

UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ESCONDIDO



Diferencias productivas, químicas, instrumentales y sensoriales en carne y jamón cocido de gallinas criollas alimentadas con aditivos en la dieta

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestra en Producción y Sanidad Animal

Presenta:

M.V.Z. Lucelly Mijangos Matus

Director

Dr. Marco Antonio Camacho Escobar

Codirector

Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado

Puerto Escondido, Oaxaca 2018

DEDICATORIA

Con amor y fe a Dios por estar ahí, por darme la dicha de vivir e iluminar mi sendero, brindarme salud y fuerza necesaria para poder abatir los obstáculos y hacer los momentos menos ásperos.

Con respeto, admiración y cariño a mis padres Rosa Matus Soriano y Fausto Andrés Mijangos Reyes, a ustedes como una humilde muestra de gratitud, porque son mi guía, el pilar más importante en mi vida; por su lucha constante, por brindarme la oportunidad de superarme, sólo puedo decir gracias totales y que Dios me los conserve por mucho tiempo, simplemente son los mejores padres del planeta, los amo.

A mis hermanos Nubia Narcedalia, Ericel y Fausto Vilmar por su apoyo, cariño, comprensión y ánimos, que continuamente me impulsaron a seguir adelante. Siempre los voy a querer, gracias por formar la familia que somos y los gratos momentos que pasamos juntos, los quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Agradecida con la Universidad del Mar por cobijarme en ella y darme la oportunidad de cumplir un objetivo más en mi vida.

Al Consejo Nacional de Educación y Tecnología (CONACYT), sin su apoyo no hubiera sido posible cumplir un peldaño más en mi carrera.

Con respeto y admiración al Dr. Marco Antonio Camacho Escobar, por sus sabios consejos a su invaluable paciencia, compartir sus conocimientos y por enseñarme que la constancia y disciplina son valores indispensables para alcanzar las metas, gracias infinitas por su gran apoyo y por confiar en mí.

Al Dr. José Guadalupe Gamboa Alvarado, por su apoyo constante, tiempo otorgado, por sus enseñanzas de no rendirme pese a las adversidades que se presenten en la vida.

Al Dr. Narciso Ysac Ávila Serrano por su invaluable colaboración, consejos, enseñanzas y paciencia en esta investigación, gracias.

A la Dra. Mónica Marcela Galicia Jiménez por su apoyo y sus consejos.

Al Dr. Serafín Jacobo López Garrido por su apoyo, a sus consejos y ser parte de mi formación como alumna de esta institución.

Agradecimiento a todas las personas por su valioso tiempo y entusiasmo para conformar mi panel sensorial, especialmente al M.C. Crhistian Ayala Esquivel, apoyarme en el sacrificio de las aves, al M.B.E. Jesús Vladimir Hernández Rosado por su disposición de apoyo.

Al Dr. Emmanuel de Jesús Ramírez Rivera por su gran apoyo.

Con gran afecto al L.Z. Saris Ulises Ramos Gabriel, P.L.Z. Ricardo Cruz Vasquez por el tiempo compartido, por su apoyo en este proyecto, gracias por su amistad.

Con cariño muy especial para Gloria Guerrero Pérez y Luz Miriam Pérez González, por su amistad y su espíritu de solidaridad, gracias chicas.

Agradezco a todas las personas que de alguna forma pudieron contribuir a la realización de este proyecto, así como al restaurante Almoraduz y a la frutería Orange.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar características productivas, químicas, instrumentales y sensoriales de carne y jamón de gallinas criollas alimentadas con aditivos. Se utilizaron 20 aves de traspatio con peso inicial promedio 3,440 g, agrupándolas al azar cinco aves por cada jaula, se alimentaron con desperdicio de cocina *ad libitum*, y se suministró aditivos frescos picados en masa de maíz: ajo, hierba santa, epazote y como testigo masa de maíz. Se evaluaron características productivas: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia; variables de la canal: rendimiento de la canal caliente y fría, pH; temperatura en dos tiempos a 45 min y 24 h *post mortem*; se evaluó color de piel, carne y jamón cocido, además de características como capacidad de retención de agua y pérdida de agua por goteo. Se realizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, como fuente de variación los aditivos alimenticios. Se utilizó análisis de varianza y las medias se compararon con la prueba de Tukey. Existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variables, ganancia de peso y conversión alimenticia, temperatura a 24 h, color de piel y carne presentaron alta luminosidad con tonalidad baja en amarillo. La evaluación sensorial, mostró puntuaciones de “me gusta moderadamente”, los atributos de mayor dominancia fueron: aroma a pollo, especias, jamón y sal. Se concluyó que el mejor tratamiento, basado en los resultados, fue el adicionado con epazote a la dieta de las aves.

Palabras clave: *Allium sativum*, ajo, aves de traspatio, *Dysphania ambrosioides*, epazote, hierba santa, *Piper auritum*.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate productive, chemical, instrumental and sensorial characteristics of meat and ham of Creole chickens fed with additives. Was used 20 backyard birds with an average initial weight of 3,440 g, randomly grouping five birds for each cage, feeding on kitchen waste ad libitum, and fresh additives dipped in corn dough: garlic, holy grass, epazote and as control mass of corn. Productive characteristics were evaluated: weight gain, food consumption, feed conversion; carcass variables: hot and cold carcass performance, pH; temperature in two times at 45 min and 24 h *post-mortem*; color of skin, meat and cooked ham was evaluated, and characteristics such as water retention capacity and water loss by dripping. A completely randomized experimental design was carried out with four treatments and five repetitions, as source of variation for food additives. Analysis of variance was used and the means were compared with the Tukey test. There were significant differences ($P<0.05$) between the variables, weight gain and feed conversion, temperature at 24 h, flesh and skin color showed high luminosity with a low yellow hue. The sensory evaluation, showed scores of "I like moderately", the attributes of greater dominance were: aroma of chicken, spices, ham and salt. It was concluded that the best treatment based on the results was the addition of epazote to the diet of the birds.

