siendo los dos métodos de fertilización más comunes en los viveros (Bi et al., 2010). Los de liberación controlada han ganado reconocimiento en la producción forestal (Rose et al., 2004) y son una opción para las plantas durante su desarrollo, y se pueden suministrar en una sola aplicación (Aguilera-Rodríguez et al., 2016).

La fertilización soluble suele complementarse con la fertilización del medio de crecimiento y puede ajustarse con precisión en cada etapa de desarrollo de las plántulas (Reyes et al., 2018).

5.6.6 Deshierbe

El deshierbe continuo de los pasillos y al interior de los envases que contienen las plantas evitará problemas de competencia por luz, agua y nutrientes; además favorecerá condiciones de sanidad. Es importante tener cuidado con el número de plántulas lo más recomendable es mantener la más vigorosa. (CONAFORD.CONABIO).

5.6.7 composición nutricional

Las cualidades fisicoquímicas de la vaina del mezquite (*P. laevigata*) permiten visualizarla como un ingrediente alternativo en el enriquecimiento nutrimental de alimentos, debido a que el aporte de insumos que provienen del árbol de mezquite de la especie *P. laevigata*, principalmente de su fruto (vainas), lo plantean como una posible fuente sustentable de materia prima de alto valor nutrimental (Cerón-Ortiz et al., 2015).

Armijo-Nájera et al. (2019) mencionan que, el contenido nutricional puede variar considerablemente según el estado de madurez de la vaina y de una especie a otra. García-López et al. (2019) muestran la composición química de vainas y semillas (Tabla 4), obtenidas mediante un experimento en donde se evaluaron tres variantes de vainas de mezquite se diferenciaron según color, tamaño y forma. La variante A es de tamaño mediano, con segmentación poco pronunciada, coloración amarillenta con tonalidades moradas o rojizas, la variante B es de tamaño largo, con gran segmentación y coloración amarillenta, en ciertas ocasiones morada o rojiza; y la variante C es de tamaño pequeño, con pericarpio grueso y poca segmentación, de coloración amarillenta o paja (Figura 7).



Figura 7. Variantes A, B y C de vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*).

Tabla 4. Características nutrimentales (% MS) de tres variantes de la vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*) en el Altiplano Potosino de México.

Variante	MS	PC	FC	FDN	FDA	Cenizas	Grasa	CHO
A	90.40 ^a	8.84 ^b	17.59 ^a	29.10 ^a	20.19 ^a	4.03 ^b	4.00 ^a	49.20 ^a
B	90.78 ^a	10.28 ^a	16.88 ^a	27.09 ^a	19.92 ^a	4.20 ^a	3.90 ^a	48.10 ^a
C	90.60 ^a	8.14 ^b	15.01 ^b	23.92 ^b	17.68 ^b	3.61 ^c	3.80 ^a	48.90 ^a

Fuente: (García-López et al., 2019).

Por otro lado, [Armijo-Nájera \(2019\)](#) reportan la composición química de *Prosopis* spp con distinto nivel de maduración, inmaduro 65 días después de la floración y maduro 75 días después de la floración ([Tabla 5](#)).

Tabla 5. Composición química de vainas de mezquite con distinto nivel de maduración.

Vainas	MS (%)	FDA (%)	FDN (%)	CEN (%)	NT (%)	PC (%)	GRA (%)	FC (%)
Tiernas	87.838 ^a	28.501 ^a	40.589 ^a	3.7875 ^b	1.7937 ^{5^a}	11.209 ^a	0.063 ^{5^a}	0.1402 ^{5^a}
Maduras	85.275 ^a	30.918 ^a	43.9 ^a	4.1125 ^a	1.9287 ^{5^a}	12.056 ^{6^a}	0.07 ^a	0.1547 ^{5^a}

Fuente: (Armijo-Nájera et al., 2019).

Las diferencias entre ambas composiciones pueden deberse a las diferentes prácticas silvopastoriles, etapa de cosecha, madurez, edad de la planta etc.

5.6.8 fitoquímicos, en frutos de *Prosopis leavigata*

[Acosta-Salas et al. \(2020\)](#) mencionan que, el mezquite ha sido estudiado extensivamente revelando propiedades medicinales atribuidas a los alcaloides, flavonoides, terpenoides, saponinas y compuestos fenólicos distribuidos en las partes leñosas de la planta, así como en hojas y en polen.

En estudios realizados de mezquite (*Prosopis leavigata*) se evaluó como especie forrajera y se reportan un 2% de taninos y un 3.2% de fenoles, los cuales tienen efecto positivo sobre el pasaje ruminal de las proteínas, reciclaje de urea y sobre la producción y sanidad animal (González-Gómez et al., 2006).

Ramírez-Rojo et al. (2019) indican que, en algunas investigaciones se ha encontrado que los extractos obtenidos de cáscara, vainas, polen y hojas de plantas del género *Prosopis* spp. (*P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora* y *P. tanarugo*) poseen propiedades biológicas, entre las que se mencionan actividad antifúngica, antimicrobiana, analgésica, citotóxica, antiinflamatoria, anti-tumoral, antiviral, antialérgica, antidiarreica, antidiabética y antioxidante, las cuales están relacionadas con la presencia de alcaloides y compuestos fenólicos; de estos últimos se reportan apigenina, catequina, juliflorina, quercetina, kaempferol y mezquitol.

5.7 EXTRACTOS VEGETALES

Los extractos vegetales contienen compuestos químicos provenientes de la planta o de alguna parte de ella, los cuales presentan algún tipo de actividad benéfica o terapéutica. Dichos efectos en general provienen de la presencia de aceites esenciales, ácidos grasos, alcaloides, flavonoides, grasas, vitaminas, fibras minerales, proteínas y carbohidratos (Ardoino et al., 2018).

Según Carro et al. (2014) de los extractos vegetales es conocida una amplia variedad de compuestos que, como su nombre indica, son de origen vegetal, ciertas plantas producen y almacenan compuestos secundarios los cuales no están directamente implicados en su crecimiento, desarrollo o reproducción pero que pueden ser los responsables del olor o sabor de las plantas, sin embargo Cowan (1999) señala que, los metabolitos secundarios en muchos de los casos sirven como mecanismos de defensa de las plantas contra la depredación de microorganismos,

insectos y herbívoros. Los terpenoides dan a las plantas sus olores; otros (quinonas y taninos) son responsables de la pigmentación vegetal. Muchos compuestos son responsables del sabor de las plantas por ejemplo (capsaicina).

5.7.1 Extractos vegetales como promotores de crecimiento

En los últimos años ha incrementado la búsqueda de productos naturales con acción antibacteriana y promotores de crecimiento en diferentes especies de interés zootécnico, es por ello que se han desarrollado agentes alternativos como probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, extractos vegetales entre otros.

Los extractos vegetales son una alternativa al uso de antibióticos que ayudan a mejorar los índices productivos, tanto como promotores de crecimiento como para la mejora de la producción (Pereira et al., 2017).

Prosdócimo et al. (2010) indican que, se han estudiado algunos componentes vegetales, especialmente derivados del orégano (*Origanum vulgare*) para el control de agentes bacterianos, parasitarios y como estimulantes del crecimiento en producción avícola sin embargo en la mayoría de los casos no se conoce con exactitud cuál es el principio activo que produce los efectos benéficos sobre la salud de los animales, pudiéndose encontrar polifenoles (taninos, ligninas y flavonoides).

5.7.2 Extractos vegetales en la calidad de la carne

Dentro de la industria cárnica y sus productos son utilizados aditivos de origen sintético con actividad antioxidante (AOX) y antimicrobiana (AMA), sin embargo, existe la tendencia a disminuir su uso, debido a que en concentraciones inadecuadas provocan efectos adversos en la salud humana, es por eso que, existe un gran interés por la obtención y uso de extractos de origen natural ricos en fitoquímicos con propiedades AOX y AMA, similares a los aditivos sintéticos (Ramírez-Rojo et al., 2018)

Según [Bellés et al. \(2018\)](#) los extractos de plantas con propiedades antioxidantes son utilizados con el fin de incrementar la vida útil de la carne debido a que los antioxidantes son compuestos que consiguen retrasar o inhibir las reacciones de oxidación mediante su acción en el inicio o en la propagación de las mismas, la acción inhibitoria de los extractos de plantas sobre las reacciones oxidativas se debe principalmente a la existencia de compuestos fenólicos en su composición los cuales proporcionan una buena alternativa a los antioxidantes sintéticos.

5.7.3 Extractos vegetales en la sanidad animal

La búsqueda de alternativas naturales al uso de antibióticos convencionales en los últimos años ha cobrado gran importancia en los sistemas de producción, debido a que el uso de antibióticos está más restringido, no solo su empleo como promotores de crecimiento sino para el tratamiento de patologías por la resistencia que han generado ([Pereira et al., 2017](#)).

[Ardoino et al. \(2018\)](#) mencionan que, la resistencia a los antimicrobianos no está asociada mayormente a los residuos que pudieran encontrarse en carne o huevos, sino al desarrollo de resistencias bacterianas en los mismos animales, las cuales pueden provocar fallos terapéuticos en tratamientos veterinarios. También existe el riesgo de transferencia de esas bacterias resistentes de los animales al hombre, la resistencia a los antimicrobianos, se debe especialmente a la utilización excesiva e indebida de los antimicrobianos en animales. Especialmente la administración de dosis subterapéuticas durante largo tiempo, lo que crea condiciones ideales para las resistencias es por ello la importancia de encontrar compuestos que generen los mismos resultados beneficiosos en la producción que los antimicrobianos como promotores de crecimiento, sin los efectos adversos del uso de éstos para tal fin.

