



EFFECTO DEL DESPERDICIO FRESCO DE COCINA Y ADITIVOS VEGETALES EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE GALLINAS CRIOLLAS DE TRASPATIO †

[EFFECT OF FRESH KITCHEN WASTE AND VEGETABLE ADDITIVES ON THE PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BACKYARD CREOLE HENS]

Marco Antonio Camacho-Escobar¹, Lucelly Mijangos-Matus¹, José Guadalupe Gamboa-Alvarado¹, Emmanuel Ramírez-Rivera², Narciso Ysac Ávila-Serrano¹, Serafin Jacobo López-Garrido¹ and Mónica Marcela Galicia-Jiménez*

¹ Universidad del Mar Campus Puerto Escondido. Km 1.5 vía Sola de Vega, Puerto Escondido, Mixtepec, Oaxaca, México. CP 71984.

Emails: marcama@zicatela.umar.mx, mijangosml9876@gmail.com, alvarado@zicatela.umar.mx, reval1997@hotmail.com, serafin@zicatela.umar.mx, edgarivansanchezbernal@gmail.com, * mmgaliciaj@gmail.com

² Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Av. Benito Juárez 296A, Aquiles Serdán, CP 94720 Nogales, Veracruz, México. Email: oax2010@hotmail.com

*Corresponding author

SUMMARY

Background. As a result of the global trend to produce healthier foods, natural bioactive additives have been included in animal feed, such as different secondary metabolites of plant origin, which are used to improve productive performance and influence the growth and health of animals. **Objective.** Feed criollo hens with kitchen and greengrocery waste plus vegetable additives to evaluate their effect on the productive, carcass, and meat characteristics. **Methodology.** Creole chickens were fed with kitchen waste and greengrocery plus vegetable additives which were garlic, holy grass or epazote. The variables evaluated were weight gain, feed consumption, feed conversion; hot and cold carcass performance, pH; temperature; skin and meat color, water holding capacity and drip water loss. A completely randomized experiment with four treatments was carried out. Analysis of variance and comparison of means with Tukey test were used. **Results.** There were differences ($P < 0.05$) in weight gain, feed conversion, temperature at 24 h; Skin and meat color presented high luminosity with a low yellow hue. **Implications.** It is possible to produce healthier meat from hens fed with natural additives, obtaining satisfactory productive and carcass results. **Conclusions.** Including vegetable additives in the diet of Creole hens fed traditionally improves the productive parameters and quality of the meat, without affecting the quality of the carcass.

Key words: garlic (*Allium sativum*); epazote (*Dysphania ambrosioides*); creole hen; holy herb (*Piper auritum*).

RESUMEN

Antecedentes. Acorde a la tendencia mundial de producir alimentos más sanos, en alimentación animal se incluyen aditivos bioactivos naturales, entre ellos diferentes metabolitos secundarios de origen vegetal, los cuales son empleados para mejorar el desempeño productivo e influir en el crecimiento y la salud de los animales. **Objetivo.** Alimentar gallinas criollas con desperdicio de cocina y verdulería más aditivos vegetales para evaluar su efecto en las características productivas, de la canal, y de la carne. **Metodología.** Se alimentaron gallinas criollas con desperdicio de cocina y verdulería más aditivos vegetales los cuales fueron ajo, hierba santa o epazote. Las variables evaluadas fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia; rendimiento de canal caliente y fría, pH; temperatura; color de piel y carne, capacidad de retención de agua y pérdida de agua por goteo. Se realizó un experimento completamente al azar con cuatro tratamientos. Se utilizó análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey. **Resultados.** Existieron diferencias ($P < 0.05$) en ganancia de peso, conversión alimenticia, temperatura a 24 h; color de piel y carne presentaron alta luminosidad con tonalidad baja en amarillo. **Implicaciones.**

† Submitted May 4, 2023 – Accepted July 7, 2023. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4968>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = M. A. Camacho-Escobar: [0000-0001-9693-1026](https://orcid.org/0000-0001-9693-1026); L. Mijangos-Matus: [0000-0003-3780-0637](https://orcid.org/0000-0003-3780-0637); J. G. Gamboa-Alvarado: [0000-0003-2673-5980](https://orcid.org/0000-0003-2673-5980); E. Ramírez-Rivera: [0000-0002-3865-1314](https://orcid.org/0000-0002-3865-1314); N. Y. Ávila-Serrano: [0000-0003-4043-501X](https://orcid.org/0000-0003-4043-501X); S. Jacobo López-Garrido: [0000-0003-3499-4763](https://orcid.org/0000-0003-3499-4763); M. M. Galicia-Jiménez: [0000-0001-9361-5765](https://orcid.org/0000-0001-9361-5765)

Es posible producir carnes más sanas a partir de gallinas alimentadas con aditivos naturales, obteniendo satisfactorios resultados productivos y de la canal. **Conclusiones.** Incluir aditivos vegetales en la dieta de gallinas criollas alimentadas tradicionalmente, mejora los parámetros productivos y calidad de la carne, sin afectar la calidad de la canal.

Palabras clave: ajo (*Allium sativum*); epazote (*Dysphania ambrosioides*); gallina criolla; hierba santa (*Piper auritum*).

INTRODUCCIÓN

La forma tradicional en la dieta de aves de traspatio se basa en granos, desperdicio de cocina (verduras y frutas), aunado a esto, existe la tendencia disminuir la inclusión de productos químicos o farmacológicos en la alimentación de animales domésticos. Por ello, la importancia de aditivos vegetales de cocina para mejorar el desempeño productivo e influir en el crecimiento y la salud de los animales (Roofchae et al., 2013). Se ha reportado mejoras en el consumo de alimento y digestibilidad de la materia seca al usar hierbas aromáticas y especias en la alimentación animal (Hernández et al., 2004; Chowdhury et al., 2018).

La inclusión de productos naturales, como ingredientes alimenticios para pollos, favorece la pigmentación y el valor nutritivo de la carne (Światkiewicz et al., 2015). Los extractos vegetales y aceites esenciales de “plantas aromáticas” como ajo, hierba santa o epazote, tienen potencial como alimentos promotores de crecimiento. Además de poseer propiedades bactericidas, bacteriostáticas, fungicidas, antivirales; considerándolos aditivos inocuos para las dietas (Yin y Cheng, 2003; Castellanos-Gómez, 2008; Lara et al., 2009; Baños y Guillamón, 2014; Reséndiz-Martínez et al., 2016). Por ello, el objetivo del presente estudio fue criar gallinas criollas alimentadas con desperdicio de cocina y verdulería más aditivos vegetales, además de estimar su efecto en las variables productivas, de la canal y la calidad de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Universidad del Mar campus Puerto Escondido, en el estado de Oaxaca. Se utilizaron 40 jaulas con área de 0.5 m² con comederos y bebederos individuales. Las gallinas criollas se adquirieron con productores de traspatio de la población de Santos Reyes Nopala, Juquila, Oaxaca. Se utilizaron 40 aves mixtas que fueron consideradas individualmente como unidad experimental. Cada ave tenía 22 semanas de edad y estaban próximas a romper postura. Se aleatorizaron y se marcaron individualmente. Se aplicó un periodo de adaptación a las dietas experimentales de 14 días, y posteriormente inició la fase experimental de 90 d. Al inicio del experimento, las aves se pesaron individualmente con una báscula 10 kg marca TorRey® Mod. EQB, EUA, con sensibilidad mínima de 10 g. Posteriormente se pesaron las aves, individualmente cada semana.