Key words: *Allium sativum*, backyard birds, *Dysphania ambrosioides*, epazote, garlic, holy grass, *Piper auritum*.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
INTRODUCCIÓN	1
1. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
1.1. Alimentación	4
1.2. Alternativas de alimentación	4
1.3. Consumo de carne de pollo	7
1.4. Factores que afectan la calidad de la carne	8
1.4.1. pH del músculo	8
1.4.1.1. Carne PSE (Pálida suave exudativa)	9
1.4.2. Temperatura interna de la canal	9
1.4.3. Evaluación del color.....	10
1.4.4. Capacidad de retención de agua (CRA).....	12
1.4.5. Pérdida de agua por goteo	13
1.5. Jamón cocido.....	13
1.6. Evaluación sensorial	14
1.6.1. Prueba de nivel de agrado.....	15
1.6.2. Métodos descriptivos	16
1.6.2.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)	16
1.6.3. Consumidores	17
1.6.3.1. Aspectos hedónicos	17
2. OBJETIVO	18
2.1. Objetivo general.....	18
2.2. Objetivos particulares	18
3. HIPÓTESIS	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1. Ubicación geográfica y ambiente	19
4.2. Manejo general	19
4.2.1. Jaulas	20
4.2.2. Animales experimentales.....	20

4.2.3. Alimentación de las aves	21
4.2.4. Sacrificio de las aves	24
4.3. Variables evaluadas.....	25
4.3.1. Variables productivas	25
4.3.1.1. Consumo de alimento.....	25
4.3.1.2. Conversión alimenticia	26
4.3.1.3. Ganancia diaria de peso.....	26
4.3.1.4. Rendimiento de la canal caliente y fría.....	26
4.4. Evaluación química e instrumental de la carne.....	27
4.4.1. pH del músculo	27
4.4.2. Evaluación instrumental de la carne	28
4.4.2.1. Temperatura interna de la canal.....	28
4.4.2.2. Color de piel y músculo	28
4.4.3. Capacidad de retención de agua (CRA).....	30
4.4.4. Pérdida de agua por goteo	31
4.5. Elaboración del jamón cocido	32
4.6. Medición de color del jamón cocido	33
4.7. Evaluación sensorial	35
4.7.1. Conformación del panel Dominio Temporal de Sensaciones	35
4.7.1.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)	36
4.7.2. Estudio de consumidores	38
4.8. Diseño experimental y análisis estadístico	38
4.8.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)	39
4.8.2. Estudio de consumidores	40
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1. Características productivas.....	41
5.2. Características de la canal.....	42
5.3. Características químicas e instrumentales de la carne.....	43
5.4. Evaluación de color del jamón cocido.....	49
5.5. Evaluación sensorial	58
5.5.1. Perfil sensorial dinámico.....	58

5.5.1.1. Análisis de jamón cocido mediante las curvas TDS	58
5.5.2. Estudio de consumidores	62
6. CONCLUSIONES	65
7. RECOMENDACIONES GENERALES	66
8. LITERATURA CITADA.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Análisis Químico proximal de dietas de gallinas criollas.....	23
Tabla II.	Comparación de medias ($\bar{x}\pm EE$) en pesos vivos (en kg) de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>) bajo diferentes dietas alimenticias.....	50
Tabla III.	Respuesta media ($\bar{x}\pm EE$) en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	51
Tabla IV.	Comportamiento medio ($\bar{x}\pm EE$) de peso final, rendimiento de canal caliente y fría de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>) bajo diferentes dietas alimenticias.....	52
Tabla V.	Comparación de ($\bar{x}\pm EE$) de pH y temperatura medidos a los 45 min y 24 h <i>post-mortem</i> en carne de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	53
Tabla VI.	Comparación de medias ($\bar{x}\pm EE$) de la evaluación del color en piel entre las canales de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	54
Tabla VII.	Comparación de medias ($\bar{x}\pm EE$) de la evaluación del color en músculo <i>pectoralis</i> en canales de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	55
Tabla VIII.	Comparación de medias ($\bar{x}\pm EE$) en capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida de agua por goteo (PG) en carne de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>) en las diferentes dietas alimenticias.....	56
Tabla IX.	Comparación de medias ($\bar{x}\pm EE$) en evaluación del color de jamón cocido en las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (<i>Gallus gallus</i>).....	57
Tabla X.	Evaluación productiva, química y sensorial de carne y jamón cocido de los tratamientos experimentales.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Animales experimentales.....	21
Figura 2.	Alimentación de aves.....	22
Figura 3.	Suministro de aditivos alimenticios.....	22
Figura 4.	Insensibilización y sacrificio de aves.....	24
Figura 5.	Determinación del peso de la canal.....	27
Figura 6.	Medición de pH y temperatura de la canal.....	28
Figura 7.	Medición de color de piel en canal de pollo.....	29
Figura 8.	Medición de la capacidad de retención de agua (CRA).....	31
Figura 9.	Evaluación de pérdida de agua por goteo.....	32
Figura 10.	Elaboración de jamón cocido.....	33
Figura 11.	Medición de color del jamón cocido.....	34
Figura 12.	Conformación del panel Dominio Temporal de Sensaciones (TDS).....	36
Figura 13.	Realización de prueba para TDS.....	37
Figura 14.	Degustación de consumidores.....	38
Figura 15.	Perfil sensorial dinámico, del jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias, mediante curvas de Dominio Temporal de Sensaciones (45 evaluaciones).....	60
Figura 16.	Perfil sensorial dinámico, del jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias, mediante curvas de Dominio Temporal de Sensaciones (45 evaluaciones).....	61
Figura 17.	Preferencia de consumidores a pruebas de jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias.....	62

INTRODUCCIÓN

En el estado de Oaxaca la avicultura de traspatio ha ocupado el primer lugar con lo que respecta al manejo de avicultura tradicional, ya que las aves son adaptadas con gran facilidad en todas las comunidades del estado, aun en condiciones de manejo desfavorables, las aves llegan a producir carne y huevo en productores del área rural (Jerez-Salas 2009).

Este sistema de producción avícola, en donde las pequeñas parvadas de propiedad familiar llegan a ser de 5 a 30 aves (FAO 2013), por lo general fenotipos autóctonos o criollos, constituyen una fuente de proteínas además de generar ingresos económicos, contribuyen a la seguridad alimentaria de muchas familias que viven en las regiones rurales pobres de los países en desarrollo (FAO 2013).

La forma tradicional en la dieta de aves de traspatio se basa en granos de maíz, desechos de comida, tortilla o pan remojados, desperdicios de frutas, verduras, algunos forrajes o hierbas de la región, cascara de huevo molido, incluso insectos, lombrices, gusanos (PESA 2014); en ocasiones, combinados con pequeñas cantidades de cereales o sus subproductos (Ravindran 2013).