Algunas de las plantas producen y almacenan compuestos secundarios que ejercen actividad benéfica en el organismo humano y animal ([carro et al., 2014](#)). Por lo tanto, [Toribio et al. \(2017\)](#) indican que, se ha dado gran importancia a la investigación de

compuestos naturales, principalmente en los metabolitos secundarios de las plantas, ya que la mayoría de estos son útiles como compuestos medicinales de los cuales se han identificado algunos componentes antimicrobianos tales como Fenoles, terpenoides, aceites esenciales, alcaloides, poliacetilos, lecitinas, polipéptidos, flavonoides, quinonas, flavonas, y taninos las cuales son sustancias totalmente seguras para el animal y el consumidor.

Dichos compuestos son benéficos debido a su actividad antioxidante y sus efectos favorables sobre enfermedades cardiovasculares, procesos inflamatorios y tumorales, sin embargo, entre sus propiedades medicinales más destacadas son como estimulantes digestivos, antisépticos y antimicrobianos [Carro et al. \(2014\)](#).

Es por ello que se considera una alternativa muy interesante al empleo de antibióticos en alimentación animal, sobre todo teniendo en cuenta la gran preocupación que existe acerca de la resistencia antimicrobiana en la salud pública y animal [\(Pereira et al., 2017\)](#).

5.8 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE POLLO

Actualmente, la carne de pollo es considerada uno de los alimentos más saludables para el consumo humano, debido al alto aporte proteico (22%) y bajo contenidos de lípidos (4 a 5 %), esto sumado a un precio relativamente más bajo frente a las demás carnes hacen del pollo la segunda carne más preferida, luego del cerdo, a nivel mundial [\(Rodríguez, 2011\)](#).

[Hernández et al. \(2010\)](#) mencionan que, la carne de pollo tiene diversas propiedades organolépticas y nutricionales para el consumidor; posee proteínas de alta calidad debido a que contiene todos los aminoácidos esenciales en la dieta del humano; contiene niacina y es una fuente moderada de riboflavina, tiamina, ácido

ascórbico, sodio, potasio, magnesio, calcio, hierro, fósforo, azufre, cloro y yodo. Sus fibras son suaves y fáciles de digerir.

5.8.1 Calidad de la carne

Para poder definir calidad de carne, principalmente debemos definir que es carne puesto que de acuerdo a sus componentes pueden ser alteradas las características que la consideran de calidad, así como a sus productos cárnicos, entonces se entiende que carne es el tejido muscular obtenido después de la matanza de los animales y que dicho tejido está compuesto por agua, proteínas, lípidos, minerales y carbohidratos (Shah et al., 2014).

El deterioro de la calidad de la carne es debido a los cambios químicos y microbianos sin embargo la forma más común del deterioro de la carne y sus derivados es por la oxidación de lípidos, sin embargo, Shah et al. (2014) mencionan que, la oxidación de lípidos se puede reducir con la utilización de antioxidantes para así poder mejorar la calidad y la vida útil de dichos productos.

El concepto de calidad de la carne es la suma de todas las características que tiene un producto alimenticio las cuales influyen en su aceptabilidad o preferencia por el consumidor (Temprado, 2005) sin embargo, Sánchez et al. (2019) mencionan que, ante las tendencias y exigencias actuales del mercado se han aceptados tres conceptos de calidad: la calidad higiénico-sanitaria o seguridad alimentaria, la calidad organoléptica o sensorial y la calidad nutricional, dictada por el valor nutritivo de algún producto.

El término calidad de carne hace referencia a las propiedades deseables que tiene un producto por los consumidores, por lo tanto, de sus características dependerá su aceptación por parte del consumidor. Las características fisicoquímicas son importantes para determinar la calidad de la carne (pH, capacidad de retención de agua, pérdida por goteo, color, textura y rendimiento), dichas características pueden

ser afectadas por factores intrínsecos como la genética y extrínsecos como como la estación, el estrés previo al sacrificio, entre otros (Bautista et al., 2016).

Según Waskar et al. (2009) para el consumidor la apariencia es el criterio principal en el momento de definir la preferencia en la compra, selección y evaluación inicial en la calidad de la carne. Las propiedades organolépticas de la carne se definen como aquellos atributos percibidos por el consumidor en el momento de su consumo (Sánchez et al., 2019). Entre los atributos que más influyen en la satisfacción, destacan los relacionados con la textura, jugosidad, color, olor, firmeza, terneza y el sabor dichos atributos son las características más importantes y perceptibles de la carne que influyen en el juicio de calidad antes y después de comprar un producto cárnico (Mir et al., 2017).

5.8.2 pH

El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne, ya que puede afectar varias de sus cualidades (color, capacidad de retención de agua, etc.). El pH es un valor que determina si una sustancia es acida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrogeno presentes en una disolución. El pH se mide en una escala de 0 a 14, en la cual 7 indica sustancia neutra, valores de pH debajo de 7 nos indican sustancia acida, y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica (Zimmerman, 2008).

León et al. (2018) mencionan que, el valor del pH se disminuye tras la muerte del animal, principalmente, debido a la degradación del glucógeno a ácido láctico, una reacción en la que el músculo trata de producir energía en ausencia de oxígeno. El pH del músculo de animales sanos y vivos es de alrededor de 7.04. Por otro lado, Temprado (2005) indica que, el valor normal de pH "in vivo" es cercano a la neutralidad de 7.0 a 7.2, en las 3-4 primeras horas desciende a 6.15 (pechuga) y

6.40 (contra muslo), llegando a valores finales de: 5.70 (pechuga) y 5.90 (contra muslo) a las 24 horas post-mortem.

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, la interrupción de la circulación sanguínea genera el agotamiento del oxígeno en los tejidos y un aumento del metabolismo celular anaeróbico. En un esfuerzo por conservar el suministro de energía en la célula, el músculo comienza a degradar glucógeno y producir ácido láctico por medio de los procesos de glucogenólisis y glucólisis. La acumulación de ácido láctico como producto del metabolismo celular produce una caída del pH en el músculo desde valores cercanos a 7,0 hasta valores de pH entre 5,5 y 5,6 en la carne (Hargreaves et al., 2004).

5.8.3 Color

El color de la carne es el principal factor que incita al consumidor para la selección de un producto cárnico, siendo el contenido de la hemoglobina y la mioglobina un factor determinante en su color (Cori et al., 2014).

Albertí et al. (2016) nos dicen que, la mioglobina es una proteína la cual no circula en la sangre si no que se fija en las células del tejido y es roja en color. Cuando la mioglobina se mezcla con el oxígeno se convierte en oximioglobina de la cual se obtiene un color (rojo brillante) sin embargo, cuando la carne es envasada al vacío, sin oxígeno se convierte en desoximioglobina obteniendo un color (purpura) y finalmente cuando la carne es expuesta a la luz, como también al contacto continuo de la mioglobina y la oximioglobina producen la formación de la metmioglobina con un color (rojo-marrón).

El color en la carne cruda de aves puede variar de blanco azulado a amarillo. Todos estos colores son normales, dicha coloración está directamente relacionada por la edad del animal, la especie, el sexo, la dieta y aun el tipo de ejercicio que realiza el animal. Los animales más jóvenes poseen menos grasa debajo de la piel, lo cual

puede otorgar un color azul, y una piel amarilla puede ser el resultado de ranúnculos en la alimentación (USDA, 2008). Sin embargo, Albertí et al. (2016) mencionan que, los principales factores que afectan el color de la carne de las aves de corral son la genética, alimentación, manipulación, estrés, estrés por calor, frío, condiciones de sacrificio, enfriamiento, procesamiento y pH.

La medición del color de los músculos (*pectoralis magrus* y *glutaeus major*) pueden obtenerse mediante un colorímetro Minolta determinándose los parámetros de color: L*= claro (Luminosidad), a*=rojizo (coordenada rojo-verde), b*=amarillento (coordenada amarillo-azul), la determinación puede realizarse con y sin piel (Sanchis et al., 2009).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización

La presente investigación se realizó en Tejupilco Estado de México.

El municipio de Tejupilco se localiza entre los paralelos $18^{\circ} 46'$ y $19^{\circ} 01'$ de latitud norte; los meridianos $100^{\circ} 00'$ y $100^{\circ} 32'$ de longitud oeste; altitud entre 500 y 2 700 msnm (Figura 8). La región presenta un clima semicálido subhúmedo, con un rango de temperatura de $14 - 28^{\circ}\text{C}$ y una precipitación pluvial de 1 000 – 1 700 mm.