Alimentación de las aves

La base de la dieta experimental consistió en desperdicio de cocina y verdulería *ad libitum* siendo el mismo para todos los tratamientos. Las dietas se formularon estimando que cumplía o superaba los requisitos nutricionales de las aves según National Research Council (1994). Se les ofreció alimento dos veces al día. Todo el alimento ofrecido, fue pesado previamente y, al final del día, se pesaba el alimento rechazado. Adicionalmente al desperdicio de cocina, a cada tratamiento experimental, se ofreció 12 g (10% de un consumo alimenticio promedio de 120g/ave/día) de uno de tres tipos de aditivos alimenticios: hierba santa (*Piper auritum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*) o ajo (*Allium sativum*); los cuales se ofertaron frescos y finamente picados. Para asegurar su consumo, se mezclaron con 40 g de masa fresca de maíz (*Zea mays*) nixtamalizado, utilizado como vehículo alimenticio. Los tratamientos experimentales quedaron de la siguiente forma: tratamiento 1 (T1): ajo + masa de maíz, tratamiento 2 (T2): hierba santa + masa de maíz, tratamiento 3 (T3): epazote + masa de maíz, y tratamiento 4 (T4) o tratamiento testigo al cual sólo se le suministró masa de maíz sin ningún aditivo alimenticio (52 g de masa de maíz). Para conocer el aporte nutricional de la dieta experimental base y de los aditivos con su vehículo alimenticio, se tomaron al azar 10 muestras; para realizarles análisis químico proximal y conocer su aporte nutricional (Tabla 1).

Durante todo el período experimental, diariamente se pesó el alimento ofrecido y rechazado, ello para estimar el consumo de alimento, y semanalmente se pesaron las aves para estimar las variables productivas: ganancia de peso y conversión alimenticia. Al final del período experimental de 90 días, las aves se sacrificaron conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995 (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1996).

Rendimiento de la canal caliente y fría

Antes de ser sacrificadas, cada gallina fue pesada individualmente para estimar la ganancia de peso y el peso final. Después del sacrificio, se volvieron a pesar las canales desplumadas y desangradas, con y sin vísceras. Para el cálculo del rendimiento de la canal fría, se realizó un nuevo pesaje 24 h *post-mortem* (Medinilla et al., 2010). Posteriormente, las canales se mantuvieron en refrigeración a 4 °C.

Tabla 1. Análisis químico proximal del alimento suplementado con especias aromáticas usado en la alimentación de gallinas criollas.

	Tratamiento‡				Desperdicio de cocina y verdulería
	T1	T2 ^b	T3 ^c	T4	
Base Húmeda					
Materia Seca (%)	97.19	97.50	96.84	97.23	19.50
Humedad (%)	2.81	2.50	3.16	2.77	80.50
Base Seca					
Proteína total (%)	9.61	8.53	10.24	10.27	10.82
Grasa total (%)	2.45	3.51	1.84	2.22	2.39
Carbohidratos estructurales y no estructurales (%)	85.57	84.45	86.08	85.29	59.29
Cenizas (%)	2.37	3.51	1.84	2.22	17.50

‡Tratamiento:

T1= Desperdicio fresco + 12 g de Ajo + 40 g de masa de maíz,

T2= Desperdicio fresco + 12 g de Hierba Santa + 40 g de masa de maíz,

T3= Desperdicio fresco + 12 g de Epazote + 40 g de masa de maíz,

T4= Testigo, Desperdicio fresco + 52 g. de masa de maíz.

Evaluación química e instrumental de la carne

La medición de pH y temperatura interna de la canal se realizó utilizando un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción Hanna® (modelo HI 99163); el cual fue insertado en el músculo *Semi-membranosus* de la pierna izquierda. La determinación de pH se realizó en dos momentos diferentes, 45 min *post-mortem* (pH45) y 24 h *post-mortem* (pH24) (Lee *et al.*, 2000); estas mediciones se realizaron dentro de la cámara de refrigeración (Alarcón *et al.*, 2005; 2006).

Color de piel y músculo

Para determinar color de piel, se tomaron tres mediciones en diferentes partes de la superficie externa del músculo *pectoralis mayor*, cada determinación por triplicado. Previo a la medición, la carne se dejó oxigenar a temperatura ambiente por 15 min (Garrido *et al.*, 1994). Para la medición del color de la carne 24 h *post-mortem*, se eliminó el tejido conectivo y grasa visible del músculo *pectoralis*. Las lecturas se reportan con base en el sistema de la Comisión Internacional de Luz (*Commission Internationale de L'Éclairage*, CIE por sus siglas en francés) (2004). Se utilizó un espectrofotómetro de esfera (Xrite® modelo HI SP60), usando el rango espectral de 400 nm a 700 nm, con longitud de onda de 10 nm. las variables medidas fueron: luminosidad (L^*), coordenadas de cromaticidad como intensidad del rojo (a^*) y coordenadas de cromaticidad como intensidad del amarillo (b^*), saturación del color (C^*) y ángulo de la tonalidad (h°). Al inicio de las mediciones, el espectrofotómetro se calibró bajo las condiciones ambientales del laboratorio y se determinaron los valores de luminosidad (L^*), intensidad del rojo (a^*) e intensidad del amarillo (b^*).

Capacidad de retención de agua

Para estimar la capacidad de retención de agua, se pesaron 0.3 g de carne provenientes de los músculos pectorales de las gallinas de cada tratamiento, a 24 h *post-mortem*, con una balanza de precisión (Denver Instrument®, EUA, modelo MXX – 412 con sensibilidad de 0.01 g). Cada muestra de carne se colocó entre dos piezas de papel filtro, y se ejerció presión constante de 10 kg durante 15 min, mediante la modificación de la técnica de Grau y Hamm (1953) propuesta por Blakey y Mittal (1993).