Las aves de corral, son excelentes animales domésticos en los que cualquier cambio en la alimentación se refleja de manera casi inmediata en ganancia de peso y rendimiento de la canal (Ravindran 2013). Estas aves por lo general, suelen ser pequeñas, se reproducen con facilidad y no exigen una gran inversión económica (Centeno *et al.* 2007).

Es necesario, que en la dieta de las gallinas, se incluyan fuentes adecuadas de energía y proteína, que son indispensables para su desarrollo normal. Sánchez (2005) reportó que gallinas en condiciones de crianza en traspatio, el consumo promedio de alimento, en la octava semana de edad del ave, fue de 183 g y para la décima semana de 275 g.

La actual necesidad de buscar alimentos más saludables, ha propiciado el uso de productos alimenticios de origen animal de la mayor calidad, con posible impacto positivo sobre la salud humana (Bedford 2000, Cornejo *et al.* 2008, Attia *et al.* 2014). Esta situación ha obligado la búsqueda de alternativas que conduzcan a sustituir insumos alimenticios, y de reducir los costos de producción de la proteína animal para consumo humano (Aguilar-Ramírez *et al.* 2000, Bedford 2000). Para este contexto, se ha desarrollado el uso de extractos y plantas como alternativas en dietas de animales con la finalidad de optimizar la eficiencia de la producción animal. Así de igual forma, optimizar la calidad del producto que es carne o huevo (Bedford 2000). En el presente estudio se evaluaron las características químicas y calidad de la carne y se determinaron las propiedades sensoriales del jamón cocido elaborado con carne de gallina criolla.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

En México no existen datos precisos sobre la avicultura de traspatio, debido a que es casi imposible estimar sus indicadores productivos (Hernández-Pérez & Jaimes-Piñón 2003); sin embargo, se ha determinado que el aporte del traspatio, representa aproximadamente 10% de la producción avícola total nacional (Lastra *et al.* 1998).

Oaxaca, el principal estado diverso en especies vegetales y animales, se considera una importante fuente de recursos genéticos animales y las aves de traspatio (Pérez *et al.* 2004). En la costa oaxaqueña, las condiciones de crianza, en traspatio, les proporcionan a las aves mayor rusticidad y la capacidad de adaptación a ambientes con escasos cuidados o sin ellos (Pérez *et al.* 2004).

Camacho-Escobar *et al.* (2006) reportaron que para la región costa de Oaxaca, la gallina criolla es el ave que se cría con más frecuencia, seguida del guajolote, pollo de engorda, patos y finalmente gallos de pelea.

La producción de una gallina de traspatio depende de factores genéticos, nutricionales, sanitarios, ambientales y de manejo (Camacho-Escobar *et al.* 2016), siendo la alimentación fundamental para que el ave pueda alcanzar su máximo desarrollo y con ello expresar la totalidad del potencial productivo (Jerez-Salas 2004).

Autores como Rendón (1990) y Segura (2000), reportan en experimentos realizados con gallinas criollas baja producción de carne (menor de 1,000 g) y conversión alimenticia superior a tres, a las ocho semanas de edad con respecto al pollo de engorda. En tanto Urdeta-Rincón & Leeson (2002) refieren que los pollos especializados en producción de carne, pueden alcanzar 2,400 g de peso vivo, 1.68 de conversión alimenticia y 77% de rendimiento de canal. Mientras, en condiciones semi-intensivas, Segura (1998) reporta que en pollos criollos el peso de un ave a las 10 semanas de edad fue de entre 679 - 966 g de peso vivo.

Las aves de traspatio son importantes dentro de la alimentación en las familias rurales, El modelo tradicional de crianza de aves a espacios abiertos donde puedan expresar los comportamientos propios de la especie y confieran mejor calidad de carne (Dottavio & Di Masso 2010), por lo que en este proyecto se le ha dado importancia a la crianza y manejo de la alimentación tradicional.

1.1. Alimentación

La creciente demanda de alimentos cárnicos ha originado la búsqueda de nuevas alternativas para incrementar la eficiencia alimenticia animal (Castro 2005).

La carne de pollo ha sido considerada un alimento excelente nutricionalmente, proporcionando no solo proteínas de alta calidad, sino también vitaminas y minerales importantes. La pechuga contiene menos de 3 g de grasa/100 g. El valor promedio para la carne oscura (sin piel) es de 5 a 7 g/100 g (Bingham 2006, Givens 2009). La carne de ave también puede enriquecerse fácilmente mediante alternativas alimenticias que permitan el desarrollo del pollo con varios nutrientes importantes (Yang *et al.* 2012).

1.2. Alternativas de alimentación

En los últimos años se ha incrementado la búsqueda de nuevas alternativas de Alimentos Promotores de Crecimiento (APC), para aumentar la eficiencia alimenticia (Castro 2005). Así, también se han incluido en la alimentación animal, otros aditivos como los fitobióticos, que son productos naturales bioactivos, empleados para mejorar el desempeño productivo e influir en el crecimiento y la salud de los animales (Roofchae *et al.* 2013).

Se ha estudiado el uso de hierbas aromáticas y especias en la alimentación animal, Hernández *et al.* (2004) y Chowdhury *et al.* (2018) adicionaron aceites esenciales de orégano, canela y pimienta en dietas para pollos de engorda reportaron mejora en el consumo de alimento y digestibilidad de la materia seca.

Existen propuestas alternativas de ingredientes naturales tales como el jengibre, aceite de orégano en alimentación de aves. Inclusive se ha contemplado la inclusión de productos naturales como fuente de alimentación en pollos que favorecen la pigmentación y el valor nutritivo de la carne (Światkiewicz *et al.* 2015). Los extractos vegetales y aceites esenciales de las denominadas “plantas aromáticas” tienen potencial como APC, debido a que poseen propiedades bactericidas, bacteriostáticas, fungicidas, antivirales; por lo que son considerados aditivos inocuos para las dietas. Lara *et al.* (2009) reportaron que se mejora la productividad y la resistencia a enfermedades de las aves, mediante la suplementación con extractos de ajo, y han demostrado tener actividad antioxidante en diversos tipos de carne, los bulbos de ajo y sus cáscaras, cuando se añaden a las dietas de pollos de engorda en la etapa de crecimiento, también se menciona que presentan efectos estimulantes del crecimiento (Yin & Cheng 2003).