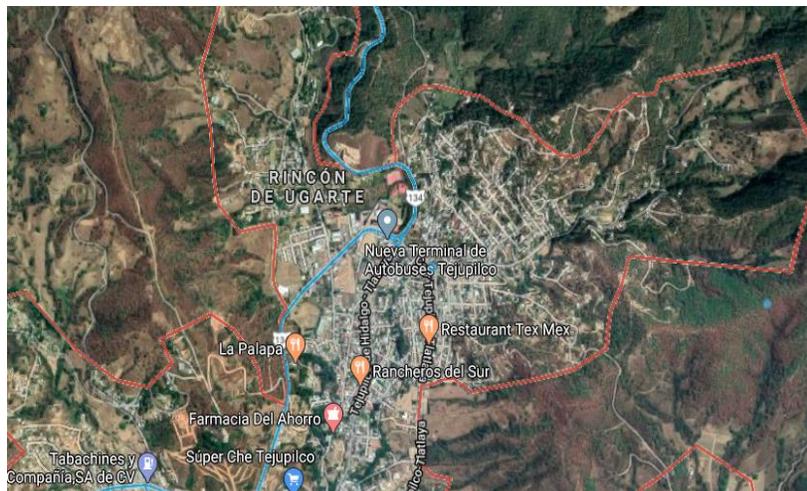


Figura 8. Localización

6.1.1 Extracto

Se utilizó la fracción acuosa de un extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) incorporándolo en el agua de bebida para los pollos de engorde línea Cobb 500 (Figura 9). Utilizando dos niveles de dicha fracción con los siguientes tratamientos: Tratamiento 1 (T1) con 0.5 mg, Tratamiento 2 (T2) con 10 mg /L de agua, frente a un testigo con 0 mg/L de agua.



Figura 9. Extracto de Mezquite (*Prosopis leavigata*).

6.1.2 Material Biológico

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó un total de 84 pollos de la línea Cobb 500 de quince días de edad y un peso vivo promedio de 351 g, los cuales en su fase de iniciación se manejaron acorde con los fundamentos de crianza Cobb, hasta la tercera semana de edad, luego fueron identificados marcados individualmente con anillos de diferente numeración para facilitar el manejo y el registro de datos de las variables a evaluar. Los animales fueron alojados en jaulas de las siguientes medidas 1m de longitud y 0.80m de altura (Figura 10), utilizando un total de 21 jaulas las cuales fueron adaptadas con materiales rústicos como

madera, costales y malla pollera, adicionalmente se les adaptó un foco por jaula, en cada una fueron integrados 4 animales por jaula, en las mismas se incorporó dos comederos de plástico tipo rectangular con una capacidad de 0.500g c/u y un bebedero tipo campana con una capacidad de 4 litros en donde se suministraba diariamente el agua de bebida.



Figura 10. Material biológico.

6.1.3 Programa sanitario

Para el programa sanitario, el galpón fue limpiado y desinfectado para eliminar todos los agentes patógenos de origen avícola y/o humano y así mismo minimizar las bacterias residuales, los virus, y parásitos que pudieran encontrarse en el sitio. La limpieza y desinfección de la instalación y equipos se realizó con productos alógenos, alcalinos, cuaternarios de amonio y fenoles.

El lugar fue lavado antes de la llegada de los pollos con productos a base de cuaternarios de amonio (Jabón) para remover la suciedad que se encontraba en el sitio y en los equipos, el lavado se realizó con detergente espumoso ya que es de rápida acción, poco tóxico, no tiene efecto residual y es económico, el equipo fue

lavado y expuesto al sol, finalmente se aplicó fenoles (Creolina) utilizando una dilución al 3%.

La desinfección se realizó ya que la caseta se encontraba totalmente limpia y seca, ya que los desinfectantes reducen su potencia o no son efectivos en presencia de suciedad o materia orgánica. Durante la desinfección se cerró absolutamente todo el galpón y se pulverizó manualmente (con mochila de fumigación).

El desinfectante que se utilizó fue a base de fenoles (Creolina) la cual está compuesta principalmente por fenol (ácido fénico) y cresol (ácido cresílico). Además de que es de amplio espectro, tiene rápida acción, es eficaz en presencia de materia orgánica, tiene poder de penetración, es soluble en agua y es compatible con otros.

Finalmente fueron blanqueadas las paredes internas, así como el piso con una capa fina de un producto Alcalino (Cal).

6.1.4 Dieta experimental

Para el desarrollo de la presente investigación, se evaluó el comportamiento productivo en pollo de engorde en dos etapas productivas crecimiento que comprendió del día 15 al día 25 y finalización que inició desde el día 25 hasta comprender las seis semanas de edad, el alimento se ofrecían en tres frecuencias de alimentación a las horas 7:00 am, 2:00 pm y 7:00 pm en las dos primeras frecuencias fue ofrecido un 30% de la cantidad total diaria y en la tercera fracción se proporcionó el 40% de la cantidad total debido a que existe mayor cantidad de horas entre la última y la primera frecuencia de alimentación siguiente. La dieta que se ofreció fue acorde con los requerimientos nutricionales del pollo de engorde utilizando alimento comercial para cada una de las diferentes fases (Tabla 6, 7, 8).

Tabla 6. *Alimento iniciación según análisis de garantía de la casa comercial.*

Proteína cruda, mínimo	22.00%
Grasa cruda, mínimo	4.00%
Fibra cruda, máximo	4.00%
Cenizas, máximo	6.00%
Humedad, máximo	12.00%
E. L. N., Por diferencia	52.00%

Fuente: (Tepexpan, 2020).

A partir de los 15 días de edad se suministró Pollo crece en presentación paletizado.

Tabla 7. *Alimento Pollo crece según análisis de garantía de la casa comercial.*

Proteína cruda, mínimo	19.00%
Grasa cruda, mínimo	4.00%
Fibra cruda, máximo	4.50%
Cenizas, máximo	5.50%
Humedad, máximo	12.00%
E. L. N., Por diferencia	55.00%

Fuente: (Tepexpan, 2020).

Las semanas subsiguientes hasta finalizar el estudio, se suministró Pollo Expendido Color en una presentación de paletizado.

Tabla 8. *Alimento Pollo Expendido Color según análisis de garantía de la casa comercial.*

Proteína cruda, mínimo	14.00%
Grasa cruda, mínimo	3.50%
Fibra cruda, máximo	5.00%
Cenizas, máximo	6.00%
Humedad, máximo	12.00%
E. L. N., Por diferencia	59.50%

Fuente: (Tepexpan, 2020).

6.1.5 Desarrollo del sacrificio

Los pollos línea Cobb 500 fueron sacrificados a los 45 días de edad con un peso vivo medio de 2.400 kg. Los pollos sacrificados se desangraron aproximadamente durante 3 minutos posteriormente fueron metidos en agua caliente para poder realizar el desplume y evisceración para obtener el peso de cada una de estas. Después de la evisceración las canales calientes se pusieron sobre un área ventilada durante 30 minutos posteriormente fueron pesadas para obtener el peso de la canal caliente y a los 45 minutos se midió el pH en *Musculus glutaeus major* (Figura 11) y *Musculus pectoralis magrus* (figura 12).

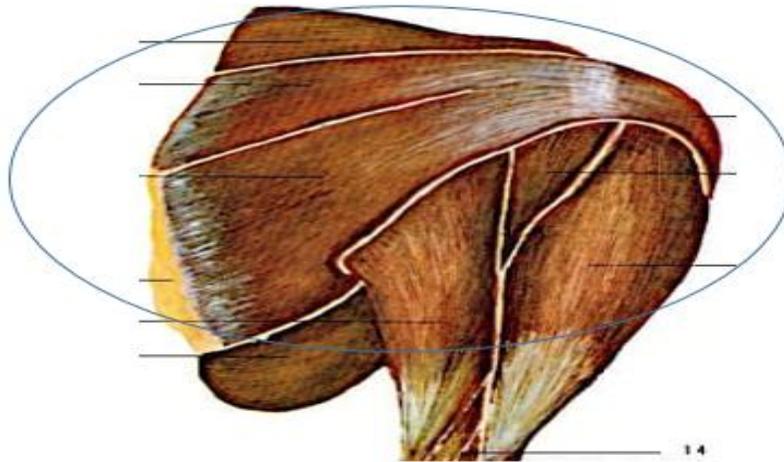


Figura 11. *Musculus glutaeus major*.

Una vez que se obtuvo el peso de la canal caliente y el pH a los 45 minutos las canales fueron almacenadas en refrigeración a 4°C para realizar las mediciones de pH y color en los siguientes tiempos *post mortem*: 24h.

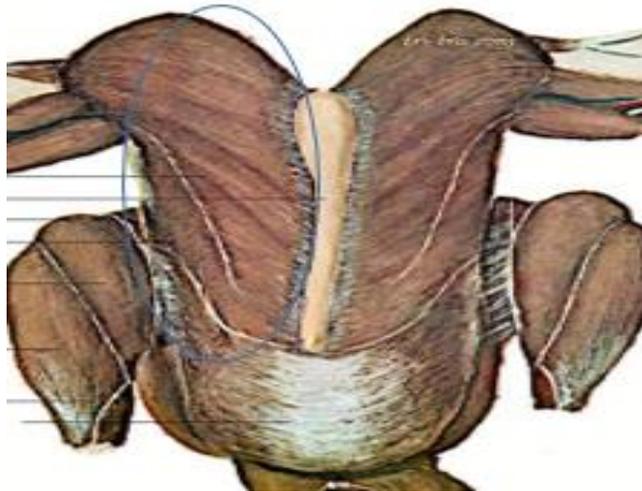


Figura 12. Musculus pectoralis magrus.