Pérdida de agua por goteo

Después del proceso de refrigeración de la carne de gallina de 24 h, se cortaron y pesaron 4 g de carne en forma rectangular, obtenidas de las muestras de cada tratamiento experimental. Se utilizó una balanza de precisión (Denver Instrument®, EUA, modelo MXX – 412 con sensibilidad de 0.01 g). Las muestras fueron suspendidas en el interior de recipientes desechables de plástico por medio de un hilo, se evitó que las muestras tocarán cualquier superficie; los recipientes tapados se colocaron a temperatura constante de 4 C (Sobrincox®, Mod. RVS – 230 – C. México) durante 24 h (Honikel y Kim, 1986). Se registró el peso final de la carne a 48 h *post-mortem*, estimando por diferencia de peso, la pérdida de agua por goteo.

Diseño experimental y análisis estadístico

La selección de aves y jaulas se aleatorizó para asignar las aves para cada tratamiento. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones, teniendo como fuente de variación principal los aditivos alimenticios. Para las variables productivas, así como para las características químicas

e instrumentales; se utilizó un análisis de varianza con comparación de medias a través del estadístico de prueba de Tukey ($P>0.05$) (SAS, 2004). Antes de su análisis, las variables estimadas como porcentajes fueron transformadas a la función arco seno \sqrt{y} (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características productivas

El consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia durante la fase de alimentación de las gallinas, se muestran en la Tabla 2.

Respecto al consumo de alimento, no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de tratamiento; el consumo de alimento promedio fue 508.0 g*ave⁻¹, lo cual indica que los tratamientos experimentales no afectaron esta variable. La ganancia diaria de peso fue marginal, no mayor a 1.4 g*día⁻¹; sin embargo, T1 (ajo) y T2 (hierba santa) presentaron la mejor respuesta productiva, siendo ésta estadísticamente significativa por efecto de tratamiento, con respecto a los otros tratamientos; mientras que T3 (epazote) fue mejor ($P<0.05$) que el T4 (testigo). De igual manera, existen diferencias significativas ($P<0.05$) en la conversión alimenticia en T1 (con ajo) y T4 (testigo), respecto a T2 (hierba santa) y T3 (epazote). Los altos valores obtenidos en conversión alimenticia indican que la dieta proporcionada en el presente experimento lograba cubrir los requerimientos nutricionales de mantenimiento, para la especie, edad y estado productivo; dejando la posibilidad de un desarrollo marginal en el ave.

En condiciones de traspatio, las aves tienen mínimas ganancias de peso, en comparación con las ganancias que se obtienen en los sistemas de producción intensiva. Este comportamiento productivo es una de las diferencias entre las aves de traspatio que son rústicas, y las líneas comerciales especializadas en

crecimiento y desarrollo muscular; además de que el alimento comercial está formulado para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción de las modernas líneas comerciales de aves de engorda (Camacho-Escobar *et al.*, 2016). Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a los reportados por Jerez-Salas (2009) en su investigación sobre peso final de aves en sistemas alternativos de traspatio, de igual forma difieren a los reportados por Chowdhury *et al.* (2018) en su investigación de rendimiento del crecimiento y características de la canal. En ambas investigaciones los tratamientos experimentales mostraron diferencias en peso que pueden explicarse debido a las diferencias en la densidad calórica y proteica que recibieron las aves experimentales de dichos autores, con respecto a las aves del tratamiento testigo del presente estudio.

Según el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos de América (NRC por sus siglas en inglés) los requerimientos de proteína en la dieta para mantenimiento de pollonas antes de romper postura son de 14.75 g*día⁻¹ y 2,900 kcal de Energía Metabolizable*kg⁻¹ de dieta (National Research Council, 1994). Las gallinas del T1 (ajo), quienes tuvieron la mejor respuesta productiva, requirieron consumir 354.80 g de alimento para producir 1.43 g de carne, ello es el resultado de la imposibilidad de balancear adecuadamente la dieta para recrear experimentalmente las condiciones de traspatio. Esta es una de las razones por las que no deben ser aplicados los criterios productivos de la avicultura comercial, al sistema de producción de traspatio, porque las condiciones y los objetivos de producción son diferentes (Camacho-Escobar *et al.*, 2011).

Características de la canal

Las variables de la canal: peso vivo, peso de la canal caliente, rendimiento de la canal caliente, peso de la canal fría y rendimiento de la canal fría se presentan la Tabla 3. En ninguna de las variables de la canal estudiadas se presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$)

Tabla 2. Media ($\bar{X}\pm EE$) del consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia de dietas experimentales con diferentes suplementos naturales en la alimentación de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

VARIABLES	T1	T2	T3	T4
Consumo de alimento (g*día ⁻¹)	507.4±13.54 ^a	505.4±22.63 ^a	506.0±12.51 ^a	513.1±12.70 ^a
Ganancia de peso (g*día ⁻¹)	1.4±1.16 ^a	1.3±1.04 ^a	1.1±0.93 ^a	1.3±0.71 ^a
Ganancia de peso total (g)	668.1±24.23 ^a	516.6±16.17 ^a	173.1±25.38 ^c	275.3±17.28 ^{bc}
Conversión alimenticia	354.8±31.93 ^b	404.3±42.21 ^a	447.8±42.40 ^a	380.1±11.99 ^b

Fuente: Elaboración propia.

\bar{X} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}= Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente ($P<0.05$).

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

Tabla 3. Comportamiento medio ($\bar{X}\pm EE$) de peso final, rendimiento de canal caliente y fría de dietas experimentales con diferentes suplementos naturales en la alimentación de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

Variables	T1	T2	T3	T4
Peso vivo (kg)	3.6±0.84 ^a	3.9±0.71 ^a	3.8±0.93 ^a	4.1±0.42 ^a
Peso en canal caliente (kg)	2.7±0.82 ^a	3.0±0.75 ^a	3.0±0.89 ^a	3.1±0.49 ^a
Rendimiento en canal caliente (% ¹)	73.8±13.55 ^a	77.8±10.93 ^a	77.9±13.47 ^a	76.3±12.59 ^a
Peso en canal fría (kg)	2.7±0.73 ^a	3.0±0.77 ^a	2.9±0.83 ^a	3.1±0.32 ^a
Rendimiento de canal fría (% ¹)	73.6±10.62 ^a	77.7±11.91 ^a	77.4±13.56 ^a	76.0±12.50 ^a

Fuente: elaboración propia.

¹Transformadas a la función arco seno \sqrt{y} \bar{X} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}– Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente (P<0.05).

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

entre los tratamientos evaluados. Williams (2013) menciona que el rango de 70% a 75% de rendimiento de las canales calientes, es considerado un porcentaje aceptable en la producción avícola. Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que, en las condiciones experimentales, las aves de traspatio pueden tener similares rendimientos de la canal, que las líneas genéticas especializadas. Esta situación es favorable para el productor, debido a que los consumidores buscan buen rendimiento cárnico y cortes de canal aviar con altos contenidos proteicos y bajos niveles de grasa (Miazzi y Peralta, 2006).