En la región costa de Oaxaca se producen algunos cultivos que pueden incluirse en las dietas de las aves y actuar como aditivos o alimentos funcionales; entre los principales aditivos se encuentran la hierba santa, el ajo y el epazote.

La hierba santa (*Piper auritum*, sinónimo de *Piper sanctum*) contiene fenilpropanoides, lignanos, sequeterpenos y monoterpenos como borneol, alcanfor, cíñelo, eugenol, safrol; además de una amplia variedad de componentes bencénicos (García *et al.* 2007). Es una especie aromática originaria de México y distribuida hasta Colombia (Pérez-Bello & Polanco-Expósito 2003, Olivero-Vertel *et al.* 2009). Debido a su abundancia en la región costa de Oaxaca, a sus propiedades y beneficios, se incluyó como un aditivo alimenticio para esta investigación.

La palabra epazote (*Dysphania ambrosioides*) proviene del Náhuatl *epatl*, hierba fétida, y *tzotl*, dulce, lo cual se refiere al olor tan fuerte y la han utilizado como condimento y otros usos curativos que tiene esta hierba (Castellanos-Gómez 2008). En el estado de Puebla, el uso medicinal que le han dado a esta es para tratar parasitosis intestinales en humanos, aves y otros animales de traspatio (Reséndiz-Martínez *et al.* 2016).

Los extractos tanto de ajo (*Allium sativum*) como de cebolla (*Allium cepa*) han demostrado ser una alternativa eficaz al empleo de APC en la producción avícola. Además, los extractos de ajo y cebolla aumentan el rendimiento y la eficiencia de la absorción de nutrientes (Guillamón 2014) y pueden incrementar la ganancia de peso corporal (Puvaca *et al.* 2015). El ajo contiene 33 compuestos sulfurados entre ellos la aliina, alicina, ajoene, componentes responsables de reducir y asimilar el azufre que el ajo capta a través de sus raíces; es por ellos que obtiene el olor y sabor característico (Ganado-Olmedo 2001). Domingo & López-Brea (2003) mencionan que el ajo al ser triturado, por acción de la enzima allinasa sobre la aliina, se activa un aceite volátil el cual protege al intestino de algunas infecciones y tiene un efecto bacteriostático. Así también se han reportado efectos contra virus, hongos, parásitos (García & Herrera 2007).

Puvaca *et al.* (2015) encontraron, en pollos de engorda, que al adicionar ajo en la dieta, se redujeron los niveles de colesterol, triglicéridos y LDL (Lipoproteína de baja densidad) en plasma; de igual forma, aumento en HDL (Lipoproteína de alta densidad). El ajo resultó ser muy eficaz en la regulación de metabolismo lipídico de forma favorable y previene aterosclerosis o enfermedades coronarias de las personas que consumen ajo, además pueden retrasar la oxidación de los lípidos y contribuir a la calidad sensorial y valor nutricional de los alimentos a los que se agrega ajo (Sengul *et al.* 2011, Tang & Cronin 2007). Horita *et al.* (2017) encontraron que el uso del ajo puede reducir el uso de sal, así como también potencializar el sabor en salchichas.

Compuestos de polifenol que se encuentran en la cáscara de ajo tienen propiedades antioxidantes. Por lo tanto, la adición de cáscara de ajo a las dietas de pollos podría afectar positiva y significativamente la calidad de la carne de pollo de engorda (Yin & Cheng 2003, Sallam *et al.* 2004, Tang & Cronin 2007).

1.3. Consumo de carne de pollo

La carne de pollo es considerada uno de los alimentos más saludables para el consumo humano, su alto aporte proteico (22%) y su bajo contenido de lípidos (4 - 5%), sumado a un precio más bajo respecto a las demás carnes. Es una carne blanca considerada excelente para la salud comparada con las carnes rojas, su contenido en urea y colesterol es relativamente bajo (Jaturasitha *et al.* 2008). A nivel mundial, es considerada la segunda carne más preferida (Rodríguez 2011).

Entre 2006-2015 el consumo mundial de carne de pollo creció a una tasa media anual de 3.2%. Entre los principales países consumidores con tendencia creciente en el consumo se encuentran: Estados Unidos (1.1% promedio), China (2.8%), Unión Europea (3.2%), Brasil (3.5%), India (7.7%), México (3.2%), Rusia (5.1%), Japón (1.7%) y Argentina (6.1% promedio anual). Entre los factores que explican el aumento de consumo de carne de pollo se encuentran los altos precios de otras carnes que se han observado en años recientes. En el año de 2013, en México, el consumo per cápita de carne de pollo alcanzó 25.8 kg (FIRA 2016).

En el año 2012 la avicultura mexicana aportó 0.77% en el PIB total, 19.7% en el PIB agropecuario y 40.95% para el PIB pecuario. El sector avícola mexicano participa con 63% de la producción pecuaria; 34.6% aporta en la producción de pollo y 27.9% en la producción de huevo (UNA 2016).

En México durante el año de 2017, el consumo per cápita de carne de pollo fue de 32.0 kg (UNA 2017).

1.4. Factores que afectan la calidad de la carne

Las características naturales más importantes de la carne fresca que determinan la calidad de la carne, son las propiedades químicas como pH, capacidad de retención de agua, color (Fischer 2000, Hernández-Bautista *et al.* 2013). Los productos cárnicos frescos son productos altamente perecederos, debido a su composición nutritiva y alto pH (Aymerich *et al.* 2008).

1.4.1. pH del músculo

El pH está relacionado con la calidad de la carne, por lo que su incremento o su decremento en la canal, puede afectar considerablemente las propiedades sensoriales (sabor, color, olor y textura) de la carne. En los animales vivos se encuentra entre 7.08 y 7.30. Una vez ocurrida la muerte del animal, hay un descenso llegando a valores entre 5.4 y 5.6, lo cual puede variar de acuerdo a diversos factores o especie animal de que se trate (Barriada 1995, Beltrán *et al.* 1997). En pollos está considerado que las primeras 3 h *post mortem*, el valor del pH desciende de 6.15 en pechuga y para el muslo puede llegar a valores de 6.40; transcurridas 24 h desciende de 5.7 en pechuga y 5.9 en muslo (Temprado 2005).