6.1.6 Evaluación de la calidad de la carne

La calidad de la carne de las aves fue evaluada por medio del pH y color a los 45 minutos y a las 24 horas *post mortem*. El pH de los músculos (*Pectoralis magrus* y *glutaeus major*) en los diferentes tiempos *post mortem* se determinó mediante un potenciómetro (Figura 13) equipado de un electrodo de pH FC 232D pre-amplificado (Medidor HACCP De pH HI 99163). La medida se realizó una vez calibrado el equipo eligiendo para todas las muestras puntos similares en el músculo.



Figura 13. Potenciómetro Meat pH meter.

El análisis de color se midió mediante un colorímetro (Figura 14) KONICA MINOLTA determinándose los parámetros de color: L*= claro (Luminosidad), a*=rojizo (coordenada rojo-verde), y b*=amarillento (coordenada amarillo-azul). El análisis de color se midió en el músculo (*Pectoralis magrus* y musculo *glutaeus major*) con y sin piel a las 24 horas *post mortem*.



Figura 14. Colorímetro KONICA MINOLTA.

6.2 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DCA), con 3 tratamientos incluyendo el control, 7 repeticiones por tratamiento y 4 aves por replica, para un total de 84 pollos de la línea Cobb 500, de 15 días de edad.

6.2.1 Esquema del experimento

En el (Tabla 9), se presenta la distribución de los tratamientos con el factor y su respectivo nivel.

Tabla 9. *Diseño experimental*

Factor	Nivel	Tratamiento	Animales/ trat	Replicas
Dieta control	0 mg/ L	T0	28	T0R1-T0R7
Extracto vegetal	0.5 mg/L	T1	28	T1R1-T1R7
Extracto vegetal	10 mg/L	T2	28	T2R1-T2R7

Fuente: (Autor, 2021).

6.3 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (Inclusión de una de fracción acuosa de extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*)).

B_j = Efecto de los bloques

E_{ij} = Error experimental.

6.4 Análisis estadístico

Los datos de campo obtenidos en la investigación, se tabularon en el programa Excel office 2010, y el análisis de varianza (ANOVA), mediante el Software estadístico (SAS, 2006). La separación de medias se realizó según TUKEY a los niveles de significancia de $p < 0,05$, lo cual permitió detectar el mejor tratamiento.

6.5 Variables de estudio

Las variables que se evaluaron en la presente investigación, fueron: Respuesta productiva, Calidad de la canal y calidad de carne (Tabla 10, 11, 12, 13).

Tabla 10. Categorización de las variables de comportamiento productivo de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Material utilizado	Metodología
Peso inicial	Cuantitativa continua	Gramos	Balanza digital	Los animales se pesaron al inicio del experimento (15 días) para obtener su peso inicial.
Ganancia total de peso	C. continua	Gramos	Báscula	La GTP se estimó por diferencia de pesos, entre el peso final menos el peso inicial. Peso final – peso inicial
Consumo de alimento	C. continua	Gramos	Báscula	El CTA se determinó con la siguiente fórmula: Alimento ofrecido (g) – Alimento rechazado (g)
Consumo de materia seca MS	C. continua	Gramos	Báscula	El CMS se estimó utilizando la siguiente fórmula: Consumo total promedio*.88
Peso final	C. continua	Gramos	Báscula	Los animales fueron pesados antes del sacrificio para así obtener su peso final.

Conversión alimenticia	C. continua	Gramos	Báscula	Se determino mediante la relación entre el consumo de alimento total sobre la ganancia de peso total.
				<u>Alimento consumido (kg)</u>
				Ganancia de peso total (kg)
Eficiencia alimenticia	C. continua	%	Bascula	La E.A se estimó considerando la ganancia total de peso entre el consumo total de alimento por cien.
				<u>Ganancia total de peso</u>
				Consumo total de alimento*100

Tabla 11. Categorización de las variables de menudencias de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Material utilizado
P. patas	C. continua	Gramos	Bascula
P. cabeza	C. continua	Gramos	Bascula
P. riñón	C. continua	Gramos	Bascula
P. hígado	C. continua	Gramos	Bascula
P. corazón	C. continua	Gramos	Bascula
P. Grasa abdominal	C. continua	Gramos	Bascula

Tabla 12. Categorización de las variables de las características de la canal y cortes de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable	Tipo de variable	Unidad de medida	Material utilizado
<i>Calidad de la canal</i>			
Peso canal caliente 30min	C. continua	Kilogramos	Báscula
Peso canal fría 24 h	C. continua	Kilogramos	Báscula
Rendimiento comercial	C. continua	Kilogramos	Báscula
<i>Peso de cortes</i>			
Pechuga	C. continua	Gramos	Báscula
Pierna	C. continua	Gramos	Báscula
Alas	C. continua	Gramos	Bascula
Rabadilla o lomo	C. continua	Gramos	Bascula
Huacal	C. continua	Gramos	Báscula
Pescuezo	C. continua	Gramos	Bascula

Tabla 13. Categorización de las variables de calidad de la carne de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Indicador	Tipo de variable	Escala	Material utilizado
Musculus pectoralis magrus	C. continua		
pH45min		Escala	Potenciómetro
pH24h		Escala	Potenciómetro
Musculus glutaesus major	C. continua		
pH45min		Escala	Potenciómetro
pH24h		Escala	Potenciómetro
Color M. 24h	Cualitativa continua	L*a* b*	Calorímetro

VII. RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla 14), al realizar el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) por efectos de los diferentes niveles de inclusión del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) dentro de los parámetros zootécnicos como peso vivo inicial, consumo total de alimento, consumo diario de alimento, consumo de materia seca, ganancia total de peso, peso vivo final, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia.

Tabla 14. Comportamiento productivo de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable/Tratamiento	Niveles de adición de (<i>Prosopis leavigata</i>)			EEM	P
	0	.5	10		
PVI kg	0.430	0.427	0.428	0.006	0.746
CTA kg	5.595	5.812	5.858	0.435	0.503
CDA kg	186.489	193.686	195.233	14.509	0.504
CMS kg	4.922	5.111	5.154	0.382	0.504
GTP kg	2.111	2.064	2.161	0.098	0.223
PVF kg	2.540	2.492	2.588	0.100	0.246
CA (%)	2.665	2.820	2.704	0.262	0.536
EA (%)	38.033	35.754	37.493	3.758	0.514

Diferente literal entre columnas indica diferencias estadísticas, EEM error estándar de la media, PVI peso vivo inicial, CTA consumo total de alimento, CDA consumo diario de alimento, CMS consumo de materia seca, GTP ganancia total de peso, PVF peso vivo final, CA conversión alimenticia, EA eficiencia alimenticia.

Como se muestra en la (Tabla 15), los resultados obtenidos de las menudencias como: Peso vivo inicial, peso vivo final, peso patas, peso cabeza, peso riñón, peso hígado, peso corazón y peso de grasa abdominal, por efecto de los diferentes niveles de inclusión del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*), no registraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$).

Tabla 15. Efecto de la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) en las menudencias de pollos Cobb 500.

Variable/Tratamiento	Niveles de adición de (<i>Prosopis leavigata</i>)			EEM	P
	0	.5	10		
PVI kg	0.430	0.427	0.428	0.006	0.746
PVF kg	2.540	2.492	2.588	0.100	0.246
P. patas g	95.131	91.500	92.857	5.655	0.499
P. cabeza g	56.560	56.463	59.096	2.530	0.129
P. riñón g	3.464	3.321	3.488	0.416	0.726
P. hígado g	57.476	57.071	60.453	4.899	0.398
P. corazón g	15.310	15.070	15.821	1.038	0.411
P. grasa abdominal g	51.714	47.096	52.761	6.544	0.265

Diferente literal entre columnas indica diferencias estadísticas, PVI peso vivo inicial, PVF peso vivo final, peso de patas, peso de cabeza, peso de riñón, peso de hígado, peso de corazón, peso de grasa abdominal.

En el análisis estadístico de las características de la canal y cortes de pollo, no se observó diferencia significativa entre tratamientos ($p > 0.05$) ya que en los tres tratamientos las características de la canal y cortes de pollo por efecto de los diferentes niveles de inclusión del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) generaron datos similares (Tabla 16).

Tabla 16. Características de la canal y cortes de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable/Tratamiento	Niveles de adición de (<i>Prosopis leavigata</i>)			EEM	P
	0	.5	10		
PVI kg	0.430	0.427	0.428	0.006	0.746
PVF kg	2.540	2.492	2.588	0.100	0.246
PCC kg	1.914	1.852	1.931	0.079	0.195
PCF kg	1.870	1.822	1.895	0.075	0.224
RC kg	73.602	73.164	73.212	1.264	0.780
P. pechuga g	0.617	0.587	0.615	0.043	0.371
P. piernas g	0.525	0.508	0.535	0.022	0.120
P. alas	0.194	0.192	0.192	0.011	0.963
P. rabadilla	0.224	0.217	0.222	0.016	0.705
P. huacal	0.180	0.180	0.181	0.014	0.976
P. pescuezo	0.182	0.187	0.160	0.110	0.886

Diferente literal entre columnas indica diferencias estadísticas, PVI peso vivo inicial, PVF peso vivo final, PCC peso de la canal caliente, PCF peso de la canal fría, RC rendimiento comercial, peso de pechuga, peso de piernas, peso de alas, peso de la rabadilla, peso del huacal, peso del pescuezo.