Chowdhury *et al.* (2018) en un estudio donde evaluaron las características de la canal y composición química de la carne, reportan menor rendimiento de la canal a los reportados en la presente investigación. Ello puede deberse a la menor edad de sacrificio de las aves en dicho estudio. En esta investigación, a pesar de ofrecer una dieta no balanceada, de acuerdo con los requerimientos de las aves, se obtuvo un rendimiento positivo. Sin embargo, en un estudio sobre rendimiento de canales y partes de pollos de engorde criados bajo un sistema semi-extensivo, Faria *et al.* (2010) reportan rendimientos de canal similares a los obtenidos en la presente investigación, a pesar de que dichos autores utilizaron una línea de pollos de engorda comercial y sacrificaron las aves a menor edad.

Características químicas e instrumentales de la carne

No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre los tratamientos en las variables pH 45 min *post-mortem*, pH 24 h *post-mortem*, temperatura 45 min *post-mortem* (Tabla 4). La variable temperatura 24 h *post-mortem* presentó diferencias significativas (P<0.05); la temperatura se mostró disminuida para T1 (ajo) y T4 (testigo) respecto a T2 (hierba santa) y T3 (epazote). Cabe señalar que entre más baja sea la

temperatura a 24 h *post-mortem*, mejor será la calidad de la carne (Alarcón *et al.*, 2006). Esta situación permite inferir que la carne de los tratamientos T1 (ajo) y T4 (testigo) eran de mejor calidad respecto a los otros tratamientos. De acuerdo con la NOM-087-SSA1-1994 (Secretaría de Salud, 1994), la temperatura que debe alcanzar la carne en refrigeración es de <4 C. En el presente estudio, se obtuvo que la mejor respuesta fue para el T1 (ajo), la temperatura promedio fue 2.2 C menor en comparación a los T3 (epazote), T2 (hierba santa) y T4 (testigo) respectivamente.

Esta diferencia puede deberse a que los principios activos sulfurados del ajo tienen efecto sobre el metabolismo de las grasas (Puvaca *et al.*, 2015), provocando que la grasa subcutánea sea menor en la carne de las gallinas del T1 (ajo). Además, el ajo afecta la composición química de las paredes de las membranas de las células de la piel, las cuales tienden a ser más delgadas (Hofmann y Todgham, 2010). Dichos autores mencionan que animales con piel delgada tienden a disipar más efectivamente el calor. Esta situación puede intervenir en el mejor enfriamiento a las canales de pollo. Sin embargo, es posible que la carne del T1 (ajo) fuera colocada en el lugar, dentro del refrigerador, donde la temperatura es más baja con respecto al resto del equipo. Esta situación es posible debido a que la distribución de temperatura no es uniforme dentro de los equipos de refrigeración (Bradley, 2014).

Fletcher (1999), Lessiów y Xiong (2003), Attia *et al.* (2014), Cori *et al.* (2014), evaluaron el pH en carne de pollo de engorda o gallina; todos ellos reportan valores diferentes a los obtenidos en el presente estudio. Sin embargo, es posible que dicha variación tenga origen en las diferencias en las técnicas utilizadas para la medición del pH. En los estudios referidos, la medición se realizó con muestras de carne molida, mientras que, en el presente estudio, los valores de pH se tomaron

Tabla 4. Comportamiento medio ($\bar{X}\pm EE$) en valores de pH y temperatura (en C) medidos a 45 min y 24 h *post-mortem* en carne de gallinas criollas (*Gallus gallus*) alimentadas con dietas experimentales con diferentes suplementos naturales.

Variables	T1	T2	T3	T4
pH 45 min <i>post-mortem</i>	6.4±0.64 ^a	6.5±0.19 ^a	6.5±0.68 ^a	6.34±0.59 ^a
pH 24 h <i>post-mortem</i>	6.1±0.41 ^a	6.2±0.86 ^a	6.3±0.73 ^a	6.14±0.77 ^a
Temperatura 45 min <i>post-mortem</i>	35.4±0.34 ^a	33.9±0.55 ^a	34.1±0.63 ^a	35.1±0.44 ^a
Temperatura 24h <i>post-mortem</i>	2.6±0.52 ^b	5.3±0.41 ^a	5.8±1.31 ^a	3.2±0.64 ^b

Fuente: elaboración propia.

 \bar{X} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}= Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente (P<0.05).

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

directamente de los músculos de la pierna izquierda de la canal del ave. A pesar de que en el presente estudio se encontró que la carne era más alcalina, no se presentaron problemas de carne dura, firme y oscura (DFD por sus siglas en inglés), los cuales se presentan con frecuencia, en carnes alcalinas de todas las especies (Velazco, 2001). Valores de pH ≥ 6.3 a 45 min *post mortem*, determinan la presencia de la condición DFD, y pH ≥ 5.6 24 h *post mortem*, indican la presencia de carne pálida, suave y exudativa (PSE) (Van der Wall *et al.*, 1999). La condición DFD, 24 h *post mortem* se determina con valores de pH ≥ 6.2 (Van der Wall *et al.*, 1999; Velazco, 2001). Respecto a las diferencias en los valores de pH encontrados en el presente estudio en comparación con otros autores en la acidez de la carne; el valor de pH 24 h *post-mortem* de 6.19 para el T2 (hierba santa) fue igual al reportado por Glamoclija *et al.* (2015), quienes evaluaron carne de pollo de engorda de la línea Ross, tomando muestras del músculo *pectoralis*. Qiao *et al.* (2002) proponen

que el pH de referencia para pollo de engorda, debe estar con pH 5.96±0.03 para que la carne no presente problemas de PSE.

Las variables consideradas para determinar el color de piel L*, a*, b*, C* y h° se presentan en el Tabla 5. No se encontraron diferencias significativas (P>0.05), entre tratamientos experimentales, para las variables L* y a*; sin embargo, para la variable (b*), T3 (epazote) tuvo una apariencia en tonalidad baja, lo cual indica que las variables de saturación de color (C*) y matiz de la tonalidad (h°) se ven reflejadas con respecto a la tonalidad más clara en amarillo, existiendo diferencias significativas (P>0.05), también en estas variables, respecto a los otros tratamientos.

Estos resultados pueden atribuirse a la humedad y a la velocidad de enfriamiento de la canal (Márquez y Salazar, 1991). Farouk *et al.* (2014) reportan que la disminución lenta de la presión sanguínea puede

Tabla 5. Comportamiento medio ($\bar{X}\pm EE$) de la evaluación del color en piel entre canales de gallinas criollas (*Gallus gallus*) alimentadas con dietas experimentales con diferentes suplementos naturales.