El tiempo para que se presente el *rigor mortis* puede variar en función de la especie (en los pollos y gallinas es de 2 a 4 h *post mortem*), el pH y la temperatura de la canal. La importancia del acortamiento del músculo radica en que, si éste supera 40%, se produce exudación de los jugos internos debido a la menor capacidad de retención de agua, y podrían ocurrir cambios sensoriales que pueden afectar negativamente la calidad de la carne, tales como: sequedad, falta de jugosidad y pérdida de valor nutritivo (Suinaga 2008). El pH final en la carne tiene una influencia importante en la textura, capacidad de retención de agua, su resistencia al desarrollo microbiano y color (Temprado 2005).

1.4.1.1. Carne PSE (Pálida suave exudativa)

La disminución en la tasa de pH *post-mortem* genera evidentes defectos de calidad, como la característica llamada pálida, suave y exudativa (PSE) (Fernández *et al.* 2002). Una carne con condiciones de PSE puede alterar color, textura y sabor de la carne (Castrillón *et al.* 2007).

Las carnes PSE y dura, firme, oscura (DFD por siglas en inglés) son los dos principales problemas que se enfrenta la industria cárnica. El PSE normalmente se encuentra en el cerdo, aunque también se ha descrito en pavos; en tanto la DFD está presente en todas las especies (Velazco 2001).

Valores de pH ≥ 6.3 a los 45 min *post mortem*, determinan la presencia de la condición DFD, y pH ≥ 5.6 24 h *post mortem*, indican la presencia de PSE (Van der Wall *et al.* 1999). La condición DFD, a 24 h *post mortem* se determina con valores de pH ≥ 6.2 (Van der Wall *et al.* 1999, Velazco 2001).

1.4.2. Temperatura interna de la canal

La temperatura y el pH están relacionadas estrechamente, ya que, con incremento de la temperatura, el pH tiende a bajar. Temperaturas *post mortem* de 40°C, aceleran el adenosin trifosfato (ATP) en el músculo, así como también un aumento en la tasa de degradación de glucógeno en el músculo (Mckee & Sams, 1997).

La temperatura del músculo inmediatamente después del sacrificio es relativamente alta (aproximadamente 37°C), la cual es ideal para el desarrollo de bacterias mesófilas (entre 25 y 40°C); sin embargo, es posible encontrar estas bacterias hasta temperaturas cercanas a 10°C (Alarcón *et al.* 2006).

La temperatura de la canal *post sacrificio* es una herramienta para determinar si la carne es PSE o DFD, en cualquier especie, aunque en las aves sólo a la PSE se le ha dado importancia (Alarcón *et al.* 2006).

El acortamiento *pre rigor mortis* depende en gran medida a la temperatura del músculo, localización y la forma de despiece (Flecher 1999). El acortamiento por frío es difícil que se presente en pollos y pavos, debido a que el *rigor mortis* aparece de forma rápida; sin embargo, si los pollos que son deshuesados y sometidos a bajas temperaturas, traerá como consecuencia carne de consistencia dura (Papinaho & Fletcher 1995).

Para evitar una contaminación cruzada, posterior al sacrificio de las aves, es necesario que las canales se laven. Este proceso provee un pre enfriamiento a la canal. Durante este proceso, se da baja la temperatura de la carne y se absorbe agua. Antes de este proceso, la temperatura de la canal se encuentra a 38 °C, temperatura en la que los lípidos de la piel aún no se solidifican, permitiendo la entrada de agua, y con ello, mejorando el rendimiento de la canal. Por lo tanto, es de importancia conservar la temperatura y un manejo riguroso de la carne, además de evitar contaminación microbiana (Honikel & Kim 1986, Fisher 2000).

1.4.3. Evaluación del color

El color es un aspecto importante dentro de la industria cárnica, considerado un atributo que puede influir en la decisión de compra del consumidor, por ello se asocia con el grado de calidad y frescura de la carne (Mancini & Hunt 2005).

Diversos componentes juegan un papel en el desarrollo del color, entre los que se encuentran la concentración de mioglobina, estado oxidativo del hierro dentro de la mioglobina, así como el pH muscular (Owens & Sams 1997). El color se puede medir tanto de forma visual como instrumental. Tal es el uso de métodos de colorímetros; sin embargo, existen numerosos desacuerdos con la forma de medir el color (Tapp *et al.* 2011).

La Comisión Internacional de Iluminación (*Commision Internationale de Illuminacion*, CIELAB por sus siglas en francés) (CIELAB 2004) define el color como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de componentes cromáticos y acromáticos (Alberti *et al.* 2005).

El tono llamado también “*hue*”, se refiere tono del color (amarillo, rojo, azul, verde, etc.), que resulta de la suma de estímulos generados en la retina, cuando recibe impulsos con diferentes longitudes de onda. Estos colores pueden tener diferente intensidad, pudiendo ser colores muy intensos o muy débiles en términos de saturación de color que se le denomina “*croma*”. Mientras que la “*luminosidad*” indica que tan claro u oscuro se presenta un color (Montesinos 2003).

Para la Asociación Americana de Ciencia de la Carne (*American Meat Science Association*, AMSA por sus siglas en inglés) (AMSA 1992), lo ideal para evaluar carne, es utilizar una luz que sea intensa en el espectro de colores rojos (iluminante A). Sin embargo, el iluminante más usado en la literatura científica es el D65 (Tapp *et al.* 2011), el cual corresponde a la luz promedio del medio día en el norte de Europa. En la mayoría de los colorímetros y espectrofotómetros, su función está basada en escalas Hunter y CIELAB, las cuales son reconocidas para evaluar el color de la carne fresca (Montesinos 2003).

Para la medición de color en carne de pollo de engorda, acorde al sistema CIELAB de luminosidad, “*L**” que califica de 0 al negro y 100 al blanco; para determinar el color de la piel de pollo un rango aceptable es de 64 a 72. La coloración se mide mediante los valores “*a**” para rojos y “*b**” amarillos; los valores para “*a**” rojo varían de -60 verde a 60 rojo, y se necesita al menos un valor de 2. Para “*b**” amarillo, el cual varía desde -60 azul hasta 60 amarillo, del cual se requiere como mínimo valores de 41 (Janky 1986, Piráces & Cortes 1991, Fernández 2001).