En los valores medios obtenidos de los parámetros de color L*, a* y b* (Tabla 17), al realizar el análisis estadístico se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos al adicionar el extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*), en color *M. pectoralis magrus* con piel (CP) en la escala de a*, color *M. glutaeus major* (CP) en la escala de a* y en color *M. glutaeus major* sin piel (SP) en la escala de b*, en cuanto a los demás parámetros no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$).

Tabla 17. Características de las variables de calidad de la carne de pollos Cobb 500 adicionados con la fracción acuosa del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*).

Variable/Tratamiento	Niveles de adición de (<i>Prosopis Leavigata</i>)			EEM	P
	0	.5	10		
<i>Musculus pectoralis magrus</i>					
pH45min	6.154	6.155	6.084	0.171	0.680
pH24h	5.951	5.972	5.985	0.101	0.817
<i>Musculus glutaeus major</i>					
pH45min	6.271	6.248	6.248	0.159	0.953
pH24h	6.220	6.151	6.204	0.058	0.114
Color <i>M. pectoralis magrus</i> CP					
L *24h	55.791	56.310	54.631	1.473	0.134
a *24h	5.737b	7.545a	7.811a	1.221	0.015
b *24h	25.016	27.944	26.366	2.567	0.144
Color <i>M. pectoralis magrus</i> SP					
L *24h	46.148	47.152	46.644	1.646	0.539
a *24h	3.927	4.688	5.008	0.998	0.157
b *24h	13.557	14.978	15.350	1.339	0.063
Color <i>M. glutaeus major</i> CP					

L *24h	56.246	55.209	53.477	1.984	0.064
a *24h	8.560b	9.670ba	10.677a	1.382	0.043
b *24h	26.630	28.039	26.796	2.380	0.501
Color <i>M. glutaeus major</i> SP					
L *24h	48.498	48.562	48.505	1.774	0.997
a *24h	4.134	4.861	4.932	0.785	0.151
b *24h	8.561b	9.890ba	10.401a	1.095	0.022

Diferente literal entre columnas indica diferencias estadísticas, *Musculus pectoralis magrus* pH45 minutos y pH24 horas, *Musculus glutaeus major* pH 45 minutos y pH24 horas, Color *Musculus pectoralis magrus* con piel (L*, a*, b* 24h), Color *Musculus pectoralis magrus* sin piel (L*, a*, b* 24h), Color *Musculus glutaeus major* con piel (L*, a*, b* 24h) y Color *Musculus glutaeus major* sin piel (L*, a*, b* 24h).

VIII. ANALISIS Y DISCUSIÓN

8.1 Comportamiento productivo

Los resultados del comportamiento productivo como son: peso vivo inicial, consumo total de alimento, consumo diario de alimento, consumo de materia seca, ganancia total de peso, peso vivo final, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia (Tabla 14), en donde se aplicó el extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). Sin embargo, difiere de un estudio realizado por (Guerra et al., 2008) en donde reportan una mejor conversión alimenticia con la utilización del aceite de orégano (*Oreganum vulgare*) en ganado porcino, lo cual permite al productor cambiar el uso de antibióticos comerciales por productos naturales y al consumidor obtener productos más sanos ya que con los APC, los microorganismos desarrollan resistencia a estos antibióticos. Esto coincide con lo informado por (Ayala et al., 2006) quienes también utilizaron orégano (*Oreganum vulgare*) en pollos de engorde reportando que mejoro significativamente la conversión alimenticia.

Otro estudio realizado por (Livaque et al., 2017) en donde adicionaron orégano (*Oreganum Vulgare*) al 1% en la dieta de los pollos de engorde obtuvieron mejoras en los parámetros productivos, obteniendo consumos de alimento de 4.45 kg, ganancias de peso de 2.55 kg y conversión alimenticia de 1.78. Esto se justifica en el reforzamiento de la colonización de la bacteria ácido lácticas en el intestino lo que favorece el pH ácido en el tracto gastrointestinal y con ello el fenómeno de exclusión competitiva.

Los anteriores trabajos indican que los extractos vegetales pueden ofrecer resultados alternativos y prometedores cuando se utilizan como aditivos.

8.1.1 Características de la canal y cortes de pollo

Con base a los análisis sobre las características de la canal y cortes de pollo, en donde se hizo la inclusión del extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) en el agua de bebida para pollos no se observaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en los diferentes indicadores como son: peso de la canal caliente, peso de la canal fría, rendimiento comercial y cortes primarios (Tabla 16). El peso medio de los animales antes del sacrificio fue: T0= 2.540, T1=2.492, T2= 2.580, las diferencias de peso entre estos tratamientos no se manifestaron en el rendimiento de las canales dichos rendimientos fueron: T0= 73.60, T1=73.16, T2=73.21 Sin embargo, el mayor rendimiento comercial se obtuvo en el tratamiento testigo, aunque las diferencias entre grupos no son significativas ($p > 0.05$). sin embargo, esto se asemeja con un trabajo elaborado en Argentina por (Gómez et al., 2016) en donde incluyeron en las dietas para pollos parrilleros (*Moringa oleifera*) a razón de (T0= 0%, T1= 4%, T2 =8%) en donde el rendimiento comercial obtenido fue: T0= 74.20, T1= 73.93, T2=70.93, mostrando en su estudio que la inclusión de moringa en las dietas no produjo efectos sobre la composición corporal, incluyendo el rendimiento de la canal y cortes comerciales.

Por otro lado, otro estudio realizado por (Piñón et al., 2015) en donde evaluaron la inclusión de aceite esencial de orégano en el agua de bebida sobre el rendimiento de la canal y carne, en donde los tratamientos fueron: T1= 0, T2= 100, T3= 200, T4= 400 p.p.m. reportaron que no encontraron efecto sobre el rendimiento de la canal.

En este sentido, Najafi y Toriki (2010) no encontraron diferencias significativas en los pesos de pechuga, muslos y piernas de los pollos alimentados con 200mg/kg al incluir tres aceites esenciales (tomillo, canela y clavo). Lo anterior pudiera deberse a que las dosis utilizadas no fueron lo suficientemente altas para poder modificar el rendimiento de las canales, esto se debe a que otros autores reportan que la inclusión de 700 p.p.m. de aceite esencial de timo (Fotea et al., 2009) de una mezcla de aceites esenciales mejora la ganancia diaria de peso, peso de la canal,

rendimiento de la canal y peso final con rendimientos de la canal de hasta 74.97%. Esto indica que estos aceites pueden ser un producto natural potencial como promotor de crecimiento usado en pollos de engorda.

8.1. 2 calidad de la canal

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre las características de la canal en donde se aplicó el extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) no presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$). sin embargo, en todos los casos el pH de la carne del muslo fue superior al pH de la pechuga (Tabla 17). Estos datos concuerdan con los resultados obtenidos por Cori et al. (2014) en su estudio, en donde obtuvieron un pH para pechuga de $5,93 \pm 0,17$ y $6,32 \pm 0,30$ para pierna, indicando un pH similar en comparación con el presente trabajo.

Karaoğlu et al. (2006) en su estudio realizado obtuvieron valores de pH de 6.25 ± 0.12 1h post-mortem y valores de 5.97 ± 0.16 a las 24h post-mortem obteniendo estos resultados de pollos alimentados con probióticos. Dichas muestras presentaron un pH normal, lo que denota un buen manejo ante mortem.

Gómez-Portilla et al. (2016) en su estudio muestran rangos de pH considerados como normales para la pechuga de pollo los cuales pueden variar entre 5.5 y 6.18 en el musculo de pollo fresco, mencionan que un pH por encima de 6.18 se debe a que su almacenamiento y refrigeración fueron inadecuados cabe destacar que un pH menor de 5.4 indicaría una carne (PSE). Por otro lado, Qiao et al. (2002), determinaron que el valor promedio de pH de la carne de pechuga de pollo de engorde, es de $5,96 \pm 0,03$. Por lo anterior, se puede decir que las muestras se encontraron en los rangos normales de pH.

8.1. 3 color de la carne

Los valores medios obtenidos en el color en la pechuga y el muslo de pollo en función a el extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) adicionado en el agua de bebida, tuvieron efecto ($p < 0.05$) sobre a^* y b^* (Tabla 17).

Quiao et al. (2002) establecieron como parámetros de L^* para carne de ave normal, valores $48 < L^* < 51$; carne pálida, blanda y exudativa, $L^* > 53$; y carne oscura, firme y seca, $L^* < 46$. En el presente estudio los valores de L^* fueron menores a 48 y mayores a 53, lo cual corresponde a valores entre carne de ave normal y carne pálida, blanda y exudativa, sin diferencias significativas ($P \geq 0,05$) entre tratamientos. Los valores de luminosidad para la carne de pollo de este estudio, son inferiores a los reportados por Karaoğlu et al. (2006) quienes obtuvieron valores para L^* (luminosidad) de 66.09 ± 4.11 . a las 24h post-mortem con la utilización de probióticos en la alimentación de las aves. Sin embargo, fueron similares a los datos repostados en el estudio realizado por Zamora et al. (2015).