Variables	T1	T2	T3	T4
L*	74.0±21.63 ^a	72.9±20.54 ^a	72.6±19.18 ^a	72.8±21.33 ^a
a*	1.9±0.48 ^a	2.6±0.73 ^a	2.7±0.66 ^a	3.5±0.22 ^a
b*	28.2±8.70 ^a	27.5±6.58 ^a	20.0±9.83 ^b	28.4±12.53 ^a
C*	28.3±7.14 ^a	27.6±6.68 ^a	20.2±8.43 ^b	28.6±7.24 ^a
h°	86.3±30.58 ^a	84.8±41.40 ^b	82.3±27.07 ^c	83.6±34.21 ^b

Fuente: elaboración propia.

 \bar{X} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}= Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente (P<0.05).

L*= Luminosidad.

a*= Color rojo.

b*= Color amarillo.

C*= Saturación de color.

h°= Angulo o matiz de tonalidad.

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

producir decoloración de la piel. Por su parte, Okuyama *et al.* (1993), mencionan que el epazote tiene efectos vaso constrictores provocando incremento de la circulación sanguínea. Por otro lado, sabiendo que el color de la piel está determinado entre otros factores, por la hemoglobina, lo cual pudo presentarse en el T3 (epazote). Woelfel *et al.* (2002) reportaron incidencia de 47% de carne pálida tomando como referencia valores de luminosidad mayor de 54 y con características de pobre capacidad de retención agua. En el caso del T3 (epazote), al presentarse aumento en la velocidad de la circulación sanguínea, con respecto a lo que presentaban los otros tratamientos; la coloración de la piel tendía a ser más pálida, y con ello reflejar la tonalidad más baja en amarillo; sin embargo, se requieren de más estudios en el futuro para confirmarlo. Promket *et al.* (2016) en su investigación de rendimiento de la canal y calidad de la carne de pollos nativos, evaluaron similares variables, y reportaron luminosidad alta con tonalidad baja en rojo, y coloración alta en amarillo. En dicho estudio se reportó a* con valor 2.73, similar al reportado en el presente estudio. Sin embargo; en el citado estudio se evaluaron diversas líneas comerciales de aves de engorda.

Los resultados obtenidos de la valoración del color del músculo se presentan en la Tabla 6. Se encontró que la variable L*, todos los valores fueron estadísticamente iguales ($P>0.05$) entre los tratamientos experimentales.

El T1 (ajo) presentó el menor valor de la variable a*, respecto a los otros tratamientos experimentales, siendo diferente estadísticamente ($P>0.05$). Este resultado indica una tonalidad en color rojo pálido con respecto a los demás tratamientos experimentales. Es importante referir que el color lo determina la cantidad

de mioglobina, al igual que en las fibras musculares (Jeong *et al.*, 2009). Además del contenido de mioglobina en las fibras musculares, Gap-Don *et al.* (2010) reportan que las características de color están relacionadas con el tipo de fibras musculares de la carne; así como la técnica utilizada para el sacrificio de las aves (Farouk *et al.*, 2014).

Las variables b* y C* no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre los cuatro tratamientos experimentales. Soler (2011) refiere que la carne de gallina criolla es más pálida, respecto a otras carnes de ave, lo cual se refleja cuando la luminosidad es alta. Por su parte, Márquez y Salazar (1981) reportan que en el músculo del pollo predominan las fibras blancas. El matiz de tonalidad h° en el T1 (ajo) presentó el mayor valor respecto a los otros tratamientos experimentales, siendo estadísticamente diferentes ($P<0.05$). Lo que indica, junto con el registro más bajo en a*, la tonalidad más baja en la coloración roja de la carne. Troy y Kerry (2010) reportan que el tipo de desangrado y la temperatura de almacenamiento, son factores determinantes en el color de la carne. Es posible que la diferencia en la variable a* del T1 (ajo) con respecto a los otros tratamientos, haya sido afectada por la menor temperatura a 24 h *post-mortem* que tuvo dicho tratamiento (Tabla 4). Esta diferencia de color se podría atribuir al consumo del ajo; sin embargo, se requiere de mayor investigación respecto al tema.

En el presente estudio la variable L* promedió 68.35, valor que está dentro del rango considerado normal para aves; de igual modo, los valores obtenidos en las variables a* y b* (Singler-Galván *et al.*, 2015). Promket *et al.* (2016) sugieren que los valores elevados de luminosidad (L*) son indicativos de carnes PSE.

Tabla 6. Comparación de medias ($\bar{X}\pm EE$) de la evaluación del color en músculo *pectoralis* en canales de gallinas criollas (*Gallus gallus*) alimentadas con dietas experimentales con diferentes suplementos naturales.

Variabes	T1	T2	T3	T4
L*	70.5±22.71 ^a	65.8±18.24 ^a	68.3±25.62 ^a	68.8±21.04 ^a
a*	0.7±0.88 ^b	2.0±0.93 ^a	1.9±0.83 ^a	1.6±0.84 ^a
b*	12.5±4.60 ^a	11.3±3.83 ^a	12.3±5.16 ^a	10.2±3.75 ^a
C*	12.6±2.64 ^a	11.6±1.36 ^a	12.4±1.60 ^a	10.4±1.68 ^a
h°	87.0±23.07 ^a	80.0±31.74 ^b	81.9±37.87 ^b	80.8±26.88 ^b

Fuente: elaboración propia.

\bar{X} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}= Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente ($P<0.05$).

L*= Luminosidad.

a*= Color rojo.

b*= Color amarillo.

C*= Saturación de color.

h°= Angulo o matiz de tonalidad.

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a los publicados por Fletcher (1999) y Holownia *et al.* (2003) quienes presentan valores más altos en las variables L*, a* y b*; en carne de ave; empero, Soler *et al.* (2011) y Promket *et al.* (2016) reportan valores, para las mismas variables, más bajos que los encontrados en el presente estudio. Por otro lado, Cori *et al.* (2014) trabajando con carne de pollo, gallina y codorniz reportaron valores más bajos para la variable L* y a*, mientras que en la variable b* reportaron valores similares a los del presente estudio. Las diferencias en las variables del color de la carne que se presenta en los estudios publicados se pueden atribuir a la genética, alimentación, técnica de sacrificio y desangrado que se le dio en cada investigación; así como a factores instrumentales tales como el tipo de espectrofotómetro utilizado, la temperatura y técnica de escaldado (Quiáo *et al.*, 2002).

La capacidad de retención de agua (CRA), agua libre y pérdida de agua por goteo (PG) de la carne, se presenta en el Tabla 7.