Las mediciones, basándose en las guías de medición de color en la carne cruda de AMSA (1992), pueden ser afectadas por diversos factores tales como: tipo de músculo, alimentación del animal velocidad del enfriamiento de la canal, orientación de fibras, pH, el tiempo de almacenamiento *post mortem*, tiempo de exposición del músculo al oxígeno, grado de distribución del marmoleo, humedad, brillo de la superficie y concentración de la mioglobina.

1.4.4. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua es un parámetro físico que se puede definir como la capacidad de la carne para retener el agua que contiene, inclusive bajo la influencia de fuerzas externa tales como presión y calor (Sañudo-Astiz 1992, Huff-Lonergan & Lonergan 2005). La CRA es especialmente importante desde el punto de vista sensorial por su asociación con la jugosidad (Haakonsson & Haakonsson 2013).

Si se presenta excesiva pérdida de agua, pueden provocarse cambios en el estado químico del pigmento mioglobina, debido a su conversión acelerada a metamioglobina. En general, el promedio de pérdida de agua es de 0.77% (Wirth 1992). El tipo de carne descrito, al ser empacado para su exposición y venta, presenta una decoloración poco atractiva, carece de textura debido a que el proceso de empacado acumula una gran cantidad de líquidos por la excesiva pérdida de agua (Leygonie *et al.* 2012). Si se almacena durante 1 d, el producto puede perder hasta 10% de su peso y si el almacenamiento es de 6 d, las pérdidas pueden llegar hasta 13.3% (Wirth 1992).

1.4.5. Pérdida de agua por goteo

La pérdida de agua por goteo (PG) es considerada como la cantidad de líquido exudado, de color rojo, en la superficie de un corte de carne. El exudado es básicamente agua y proteínas que se liberan del músculo posterior al *rigor mortis*, y depende fundamentalmente del grado de contracción de las miofibrillas. La medición de PG se realiza para determinar las condiciones de refrigeración, congelación, envasado y almacenamiento de la carne (Honikel 1984, Honikel & Hamm 1994) El goteo representa un problema económico en primera instancia al comercializador, por la pérdida de peso que representa, acumulando líquido alrededor de la carne y afectando su apariencia (Roseiro *et al.* 1994). Posteriormente afecta al procesador de carne, porque existe una pérdida de proteína animal a través de la pérdida de los líquidos que el consumidor elimina (Offer 1994).

1.5. Jamón cocido

El jamón cocido es un fiambre que se prepara con piezas del despiece total de los miembros posteriores de cerdo, o cualquier otro animal doméstico, incluyendo carne triturada o picada de otros cortes del mismo animal u otra especie. Durante la fabricación puede someterse a la acción de salmueras, ahumarse, tratarse con especias, recubrirse con sustancias gelificantes, etc. (COGUANOR 1985, Castro-Ríos 2010).

Debido a que el jamón cocido tiene una buena aceptabilidad, digestibilidad, bajo contenido en grasa y ausencia de micotoxinas; es bastante aceptado por el consumidor; ya que conserva características de la carne como la jugosidad, firmeza y aroma (Márquez & Salazar 1991). Se ha utilizado carne de ave para elaborar jamón cocido y para otros productos cárnicos, pero la carne de pollo tiene bajo contenido de mioglobina, que le da una coloración pálida y ha sido éste un inconveniente (Márquez & Salazar 1991).

El jamón es considerado un fiambre muy versátil, que puede incluir el uso de productos regionales de fácil acceso en comunidades rurales, por lo que se convierte en una de las opciones más recomendadas para darle valor agregado a los productos cárnicos; además, es un alimento que tiene amplia aceptación por los consumidores de todas las edades (Trompiz *et al.* 2007).

1.6. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se considera como una disciplina científica que permite medir, interpretar a través de los sentidos (olfato, vista, oído, tacto y gusto) analizar y cuantificar características de un producto (Pedrero & Pangborn 1989). El propósito de una evaluación sensorial es obtener información precisa sobre los atributos de un producto, realizando una medición y cuantificación de las características que son percibidas a través de los sentidos humanos (Pedrero & Pangborn 1989, Torri *et al.* 2013, Liu *et al.* 2016).

Las técnicas sensoriales incluyen el entendimiento del sabor, olor, cinética y diversas herramientas para determinar escalas y análisis estadísticos; en tanto que la evaluación sensorial aplica los conocimientos y desarrollo de métodos específicos de evaluación discriminativa, descriptiva, lo cual permite al ser humano evaluar y emitir un juicio en la calidad de un producto (González 2009).

En parámetros de color y olor, donde su complejidad es menor, se emplean correlaciones entre paneles entrenados y de consumidores, aprovechando la memoria sensorial que puedan tener los consumidores y su predilección en el momento de la compra (Sánchez & Albarracín-Hernández 2010).

La calidad sensorial es uno de los componentes más destacados de la percepción de calidad en los consumidores europeos tanto de huevo como la carne de aves (Hernández *et al.* 2013).

El perfil sensorial tiene como objetivo principal la descripción de la calidad del alimento, en función a los atributos que sean percibidos en él o incluso, a ser una comparación entre diversos productos (Lawless & Heyman 1998). Sin embargo, el uso de estas pruebas requiere de tiempo, trabajo y están sujetas a error; debido a la variabilidad del criterio humano: Estas características las hacen costosas; pero al no existir instrumento mecánico o electrónico que sustituyan al dictamen humano, se han desarrollado distintas técnicas sensoriales, de la misma forma que se diseñan métodos para evaluar de forma más precisa, cada producto alimenticio (Sidel *et al.* 1981).

1.6.1. Prueba de nivel de agrado

Esta prueba está indicada especialmente para situaciones en que los estímulos sensoriales son diferentes (Ibáñez & Barcina 2001). La medida del nivel de agrado se efectúa para evaluar simultáneamente más de dos muestras; o bien, para obtener más información sobre un producto (Anzaldúa 2005). Con esta medición se pretende cuantificar la preferencia de los sujetos por un producto midiendo cuánto le gusta o le disgusta, lo cual es útil para expresar el grado de satisfacción (Vie *et al.* 1991, Ibáñez & Barcina 2001). Las medidas de nivel de agrado se llevan a cabo mediante el uso de escalas hedónicas, donde se mide el grado de gusto o disgusto que causa un alimento.

Las escalas de medición proporcionan valores numéricos de interés en referencia o selección de productos (Rason *et al.* 2006, Ares *et al.* 2014).