El color de la carne está relacionado directamente con el contenido de mioglobina, Qiao et al. (2002), reportan valores promedios como normales para L^* : 62.07 ± 0.54 , a^* : 4.38 ± 0.22 y b^* : 9.68 ± 0.25 . los cuales se asemejan a lo hallado por Cori et al. (2014) quienes obtuvieron valores para a^* : 3.61 ± 1.77 y b^* : 9.92 ± 0.99 . sin embargo, dichos datos difieren de los resultados obtenidos en el presente estudio ya que en la pechuga de pollo con piel se encontraron valores mayores a los establecidos, dentro de los tratamientos de mayor inclusión de mezquite en donde se obtuvieron resultados para a^* en pechuga de pollo de T0: 5.73, T1: 7.54 y T2: 7.81 y los resultados para a^* en muslo con piel fueron T0: 8.56, T1: 9.67 Y T2: 10.67, esto indica que concentraciones más altas de mezquite (*Prosopis leavigata*) puede aumentar los valores de a^* .

Con respecto al grado de color amarillo-azul (b^*) en el muslo de pollo sin piel, los valores obtenidos fueron; T0: 8.56, T1: 9.89 Y T2: 10.40, los valores encontrados fueron mayores en los tratamientos con mayor nivel de inclusión de mezquite (*Prosopis leavigata*), siendo estos datos similares a los encontrados por [Velasco et al. \(2017\)](#), quienes adicionaron orejano seco (*Origanum vulgare* L.) en la dieta para pollos en diferentes niveles, obteniendo valores para b^* de 8.5, 9.9 y 10.8.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran una mayor coloración en el *M. gluteus major* que en el *M. pectoralis magrus*, esto se debe a que el contenido de mioglobina es superior en el muslo en comparación con el musculo pectoral ([cori et al., 2014](#)).

Existen muchos factores que pueden influir en el color de la carne como por ejemplo la edad del animal, la especie, el sexo, la dieta, y el tipo de ejercicio que el animal realiza ([USDA, 2008](#)). Otros de los factores que tienen influencia en el color es el estrés previo al sacrificio que vendrá determinado por el pH de la carne, tipo de envasado y condiciones de iluminación durante la exposición ([Albertí et al., 2016](#)).

[Pla et al. \(1998\)](#) mencionan que, los valores de color, para los parámetros L^* a^* y b^* varían de acuerdo a la zona del músculo donde se haga la lectura; sin embargo, al no haberse precisado los métodos ni la forma de establecer un control de calidad, los distintos autores realizan las mediciones de color en diferentes lugares de la canal, lo que hace que la comparación de resultados sea difícil.

IX. CONCLUSION

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que la carne de pollos de engorde alimentados tanto con la dieta testigo como con las dietas adicionadas con el extracto hidroalcohólico de mezquite (*Prosopis leavigata*) en el agua de bebida no mostraron diferencia significativa ($P>0.05$) en la mayoría de las variables evaluadas, sin embargo, se encontró efecto en el color de la canal.

El extracto vegetal de mezquite (*Prosopis leavigata*) utilizado en concentraciones de 0, 0.5, 10.0 mg/L de agua no tuvo efecto significativo en la mayoría de las variables avaluadas. Por tanto, su uso en estos niveles no se recomienda en la alimentación de pollos. Sin embargo, se recomienda evaluar el efecto de dosis más elevadas de mezquite (*Prosopis leavigata*) para poder establecer que cantidad de extracto vegetal es la que da mejores resultados en los pollos de engorde con el fin de encontrar una buena alternativa de alimentación para reducir los costos de producción y al mismo tiempo mejorar la calidad de la canal, de modo que los productores y consumidores de pollo tengan acceso a las grandes bondades y beneficios de este tipo de carne. Así mismo, se recomienda investigar la eficiencia de diferentes vías de administración.

X. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M. R., Jiménez-Plasencia, C., Woo, C. J., Guízar, J. R., Espino, A. Á., & Sánchez-Magallón, D. 2018. Inclusion of the Moringa oleífera lea for immunological constants in broiler chickens. *Abanico Veterinario* 8(3): 68-74.

Acosta-Salas, U. J., Favela-González, K. M., Pérez-García, L. A., del Rio-Arellano, C. N., & De La Fuente-Salcido, N. M. 2020. Extracción preliminar y determinación de la actividad biológica de péptidos de semilla de *Prosopis laevigata* (mezquite). *Revista de Ciencias Farmacéuticas y Biomedicina ISSN: 56: 2448-8380*.

Aguilera-Rodríguez, M., Aldrete, A., Martínez-Trinidad, T., & Ordáz-Chaparro, V. M. 2016. Producción de *Pinus montezumae* Lamb. con diferentes sustratos y fertilizantes de liberación controlada. *Agrociencia* 50(1): 107-118.

Albertí, P., Ripoll, G., Albertí, C., & Panea, B. 2016. Clasificación objetiva del color de la carne de las denominaciones de venta de vacuno. *Eurocarne: La revista internacional del sector cárnico* 244: 131-142.

Alpízar, O. S., López, C. C., Peñalva, G. G., Vásquez, C. P. & Ávila, E. G. 1993. Respuesta de los parámetros productivos de pollos de engorda a diferentes niveles de energía metabolizable. *Veterinaria México* 24(3): 211-215.

Andrade-Yucailla, V., Isuiza, L., Ramírez, A., Viamonte, M. I., Sánchez, J., Andrade-Yucailla, S., Toalombo, P., & Vargas-Burgos, J. C. 2017. Descripción Fenotípica de la Gallina (*Gallus domesticus*) de Traspatio del Pueblo Originario Kichwa de Sarayaku en la Amazonia Ecuatoriana. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA* 10: 263-269.

Antoniou, T. & Marquardt, R. R. 1981. Influence of rye pentosans on the growth of chicks. *Poultry Science* 60(8): 1898-1904.

Ardoino, S. M., Toso, R. E., Álvarez, H. L., Mariani, E. L., Cachau, P. D., Mancilla, M. V., & Oriani, D. S. 2018. Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo/Antimicrobial as growth promoters (AGP) in poultry balanced feed: use, bacterial resistanc. *Ciencia Veterinaria* 19(1): 50-66.

Armijo-Nájera, M. G., Moreno-Reséndez, A., Blanco-Contreras, E., Borroel-García, V. J., & Reyes-Carrillo, J. L. 2019. Vaina de mezquite (*Prosopis* spp.) alimento para el ganado caprino en el semidesierto. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 10(1): 113-122.

Attia, Y. A., Al-Harthi, M. A., Korish, M. A., & Shiboob, M. M. 2016. Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 7(3): 321-339.

Ayala, L., Martínez, M., Acosta, A., Dieppa, O., & Hernández, L. 2006. Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 40(4): 455-458.

Baños, A., & Guillamón, E. 2014. Utilización de extractos de ajo y cebolla en producción avícola. *Granada, España* 1-9.

Bautista, Y., Narciso, C., Pro, A., Hernández, A. S., Becerril, C. M., Sosa, E., & Velasco, J. 2016. Efecto del estrés por calor y tiempo de espera ante mortem en las características fisicoquímicas y la calidad de la carne de pollo. *Archivos de medicina veterinaria* 48(1): 89-97.

Bedford, M. R., Classen, H. L., & Campbell, G. L. 1991. The effect of pelleting, salt, and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed rye. *Poultry Science* 70(7): 1571-1577.

Bellés, M., Alonso, V., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. 2018. Los extractos vegetales mejoran la calidad de la carne de cordero. *Albéitar: publicación veterinaria independiente* (212): 14-16.

Bi, G., Evans, W. B., Spiers, J. M., & Witcher, A. L. 2010. Effects of organic and inorganic fertilizers on marigold growth and flowering. *HortScience* 45(9): 1373-1377.

Bolton, W. 1962. Nutrición aviar. Acribia. Zaragoza, España. 157 p.

Brenes, A. & Roura, E. 2010. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal feed science and technology* 158(1-2): 1-14.

Canet, Z. & Terzagui, A. 2009. Pollo campero. INTA. [En línea] Available at: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/18pollo_campero.pdf. [Ultimo acceso: 8 febrero 2020].

Carro Travieso, M., Saro, C., Mateos, I., Díaz, A., & Ranilla, M. J. 2014. Perspectivas y retos de los extractos vegetales como aditivos alimentarios en rumiantes. *Sitio Argentino de Producción Animal* 1-5.

Casamachin, M. L. F., Ortiz, D., & Lopez, F. J. 2007. Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial* 5(2): 64-71.

CEDRSSA. 2019. La Importancia de la Industria Avícola en México. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. [En línea] Available at: http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf. [Ultimo acceso: 17 diciembre 2020].

Cerón-Ortiz, A. N., Vidal-Gómez, A. Y., & Ángeles-Monroy, M. A. 2015. Impacto del estado de madurez de la vaina de mezquite (*Prosopis leavigata*) en su composición fisicoquímica posterior a su transformación en polvo. *Revista Congreso Nacional de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable (CONAINTE)* 1: 1-7.

Chaplin, S. B., Raven, J., & Duke, G. E. 1992. The influence of the stomach on crop function and feeding behavior in domestic turkeys. *Physiology & behavior* 52(2): 261-266).

Classen, H. L., Campbell, G. L., Rossnagel, B. G., Bhatti, R., & Reichert, R. D. 1985. Studies on the use of hulless barley in chick diets: Deleterious effects and methods of alleviation. *Canadian Journal of Animal Science* 65(3): 725-733.