El T3 (epazote) tuvo, estadísticamente, la mayor capacidad de retención de agua ($P<0.05$) respecto a los valores medios de los tratamientos T4 (testigo), T1 (ajo) y T2 (hierba santa). Los valores obtenidos en el presente estudio son similares a los publicados por Qiao *et al.* (2002) y mayores a los reportados por Renfigo-González y Ordoñez-Gómez (2010), lo cual pudo deberse a las variaciones en las técnicas utilizadas para medir CRA, la edad o genética de las aves. En la industria cárnica, es importante la retención de agua, ya que a mayor CRA, será mayor jugosidad en la carne. Bajo esta perspectiva, la carne proveniente del T3 (epazote) presentó mayor jugosidad, respecto a los otros tratamientos. La CRA está influenciada por la temperatura de la carne y la conformación muscular (Alarcón *et al.*, 2005). Schilling *et al.* (2008) y Corzo *et al.* (2009) refieren que la reducción lenta del pH de

la carne favorece mayor retención de agua; lo cual es deseable en la industria cárnica (Soler *et al.*, 2011).

Con respecto al agua libre de la carne, el T3 (epazote) retuvo más agua que el resto de los tratamientos, seguido del T4 (testigo), siendo estas diferencias significativas ($P<0.05$) (Tabla 7). El agua libre corresponde al agua ligada a la estructura celular de la carne, que para ser liberada debe ser sometida a condiciones de presión y/o cocinado. Esta característica de la carne es variable y depende si es fresca o congelada Hulot y Ouhayoun (1999). Farouk *et al.* (2014) reportan que la conformación muscular y el estrés provocado durante el sacrificio, pueden dar como resultado mayor capacidad de retención de agua y menor agua libre. En esta variable, los resultados obtenidos en el presente estudio son mayores a los reportados por Morón-Fuenmayor y Zamorano (2004) para carne de ave (pollo y avestruz) a 24 h *post-mortem*; dichas diferencias se pueden explicar debido a las variaciones en la técnica de sacrificio de las aves, al manejo de la carne, músculo analizado y al tamaño de la muestra.

La pérdida de agua por goteo tuvo efecto significativo ($P<0.05$) entre tratamientos, siendo que esta variable fue menor para el T4 (testigo) con respecto a T3 (epazote), T2 (hierba santa) y T1 (ajo) respectivamente. Esta diferencia pudo deberse al tipo de corte. Fanatico *et al.* (2007) y Funaro *et al.* (2014) reportan que el tipo de corte de las fibras musculares de la carne afecta la pérdida de agua por goteo. En el presente estudio se obtuvieron porcentajes más elevados para los T1 (ajo), T2 (hierba santa) y T3 (epazote) en relación con lo reportado por Morón-Fuenmayor y Zamorano (2004), quienes midieron PG en carne de pollo, avestruz, res y cerdo. Estas diferencias pueden deberse a que la PG es mayor en aves de crecimiento lento (como las gallinas criollas) que los pollos de engorda, debido a que las aves de crecimiento lento tienen menor desarrollo muscular y

Tabla 7. Comparación de medias ($\bar{X}\pm EE$) en capacidad de retención de agua (CRA), agua libre y pérdida de agua por goteo (PG) en carne de gallinas criollas (*Gallus gallus*) alimentadas con dietas experimentales con diferentes suplementos naturales.

Variables	T1	T2	T3	T4
CRA (% ¹)	40.2±13.15 ^b	39.6±14.82 ^b	55.0±22.30 ^a	49.6±13.69 ^a
Agua libre (% ¹)	59.8±8.15 ^a	60.5±14.84 ^a	45.0±15.27 ^c	50.4±13.67 ^b
PG (% ¹)	5.8±2.74 ^a	5.1±1.96 ^a	4.2±1.64 ^b	4.1±1.55 ^b

Fuente: elaboración propia.

¹Transformadas a la función arco seno $\sqrt{(y)}$

\bar{x} =Media.

EE= Error estándar.

^{a,b,c}= Medias en hilera con distinta literal difieren estadísticamente ($P<0.05$).

T1: Desperdicio fresco + 12 g de ajo + 40 g de masa de maíz.

T2: Desperdicio fresco + 12 g de hierba santa + 40 g de masa de maíz.

T3: Desperdicio fresco + 12 g de epazote + 40 g de masa de maíz.

T4 (Testigo): Desperdicio fresco + 52 g de masa de maíz.

consecuentemente, menor cantidad de carne con fibras musculares más delgadas y, por lo tanto, existe mayor pérdida de agua por goteo.

CONCLUSIONES

La inclusión de una dieta basada en desperdicio de cocina con aditivos vegetales en gallinas criollas de traspatio mejorar los parámetros productivos y calidad de la carne, sin afectar la calidad de la canal.

Acknowledgments

The authors thank the volunteers who participated during the sensory and consumer preference tests, thanks to their contribution, it was possible to carry out this study. CONACYT is thanked for the scholarship granted for postgraduate studies to the student Lucelly Mijangos-Matus.

Funding. This research was carried out with the support of the Universidad del Mar. CONACYT provided scholarship grant for postgraduate studies to Lucelly Mijangos-Matus.

Conflict of interest. The authors state that there were no conflicts of interest with any natural or legal person during the planning and execution of the experimental design, the generation, recording and analysis of the information contained in this manuscript, nor during its writing and publication.

Compliance with ethical standards. The project was reviewed by the Graduate Studies Division of Universidad del Mar, and was approved for its ethical handling of animals, based on the Official Mexican Standards NOM-062-ZOO-1999 "Technical specifications for the production, care and use laboratory animals" and NOM-033-SAG/ZOO-2014, Methods for killing domestic and wild animals.

Data availability. The authors confirm that all data supporting the findings are available in their entirety and without restriction upon reasonable request to the author Marco Antonio Camacho-Escobar marcama@zicatela.umar.mx. All relevant data needed to replicate this study are described in the paper.

Author contribution statement (CRediT). **M. A. Camacho-Escobar-** Conceptualization, Methodology, Project administration, Visualization, Writing – original draft., **L. Mijangos-Matus-** Investigation., **J. G. Gamboa-Alvarado-** Conceptualization, Methodology., **E. Ramírez-Rivera-** Conceptualization, Methodology, Project administration, Writing – original draft., **N. Y. Ávila-Serrano-** Data curation, Formal analysis., **S. Jacobo López-Garrido-** Supervision, Validation., **M. M. Galicia-Jiménez-** Supervision, Visualization, Writing – review & editing.