1.6.2. Métodos descriptivos

Se les conoce con el nombre de perfiles y trabajan bajo una serie de descriptores o atributos (Damásio 1999). Existen técnicas usadas como el “Dominio Temporal de sensaciones” (TDS por sus siglas en inglés) (Schlich 2017), “perfil de consumidores” donde se evalúa la preferencia del producto (Faye *et al.* 2006). Se caracterizan por ser pruebas rápidas donde las sesiones de entrenamiento de panel de evaluadores, se pueden omitir (Husson *et al.* 2001).

1.6.2.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)

La metodología TDS se comenzó a usar en el año de 2009 en el campo sensorial (Pineau 2009). Permite indagar el atributo más dominante en la percepción del consumidor en un determinado tiempo (Meyners 2011), durante la degustación de un producto alimenticio (Pineau 2009). Tiene por objeto presentar un grupo de atributos predeterminados en la pantalla del ordenador y las escalas de calificación por cada uno de los panelistas (Pineau 2009).

Este método se basa en el concepto de dominación de un atributo durante un determinado período de tiempo, y es su relación con el tiempo, lo que lo hace diferente a la intensidad. También, por ello, es totalmente distinto a los demás métodos sensoriales (Mayners 2011).

Esta técnica se considerada rápida y se puede realizar con paneles entrenados y no entrenados (Di Monaco *et al.* 2014, Lepage *et al.* 2014). Se pueden considerar 12 atributos como máximo de un producto a evaluar, y su objetivo principal de investigación, es el registro de intensidad a lo largo de un tiempo determinado, basándose en una lista de atributos (Pineau 2012, Pinheiro *et al.* 2013).

Los resultados que se obtienen una vez realizada esta evaluación, son presentados por las denominadas curvas TDS (Pinheiro *et al.* 2013).

1.6.3. Consumidores

La prueba de consumidores es de las más valiosas dentro de la metodología sensorial (Chambers & Bowers 1993), y para la evaluación de consumidores, lo anterior está referido por la Organización Internacional de Estandarización (ISO por sus siglas en inglés) en el ISO 8586:1993 “Análisis sensorial: pautas generales para la selección, capacitación y monitoreo de evaluadores seleccionados y asesores sensoriales expertos” (ISO 1993).

Para la ISO 8586:2012 (ISO 2012), la comprensión de consumidores va a depender de factores intrínsecos y extrínsecos, tales como sexo, edad, medio ambiente y hábitos alimenticios, por lo que el consumidor tiene gustos muy específicos y están asociados a predeterminados caracteres de satisfacción o agrado que le produce la prueba de un alimento (ISO 2014).

El estudio de consumidores desde el punto de vista sensorial, determinará que un producto sea admitido en un mercado con atributos deseables, que cumpla con las expectativas de acuerdo a una necesidad (Ramírez-Rivera *et al.* 2011, Gámbaro *et al.* 2017).

1.6.3.1. Aspectos hedónicos

Los aspectos hedónicos se basan en la utilización escalas, donde se evalúa el agrado o desagrado de un producto; sin embargo, las escalas van desde “me gusta muchísimo”, teniendo una media de “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo” estas escalas son referidas por Valera *et al.* (2014) y Viana *et al.* (2014).

Para estimar la aceptación de un producto, se debe caracterizar gráficamente la aceptabilidad del mismo (Viana *et al.* 2014). La aceptabilidad de un producto normalmente indica el uso real de adquisición y comercialización del mismo (Watts *et al.* 1992).

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo general

Alimentar gallinas criollas con aditivos en la dieta, para estimar las variables productivas, de la canal, la calidad de la carne, y las propiedades sensoriales del jamón cocido elaborado con dichas aves.

2.2. Objetivos particulares

- Evaluar la respuesta productiva de gallinas adicionadas con suplementos de la región.
- Conocer las características de la canal de gallinas con y sin suplemento.
- Determinar las propiedades químicas e instrumentales de la carne de gallina con y sin suplemento.
- Elaborar jamón cocido de carne de gallina con y sin suplemento.
- Evaluar características instrumentales del jamón cocido de gallina con y sin suplemento.
- Determinar las propiedades sensoriales del jamón cocido de gallina con y sin suplemento.

3. HIPÓTESIS

Si se incluyen diferentes aditivos alimenticios en la dieta de gallinas de traspatio; entonces, se mejorarán las variables productivas, de la canal, la calidad de la carne y las propiedades sensoriales del jamón cocido elaborado con la carne de dichas aves.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación geográfica y ambiente

La investigación experimental de campo se realizó en Puerto Escondido, ubicado en el municipio San Pedro Mixtepec, Distrito. 22, en el estado de Oaxaca. Sus coordenadas geográficas 15°51'43"N, 97°04'18"O a una altura media de 60 m sobre el nivel del mar (msnm). Cuenta con un clima cálido subhúmedo y una temperatura media anual de 27° C, con lluvias en verano y semi templado en el invierno, con humedad relativa de 84% y con vientos de 18 km/h (Serrano-Altamirano *et al.* 2005).

La evaluación de la calidad de la canal y la elaboración del jamón cocido se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Productos Pecuarios (LTPP) de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, ubicado en la ciudad de Puerto Escondido, Oaxaca, México. Dicho laboratorio tiene un ambiente controlado de 23 °C con 65% de humedad relativa (H.R.). El análisis sensorial se realizó en el Aula 28 de la Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido a una temperatura controlada de 23 °C con 55% de H.R.

La temperatura promedio durante el experimento se encontró en 22°C y la máxima 25°C; respecto a la humedad el promedio es de 47% con máxima de 70%. Para la toma de datos se utilizó un higrómetro/termómetro marca HTC.1.M®.

4.2. Manejo general

Las gallinas criollas utilizadas en el presente estudio se adquirieron con una productora de traspatio de la población de Santos Reyes Nopala, Juquila, Oaxaca, población ubicada a 55.1 km de distancia de Puerto Escondido, Oaxaca. Se transportaron en jaulas para aves a Puerto Escondido.

Las aves se colocaron en jaulas construidas especialmente para el experimento, no se les aplicó manejo sanitario, se identificaron con listón de 0.5 cm de ancho y se pintaron con pintura textil marca Parisina® de un color distinto al del listón, con la finalidad de resaltar la identificación para cada tratamiento. Dicha maraca, se les colocó en el tarso de cada unidad experimental.