Cobb-vantress, 2012. Cobb Guía de Manejo del Pollo de Engorde. [En línea] Available at: <http://www.cobb-vantress.com/products/cobb-500> [Ultimo acceso: 16 agosto 2020].

CONABIO, 2014. Prosopis Leavigata. Comisión Nacional Para El Conocimiento y Uso De La Biodiversidad. [En línea] Available at: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5023Plantas/Plantas/3439%20Prosopis%20laevigata.jpg.info> [Ultimo acceso: 20 febrero 2021].

CONAFOR.CONABIO, SN. *Prosopis laevigata* (H. B. ex Willd.) Johnst. [En línea] Available at: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/988Prosopis%20laevigata.pdf> [Ultimo acceso: 20 junio 2020].

Cori, M. E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R., & Rivas, N. 2014. Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de zootecnia* 63(241): 133-143.

Cowan, M. M. 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews* 12(4): 564-582.

Cuca, M. G. 1963. La alimentación de aves de corral. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* (1): 48-50.

Díaz-Batalla, L., Hernández-Uribe, J. P., Román-Gutiérrez, A. D., Cariño-Cortés, R., Castro-Rosas, J., Téllez-Jurado, A., & Gómez-Aldapa, C. A. 2018. Chemical and nutritional characterization of raw and thermal-treated flours of Mesquite (*Prosopis laevigata*) pods and their residual brans. *CyTA-Journal of Food* 16(1): 444-451.

Dolz, S. & Piensos, H. C. 1996. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en monogástricos. *XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid* 7-8.

Ensminger, M. 2000. Zootecnia general. Editorial El Ateno. Buenos Aires, Argentina. 45 p.

Fotea, L., Leonte, D., & Țugui, I. 2009. The effect of essential oil of thyme (*thimus vulgaris*) on to the quality of meat and carcasses of meat chicken broilers. *Lucrări științifice-Seria Zootehnie* 52: 408-410.

Gallegos-Infante, J. A., Rocha-Guzman, N. E., Gonzalez-Laredo, R. F., & Garcia-Casas, M. A. 2013. Efecto del procesamiento térmico sobre la capacidad antioxidante de pinole a base de vainas de mezquite (*Prosopis laevigata*). *CyTA- Journal of Food* 11(2): 162-170.

García-López, J. C., Vicente-Martínez, J. G., Rendón-Huerta, J. A., Ruiz-Tavares, D., López-Aguirre, S., Lee-Rangel, H. A., & Salinas-Rodríguez, M. 2019. Producción y contenido nutrimental de vainas de tres variantes de mezquite (*Prosopis leavigata*) en el altiplano potosino, México. *Agrociencia* 53(6): 821-831.

Godoy, M. F. 2012. El sistema digestivo en diferentes especies de aves. [En línea] Available at: <https://bionotas.files.wordpress.com/2014/09/sist-dig-diferentes-especies-aves.pdf> [ultimo acceso 23 agosto 2020].

Gómez, N. I., Rébak, G., Fernández, R., Sindik, M., & Sanz, P. 2016. Comportamiento productivo de pollos parrilleros alimentados con *Moringa oleifera* en Formosa, Argentina. *Revista veterinaria* 27(1): 7-10.

Gomez-Portilla, M., Gomez, N., & Martínez-Benavides, J. 2016. Evaluación de las características organolépticas, físicas y químicas de pechuga de pollo, en San Juan de Pasto (Nariño). *Revista Veterinaria y Zootecnia (On Line)* 10(2): 62-71.

González-Gómez, J., Ayala-Burgos, A., Gutiérrez-Vázquez, E. 2006. Total phenols and condensed tannins in tree species with potential as forage sources in the tropics region Tierra Caliente Michoacán, México. *Livestock Research for Rural Development* 18:1-8.

Guerra, C., Galán, J. A., Méndez, J., & Perea, E. M. 2008. Evaluación del efecto del extracto de orégano (*Oreganum vulgare*) sobre algunos parámetros productivos de cerdos destetos. *Tumbaga* 1(3): 16-29.

Gutiérrez-Triay, M. A., Segura-Correa, J. C., López-Burgos, L., Santos-Flores, J., Ricalde, R. H. S., Sarmiento-Franco, L., Carbajal-Hernández, M., & Molina-Canul, G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and subtropical Agroecosystems* 7(3): 217-224.

Hargreaves, A., Barrales, L., Peña, I., Larraín, R., & Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Cien. Inv. Agr* 31(3): 155-166.

Hernández, A. M. A., Flores, J. S. M., Mata, R. G., Delgado, R. T., & Gaytán, C. N. 2010. Caracterización de consumidores de carne de pollo en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista de Geografía Agrícola* (45): 49-56.

Isabel, B. & Santos, Y. 2009. Efectos de los aceites esenciales en la alimentación de los pollos de carne. *Archivos de zootecnia* 58(1): 597-600.

Jackson, S. & Duke, G. E. 1995. Intestine fullness influences feeding behaviour and crop filling in the domestic turkey. *Physiology & behavior* 58(5): 1027-1034.

Karaoğlu, M., Aksu, M., Esenbuga, N., & Macit, M. 2006. pH and colour characteristics of carcasses of broilers fed with dietary probiotics and slaughtered at different ages. *Asian-australasian journal of animal sciences* 19(4): 605-610.

Kazue, N. S., Alves, F. L., Boa-viagem, C. R., Watanabe, K., Pelícia, K., & Rodrigues, E. F. 2014. Efecto del nivel de energía metabolizable de la dieta sobre el rendimiento y el metabolismo energético de los pollos de engorde. *Revista Brasileira de Ciencia Animal* 33(6): 1758-1767.

Keeling, L. 2004. Comportamiento del ave de corral y otros pájaros domésticos. In: *Etología de los animales domésticos*. Jensen, P. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp: 109-126.

Landoni, M. F. & Albarelllos, G. 2015. The use of antimicrobial agents in broiler chickens. *The Veterinary Journal* 205(1): 21-27.

León, M., Orduz, A., & Velandia, M. 2018. Composición fisicoquímica de la carne de ovejo, pollo, res y cerdo. @ *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria* 15(2): 62-75.

Livaque, R. A., Castillo, C. A. P., & Talenas, M. Á. C. 2017. Orégano (*Origanum vulgare* L) en los parámetros productivos de pollos de engorde. *Investigación Valdizana* 11(2): 85-93.

Mamallacta, S. A. C. 2018. Comportamiento productivo de pollos broilers Cobb 500 alimentados con biopreparados (*Bacillus spp*) en etapa de engorde (cipca). Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Amazónica. Ecuador. 49 p.

Marck, N. 2002. Manual de producción avícola. Editorial, El Manual Moderno. México. 10-25 p.

Marks, H. L. & Pesti, G. M. 1984. The roles of protein level and diet form in water consumption and abdominal fat pad deposition of broilers. *Poultry Science* 63(8): 1617-1625.

Mateos, G. G., Piquer, J., García, M., & Medel, P. 1995. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en dietas para avicultura. *Selecciones avícolas* 37(10): 0623-631.

Matte, F. 2017. Influencia de la microflora sobre la salud intestinal de las aves. *VETANCO* 1-5.

Medway, W. & Kare, M. R. 1959. Water metabolism of the growing domestic fowl with special reference to water balance. *Poultry Science* 38(3): 631-637.

Mir, N. A., Rafiq, A., Kumar, F., Singh, V., & Shukla, V. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. *Journal of food science and technology* 54(10): 2997-3009.

Moran Jr, E. T. 1985. Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through perinatal development. *The Journal of nutrition* 115(5): 665-674.

Morris-Hatchery. 2015. Pollos de engorde Cobb 500. [En línea] Aviable at: <http://www.morrishatchery.com/esp/cobb.html> [Ultimo acceso: 11 mayo 2020].

Najafi, P. & Torki, M. 2010. Performance, Blood Metabolites and Immunocompetence of Broiler. *J. Anim. Vet. Adv* 9: 1164-1168.

National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry Ninth Revised Edition National Academy Press. *Washington DC*. 1-174 p.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista mexicana de biodiversidad* 85:476-495.

Osorio, J. H. & Flórez, J. D. 2011. Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales. *Biosalud* 10(1): 88-89.

Pardue, S. L., Thaxton, J. P., & Brake, J. 1985. Influence of supplemental ascorbic acid on broiler performance following exposure to high environmental temperature. *Poultry Science* 64(7): 1334-1338.

Peña-Torres, E. F., Gonzáles-Ríos, H., Avendaño-Reyes, L., Valenzuela-Grijalva, N. V., Pinelli-Saavedra, A., Muhlia-Almazán, A., & Peña-Ramos, E. A. 2019. Ácidos hidroxicinámicos en producción animal: farmacocinética, farmacodinamia y sus efectos como promotor de crecimiento. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 10(2): 391-415.

Pereira, V., Chapel, J. M., Rodríguez-Bermúdez, R., Orjales, I., Domínguez, R., y Vázquez, P. 2017. Los extractos vegetales son una alternativa natural a los antibióticos. *Sitio argentino de producción animal* 1-4.

Piñón, J. R. G., Monterrubio, A. L. R., Meléndez, L. A. D., Martínez, A. C., Rojo, A. D. A., Palma, N. G. A., & Vázquez, R. S. 2015. Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo. *Investigación y Ciencia* 23(66): 5-11.