REFERENCIAS

- Alarcón, R.A.D., Gamboa-Alvarado J.G., Rodríguez-Fernández, A.A., Grado, J.A.A. and Janacua, V.H., 2006. Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Técnica Pecuaria México*, 43(1), pp. 53-56. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613/61344105>
- Alarcón, A.D., Duarte, J.O., Rodríguez, F.A. and Janacua, H., 2005. Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firme-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del Bajío en México. *Técnica Pecuaria México*, 43(3), pp. 335-346. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613/61343304>
- Attia, Y.A., Tahawy, W.S., Hamid, A.E., Niazza, A., Aharrhi, M.A., Kelway and M.I., Bovera, F., 2014. Effect of feed form, pellet diameter and enzymes supplementation on carcass characteristics, meat quality, blood plasma constituents and stress indicators of broilers. *Archiv für Tierzucht*, 57(30), pp. 1-14. <https://doi.org/10.7482/0003-9438-57-030>
- Baños, A. and Guillamón, E., 2014. Utilización de extractos de ajo y cebolla en producción avícola: *Alimentación. Selecciones Avícolas*, 56(1), pp. 7-9. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2014/1/007-009-Alimentacion-Utilizacion-de-extractos-de-ajo-Banos-Guillamon-DOMCA-SA201401.pdf>
- Blakey, J.R. and Mittal, G.S., 1993. Changes in pH and water holding properties of Longissimus dorsi during beef ageing. *Meat Science*, 34(3), pp. 335-349. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90082-s](https://doi.org/10.1016/0309-1740(93)90082-s)
- Bradley, G.K., 2014. *Cunningham Fisiología veterinaria* (5a edición) España, Elsevier.
- Camacho-Escobar, M.A., Jerez-Salas, M.P., Romo-Díaz, C., Vásquez-Dávila, M.A. and García-Bautista, Y., 2016. La conservación in situ de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer Científico en Chiapas Segunda época*, 11(1), pp. 60-69. Disponible en: https://dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2016-ener-jun/La_conservacion_in_situ_de_aves.pdf
- Camacho-Escobar, M.A., Lezama-Nuñez, P.R., Jerez-Salas, M.P., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M.A.,

- García-López, J.C., Arroyo-Ledezma, J., Ávila-Serrano, and N., Chávez-Cruz, F., 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1(1), pp. 375-379. Disponible en: http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Camacho2011_1_375_379.pdf
- Castellanos-Gómez, J.R., 2008. Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), pp. 3-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/856/85670103.pdf>
- Chowdhury, S., Mandal, G.P. and Patra, A.K. 2018. Different essential oils in diets of chickens: 1. Growth performance, nutrient utilization, nitrogen excretion, carcass traits and chemical composition of meat. *Animal Feed, Science and Technology*, 236(2), pp. 86-97. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2017.12.002>
- Commission Internationale de l'Eclairage., 2004. Technical Report Colorimetry, (3rd ed.) Vienna, Austria, Commission Internationale de l'Eclairage. <https://doi.org/10.25039/TR.015.2018>
- Cori, M.E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R. and Rivas, N., 2014. Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), pp. 133-143. <https://doi.org/10.21071/az.v63i241.570>
- Corzo, A., Schilling, M., Loar, R.E., Jackson, V., Kin, S. and Radhakrishnan, R., 2009. The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Science*, 88(2), pp. 432-439. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00406>
- Fanatico, A.C., Pillai, P.B., Emmert, J.L. and Owens, C.M., 2007. Meat Quality of slow and Fast-Growing Chicken Genotypes Fed Low Nutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor. *Poultry Science*, 86(10), pp. 2245-2255. <https://doi.org/10.1093/ps/86.10.2245>
- Faria, P.B., Bressan, M.C., Souza, X.R., Rossato, L.V., Bottega, L.M.G. and Gamma, L.T., 2010. Carcass and Parts Yield of Broilers Reared Under a Semi-Extensive System. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12(3), pp. 153-159. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2010000300003>
- Farouk, M.M., Al-Mazeedi, H.M., Sabow, A.B., Bekhit, A.E.D., Adeyemi, K.D., Sazili, A.Q. and Ghani, A., 2014. Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science*, 98(3), pp. 505-519. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.05.021>
- Fletcher, D.L., 1999. Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poultry Science*, 78(9), pp. 1323-1327. <https://doi.org/10.1093/ps/78.9.1323>
- Funaro, A., Cardenia, V., Petracci, A., Rimini, S., Rodríguez – Estrada, M.T. and Cavani, C., 2014. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free-range chickens. *Poultry Science*, 93(6), pp. 1511-1522. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03486>
- Gap-Don, K., Jin-Yeon, J., Sun-Jin, H., Han-Sul, Y., Jin-Tea, J. and Seon-Tea, J., 2010. The relationship between meat color (CIE L* and a*), myoglobin content, and their influence on muscle fiber characteristics and pork quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 30(4), pp. 626-633. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2010.30.4.626>
- Garrido, M.D, Bañon, S., Pedauye, J. and Laencina, J., 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughter line. *Meat Science*, 37(3), pp. 421-428. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90057-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90057-4)
- Glamoclija, N., Starcevic, M., Janjic, J., Jovanovic, J., Boskovic, M., Djordjevic, J., Markovic, R., Baltic, M.Z. 2015. The effect of breed line and age on measurements of pH-value as meat quality parameter in breast muscles (m. pectoralis major) of broiler chickens. *Procedia Food Science*, 5(1), pp. 89 – 92. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.023>
- Grau, R., Hamm, R., 1953. A simple method for the determination of water binding in muscles. *Naturwissenschaften*, 40(1), pp. 29-30.
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J. and Megías, D., 2004. Influence of two plant

- extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), pp. 169-174. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169>
- Hofmann, G.E. and Todgham, A.E., 2010. Living in the Now: Physiological Mechanisms to Tolerate a Rapidly Changing Environment. *Annual Review of Physiology*, 72(1), pp. 127-145. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-021909-135900>
- Holownia, K., Chinnan, M.S., Reynolds, A.E. and Koehler, P.E., 2003. Evaluation of induced color changes in chicken breast meat during simulation of pink color defect. *Poultry Science*, 82(6), pp. 1049-1059. <https://doi.org/10.1093/ps/82.6.1049>
- Honikel, K.O. and Kim, C.J. 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleisch Wirtsch Davis California*, 66(3) pp. 244-252.
- Hulot, F., and Ouhayoun, J., 1999. Muscular pH and related traits in Rabbits: a review. *World Rabbit Science*, 7(1), pp. 15-36. <https://doi.org/10.4995/wrs.1999.378>
- Jeong, J., Hur, y., Yang, S.J., Moon, H.S., Hwang, S.H., Park, YG. B. and Joo, S.T., 2009. Discoloration characteristics of 3 major muscles from cattle during cold storage. *Food Science*, 74(1), pp. 1-5. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00983.x>
- Jerez-Salas, M.P., 2009. Producción de huevo de gallinas Rhode Island rojas bajo un sistema alternativo de traspatio. *Revista Brasileña de Agroecología*, 4(2) pp. 656-659. Disponible en: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/7999>
- Lara, L.P.E., Itzá, O.M., Aguilar, U.E., Magaña, S.H., Chin, P.C. 2009. Aditivos fotogénicos como promotores de crecimiento en pollos de engorda. In: Memorias de la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Saltillo, Coahuila, México, pp. 1-15.
- Lee, S., Norman, B.J.M., Gunasekaran, S., Van Laack, R.L.J.M., Kim, B.C. and Kauffman, R.G., 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science*, 55(4), pp. 385-389. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(99\)00166-7](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(99)00166-7)
- Lessiów, T., Xiong and Y.L. ,2003. Chicken muscle homogenate gelation properties: effect of pH and muscle fiber type. *Meat Science*, 64(4), pp. 399-403. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00206-1](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00206-1)
- Márquez, S.E. and Salazar, A.A., 1991. Efecto de diferentes niveles iniciales de nitrito y tipo de fibra en algunas características de productos curados. *Revista científica FCV-LUZ*, 1(1), pp. 35-41. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/14047/14026>
- Medinilla, G.I.J., Vigil, R.O. and Platero, C.R.M., 2010. Evaluación bioeconómica del rendimiento en canal de conejos neozelandés blanco alimentados con tres niveles de forraje verde hidropónico de maíz blanco. Tesis de licenciatura. Universidad del Salvador Facultad de Ciencias Agronómicas Departamento de zootecnia San Salvador, El Salvador. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/490/1/10136470.pdf>
- Miazzo, R.D. and Peralta, M.F., 2006. Calidad de la canal de pollos parrilleros que recibieron Levadura de Cerveza (*S. cerevisiae*) en sustitución del núcleo vitamínico-mineral. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*, 7(11), Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612653014.pdf>
- Morón-Fuenmayor, O.E. and Zamorano, G.L., 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *Revista Científica FCV-LUZ*, 14(1), pp. 36-39. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95911219006.pdf>
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition. Washington, DC: *The National Academies Press*. <https://doi.org/10.17226/2114>.
- Okuyama, E., Umeyama, K., Saito, Y., Yamazaki, M. and Satake, M., 1993. Ascaridole as a pharmacologically active principle of "Paico", a medicinal Peruvian plant. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 41(7), pp. 1309-1311. <https://doi.org/10.1248/cpb.41.1309>
- Promket, D., Ruangwittayanusorna and K., Somchana, T., 2016. The Study of Carcass Yields and Meat Quality in Crossbred Native Chicken (Chee). *Agriculture and Agricultural Science*

- Procedia*, 11(1), pp. 84-89.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.12.014>
- Puvaca, P., Jubojevic D.L., Kostadinovic L.J., Lukac D., Levic J., Popoulc S. and Durancing O., 2015. Spices and herbs in broilers nutrition Effects of garlic (*Allium sativum* L.) on broiler chicken production. *World's Poultry Science*, 71(3), pp. 533-538.
<https://doi.org/10.1017/S0043933915002214>
- Qiao, M., Fletcher, D.L., Northcutt, J.K. and Smith, D.P., 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science*, 81(3), pp. 422-427.
<https://doi.org/10.1093/ps/81.3.422>
- Rengifo-González, L.I. and Ordoñez-Gómez, E.S., 2010. Efecto de la temperatura en la capacidad de retención de agua y pH en carne de res, cerdo, pollo, ovino, conejo y pescado paco. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria de la Selva. *Revista del Encuentro Científico Nacional Lima Perú*, 7(2), pp. 77-85.
<https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2010.0024/>
- Reséndiz-Martínez, R., Juárez-Cortez, J.A., Villarreal-Espino, O., Jiménez-Cortez, H., Hernández-Hernández, J., Camacho-Ronquillo, J.C. and Robles-Robles, M., 2016. Caracterización del uso medicinal de las plantas de traspatio en la región de Puebla. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 3(1), pp. 140-143. Disponible en: https://www.voaxaca.tecnm.mx/revista/images/RMAE_Suplemento%202-Congreso%20CONBIAND.pdf
- Roofchae, A., Irani, M., Ebrahimzadeh, M.A. and Akbari, M.R., 2013. Effect of dietary oregano (*Origanum vulgare* L.) essential oil on growth performance, cecal microflora and serum antioxidant activity of broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 10(32), pp. 6177-6183. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94499>
- Statistical Analysis Software., 2004. SAS User's Guide (Release 9.1) Statistic SAS Inst. Inc., Cary. NC. Disponible en: https://support.sas.com/documentation/online/doc/91pdf/sasdoc_91/stat_ug_7313.pdf
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. A biomedical approach. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, N.Y.
- Schilling M, Radhakrishnan V, Thaxton Y. and Christensen K., 2008. The effects of broiler catching method on breast meat quality. *Meat Science*, 79(1), pp. 163-171.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.08.010>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural., 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Diario Oficial de la Federación publicado el 16 de julio de 1996. Disponible en línea en: <https://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/ci/uae/normas/Norma033.pdf>
- Secretaría de Salud. 1994. PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NOM-087-SSA1-1994, Bienes y servicios. Aves frescas refrigeradas y congeladas enteras y troceadas envasadas. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación 11 de abril de 1994. Consultado el 13 agosto de 2018. Disponible en línea en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4754851&fecha=24/10/1994
- Singler, G.S., Gómez, S.R., Alarcón-Rojo, A.D., Ángeles, L., Piña, E., Shimada A.M. and Mora, O.I., 2015. Efecto del ácido lipóico sobre parámetros productivos y calidad de la canal en el pollo de engorda. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(2), pp. 207-219. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2656/265638151007.pdf>
- Soler, S.M.D., Mateos, O.M., Safón, G.E., Soler, R.P. and Garcés, N.C., 2011. Caracterización del color y relación con el pH de pechuga de pollo durante el procesado de las canales en matadero. XLVIII Simposio científico de avicultura. Área de Producción Animal, Facultad de Veterinaria. Facultad de Veterinaria, Valencia, España. Disponible en: https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs/docs/1_caracterizacion_de_l_color_y_relacion_con_el_ph_de_pechuga_de_pollo_durante_el_procesado_de_las.pdf
- Świątkiewicz, S., Marczewska-Włosek, A. and Józefiak, D., 2015. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 71(4), pp. 663-681.
<https://doi.org/10.1017/S0043933915002457>
- Troy, D.J. and Kerry, J.P., 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry.

- Meat Science*, 86(1), pp. 214-226.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.009>
- Van der Wall, P.G., Engel, B. and Reimert, H.G., 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *Meat Science*, 53(2), pp. 101-106.
[https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(99\)00039-x](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(99)00039-x)
- Velazco, J., 2001. Aspectos importantes en la medición del pH. *CarneTec*, Julio-Agosto, pp. 48-51.
- Williams, C.M., 2013. Gestión de residuos de aves de corral en los países en desarrollo. *In: Revisión del Desarrollo Avícola*. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Pp 48. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- Woelfel, R.L., Owens, C.M., Hirschler, E.M., Martínez-Dawson, R and Sams, A.R., 2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*, 81(4), pp. 579-584.
<https://doi.org/10.1093/ps/81.4.579>
- Yin, M. C and Cheng, W.S., 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science*, 63(1), pp. 23-28.
[https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(02\)00047-5](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(02)00047-5)