Pla, M. L., Guerrero, D., Guardia, M. A. & Oliver, A., 1998. Carcass characteristics and meat quality of rabbit line selected for different objectives: I. Between line comparison.. *Livestock Production Science* 1(2): p. 54: 115-123.

Prieto, J. Á. R., Rosales, S. M., Sigala, J. Á. R., Madrid, R. E. A., & Mejía, J. M. B. 2013. Producción de *Prosopis laevigata* (Humb. et Bonpl ex Wild.) MC Johnst. con diferentes mezclas de sustrato. *Revista mexicana de ciencias forestales* 4(20): 50-57.

Prosdócimo, F., Batallé, M., Sosa, N., De Franceschi, M., & Barrios, H. 2010. Determinación in vitro del efecto antibacteriano de un extracto obtenido de quebracho colorado, *Schinopsis lorentzii*. *InVet* 12(2): 139-143.

Qiao, M., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., & Smith, D. P. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry science* 81(3): 422-427.

Ramao, I. B., Nunes, R. V., Bruno, L. D. G., Tsutsumi, C. Y., Silva, W. T. M., & Pozza, M. S. S. 2011. Evaluation of different pre-slaught light intensities and fasting duration in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 13(4): 235-340.

Ramírez-Rojo, M. I., Vargas-Sánchez, R. D., del Mar Torres-Martínez, B., Torrescano-Urrutia, G. R., & Sánchez-Escalante, A. 2018. Extractos de hojas de plantas para conservar la calidad de la carne y los productos cárnicos frescos. Revisión. *Biotechnia* 20(3): 155-164.

Ramírez-Rojo, M. I., Vargas-Sánchez, R. D., Hernández-Martínez, J., Martínez-Benavidez, E., Sánchez-Escalante, J. J., Torrescano-Urrutia, G. R., & Sánchez-Escalante, A. 2019. Actividad antioxidante de extractos de hoja de mezquite (*Prosopis velutina*). *Biotechnia* 21(1): 113-119.

Reyes, G. J., Prieto, J. Á. R., Vázquez, I. C., López, M. Á. L., Hernández, J. C. D., & Chávez, J. A. S. 2018. Alternativas de fertilización para producir *Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) MC Johnst en vivero. *Revista mexicana de ciencias forestales* 9(49): 234-251.

Ríos, J. C. S., López, J. A. H., Rosales, R. S., Trucíos, R. C., Valles, A. G. G. 2011b. conservación y manejo de germoplasma del mezquite. In: importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. INIFAP II: sagarpa. México. pp: 79-105.

Ríos, J. C. S., Trucíos, R. C., Valenzuela, L. M. Ñ., Sosa, G. P., & Rosales, R. S. 2011a. Diagnóstico de técnicas de reforestación en la región norte-centro de México: In: importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. INIFAP II: sagarpa. México. pp:195-218.

Roa, I. & Meruane, M. 2012. Desarrollo del aparato digestivo. *International Journal of Morphology* 30(4): 1285-1294.

Rodríguez, S. D. 2011. La carne de Pollo (Procesamiento). In: AVITECNIA Manejo de las Aves Domésticas más comunes, Quintana, L. J. A. Editorial Trillas. México. pp: 1-19.

Rose, R., Haase, D. L., & Arellano, E. 2004. Fertilizantes de entrega controlada: potencial para mejorar la productividad de la reforestación. *BOSQUE (valdivia)* 25(2): 89-100.

Rueda, L. Y. A. 2014. Acompañamiento técnico al laboratorio de Norgtech en la utilización de estabilizadores de pasaje digestivo en pollos de engorde. Tesis de Licenciatura. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Colombia. 83 p.

Ruiz, H., Ruiz, B., & Mendoza, P. 2014. Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio del municipio de Pantepec, Chiapas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4: 41-43.

SAGARPA. 2016. Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de huevo para plato. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. México. 58 p.

Sánchez, A. J. L., Coox, D. A. C., Alarcón, M. E. Z., & Gavilánez, F. 2019. Indicadores bioprodutivos y calidad de la canal en pollos camperos alimentados con maíz hidropónico con diferentes porcentajes de inclusión. *RECIMUNDO* 3(3): 699-716.

Sanchis, M. S., Otero, M., García, E. S., ROMERO, P. S., & NARRO, C. G. 2009. Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero. *Veterinary Journal* 1-6.

Sauceda, E. N. R., Martínez, G. E. R., Valverde, B. R., Ruiz, R. M., Hermida, M. D. L. C. C., Torres, S. M. M., & Ruiz, H. H. P. 2014. Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai* 10(3): 173-193.

Scanes, C. G. 2014. *Sturkie's avian physiology*. Elsevier. London. 1028 p.

Shah, M. A., Bosco, S. J. D., & Mir, S. A. 2014. Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat science* 98(1): 21-33.

Suárez-García, L., Fuentes-Rodríguez, J. M., Torres-Hernández, M., & López-Domínguez, S. 2004. Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda. *Revista Agraria-Nueva Época-Año I* 1(3): 24-30.

Svihus, B. 2011. La molleja: influencia de la estructura de la dieta y efectos sobre la disponibilidad de nutrientes. *World's Poultry Science Journal WPS J* 67(2): 1-11.

Svihus, B., Sacranie, A., Denstadli, V., & Choct, M. 2010. Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. *Poultry science* 89(12): 2617-2625.

Tallentire, C. W., Leinonen, I., & Kyriazakis, I. 2018. Artificial selection for improved energy efficiency is reaching its limits in broiler chickens. *Scientific reports* 8(1): 1-10.

Temprado, R. M. (2005). Calidad de la carne de pollo. *Selecciones avícolas* 47(6): 347-355.

Tepexpan, 2020. Alimento balanceado. [En línea] Available at: <http://www.tepexpan.com.mx/> [Ultimo acceso: 10 febrero 2020].

Toribio, M. S., Oriani, D. S., Toso, R. E., Tortone, C. A., & Fernández, Y. 2017. *Stapylococcus aureus* sensible a extractos metanólicos obtenido de plantas nativas de la provincia de La Pampa, Argentina. *Ciencia Veterinaria* 11(1): 14-18.

Torres-Novoa, D. M. 2018. Exigencias nutricionales de proteína bruta y energía metabolizable para pollos de engorde. *RIAA* 9(1): 6.

Tovar, J. L., Narváez-Solarte, W., & Takahashi, S. E. 2014. Bases para la conservación del *Gallus gallus domesticus* (Phasianidae) colombiano en el departamento de Caldas. *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural* 18(1): 112-123.

UNA. 2019. Unión Nacional de Avicultores. Indicadores Económicos. [En línea] Available at: <https://una.org.mx/indicadores-economicos/> [Ultimo acceso: 2 febrero 2021].

USDA. 2008. El Color de las Carnes y de las Aves. Servicio de Inocuidad e Inspección de los Alimentos Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. [En línea] Available at: https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4ce35862-b3a7-4050-9140-48a296dfb88e/Color_Carnes_Aves.pdf?MOD=AJPERES [Ultimo acceso: 11 enero 2021].

Vaca, L. A. 1991. Producción avícola. *Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica*. 211 p.

- Vargas, O. N. G. 2016. Avicultura. Ediciones, UATMACH. Ecuador. 134 p.
- Velasco, V., Bravo, P., Williams, P., Campos, J., Astudillo, R., & Melín, P. 2017. Estabilidad durante el almacenamiento de carne de pollos alimentados con orégano seco (*origanum vulgare* L.) en la dieta. *Chilean journal of agricultural & animal sciences* 33(1): 28-38.
- Velasco, V., Soto, V. H., Williams, P., Campos, J., Astudillo, R., & Rodríguez, H. 2018. Meat quality parameters of broiler chickens fed diets containing chicory (*Cichorium intybus*) vinasse. *Animal Sciences* 34(1): 1-7.
- Venlasaca, P. 2016. Evaluación de diferentes niveles de Metionina orgánica en la alimentación de pollos broilers línea Cobb 500. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 105 p.
- Villanueva, C., Oliva, A., Torres, A., Rosales, M., Moscoso, C., & González, E. 2015. Manual de producción y manejo de aves de patio. CATIE. Costa Rica. 66 p.
- Wagner, D. D. & Thomas, O. P. 1978. Influence of diets containing rye or pectin on the intestinal flora of chicks. *Poultry Science* 57(4): 971-975.
- Waskar, V. S., Devangare, A. A., Gosavi, P. P., Ravikanth, K., Maini, S., & Rekhe, D. S. 2009. Meat quality attributes of broilers supplemented with herbal toxin binder product. *Veterinary World* 2(7): 274-277.
- Yang, X., Xin, H., Yang, C., & Yang, X. 2018. Impact of essential oils and organic acids on the growth performance, digestive functions and immunity of broiler chickens. *Animal nutrition* 4(4): 388-393.
- Zamora, G. M., Macías, J. A. G., Estrada, E. S., Meléndez, L. A. D., & Vázquez, R. S. 2015. Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* (65): 5-12.

Zimerman, M., 2008. pH de la carne y factores que lo afectan. En: *Aspectos estratégico para obtener carne de ovino de calidad en el polo sur americano*. s.l.:s.n., p. 93.