4.2.1. Jaulas

Se utilizaron 4 jaulas, cada una con área de 1 m², construidas *ex profeso* para el experimento. Se construyeron de madera y malla para gallinero y piso de tierra; cada jaula estaba equipada con un comedero de bambú con capacidad de 1.5 kg y un bebedero de plástico con capacidad de 2 L, (Figura 1). A los comederos y bebederos, así como las jaulas, se les realizaba limpieza y desinfección básica todos los días.

4.2.2. Animales experimentales

Para el presente estudio se utilizaron 20 aves mixtas que fueron consideradas individualmente como unidad experimental. Cada ave tenía aproximadamente 5.5 meses de edad.

Después de su arribo a las jaulas experimentales, las aves tuvieron dos semanas de adaptación a la dieta experimental. El experimento duró 91 d, y se desarrolló durante los meses de diciembre 2016 a marzo 2017.

Al inicio del experimento, las aves se pesaron individualmente con una báscula 10 kg (Tor Rey Mod. EQB, EUA) y se colocaron 5 aves seleccionadas al azar por cada tratamiento, en las jaulas que también se distribuyeron de manera aleatoria (Figura 1).



A) Unidades experimentales en sus jaulas.



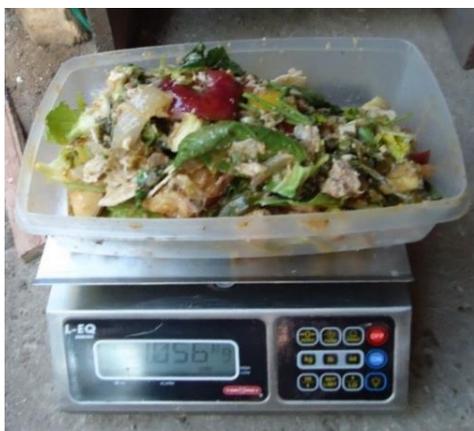
B) Pesaje de aves al inicio del experimento.

Figura 1. Animales experimentales.

4.2.3. Alimentación de las aves

La dieta base experimental, consistió en desperdicio de cocina o verdulería *ad libitum*. Se les ofrecía alimento dos veces al día, todo el alimento ofrecido, previamente era pesado en con una báscula (Tor Rey Mod. EQB. EUA) y al final del día, se colectaba el alimento no consumido para pesarlo (Figura 2).

Como parte del manejo experimental, se proporcionó diariamente a las aves, uno de tres tipos de aditivos alimenticios. Los aditivos seleccionados fueron: hierba santa (*Piper auritum*), epazote (*Dysphania ambrosioides*) y ajo (*Allium sativum*); todos ellos frescos y finamente picados, que se mezclaron con masa nixtamalizada de maíz (*Zea mays*) como vehículo alimenticio. Los tratamientos experimentales fueron distribuidos al azar quedando 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) que fue el Tratamiento Testigo, al que sólo se le suministro masa de maíz.



A) Peso del desperdicio de cocina.



B) Alimentando a las aves con su dieta base.

Figura 2. Alimentación de aves.

Los aditivos experimentales se ofrecieron diariamente, frescos y finamente picados, mezclados con 40 g de masa de maíz para asegurar su consumo. El aditivo diario proporcionado fue 12 g, considerando 10% de un consumo alimenticio promedio de 120 g/ave/día. Las aves del tratamiento testigo, recibieron 52 g de masa de maíz (Figura 3).



A) Consumo de ajo (*Allium sativum*) durante el experimento.



B) Aves consumiendo hierba santa (*Piper auritum*).

Figura 3. Suministro de aditivos alimenticios.

El modelo experimental contó con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, considerando a cada ave como unidad experimental.

Para conocer el aporte nutricional de muestras de masa de maíz con y sin aditivo, se tomaron al azar 10 muestras de cada suplemento, así como del desperdicio de cocina; posteriormente fueron enviadas al laboratorio de Nutrición Animal del Programa en Ganadería Campus Montecillo del Colegio de Posgraduados, en el estado de México. El aporte nutricional obtenido fue, como se presenta en la Tabla I.

Tabla I. Análisis Químico proximal de dietas de gallinas criollas.

Tratamiento	Base Húmeda		Base Seca			
	Materia Seca	Humedad	Proteína Total	Grasa Total	Carbohidratos estructurales y no estructurales	Cenizas
T1 ¹	97.19	2.81	9.61	2.45	85.57	2.37
T2 ²	97.5	2.5	8.53	3.51	84.45	3.51
T3 ³	96.84	3.16	10.24	1.84	86.08	1.84
T4 ⁴	97.23	2.77	10.27	2.22	85.29	2.22
Desperdicio	19.5	80.5	10.82	12.39	59.29	17.50

¹T1= Desperdicio fresco + 12 g de Ajo + 40 g de masa de maíz,

²T2= Desperdicio fresco + 12 g de Hierba Santa + 40 g de masa de maíz,

³T3= Desperdicio fresco + 12 g de Epazote + 40 g de masa de maíz,

⁴T4= Testigo, Desperdicio fresco + 52 g. de masa de maíz.

En la fase inicial del experimento se pesaron las aves y a partir de esa fecha, el pesaje se realizó cada catorce días consecutivamente hasta cumplir 12 semanas, tiempo que duró la fase experimental. Las variables productivas evaluadas fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de canal caliente y fría.

4.2.4. Sacrificio de las aves

Las aves se sacrificaron a 91 d posteriores de haber iniciado el experimento. La técnica de sacrificio consistió en inmovilizar a las aves introduciéndolas en “conos inmovilizadores” de lámina galvanizada. Ello para facilitar el manejo, evitar el aleteo que pudiera provocar fracturas en el ave o daños en la calidad de la canal. Una vez inmovilizadas las aves, se les colocó en el tarso un insensibilizador eléctrico ajustado a 123 v y 45 mA (Sparrey *et al.* 1992, Sams 2001). Simultáneamente se sumergió el pico del ave en una solución al 1% de NaCl. Durante 5 s se expusieron a la corriente eléctrica, posteriormente se degollaron manualmente y se dejaron desangrar durante 3 min (Méndez-Zamora *et al.* 2015), como se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Insensibilización y sacrificio de aves.

Para desplumar a las aves, se sometieron a un proceso de escaldado (Arnold 2007), donde la temperatura del agua fue de 52°C a 56°C, como lo recomiendan Ricaurte-Galindo (2005) y Méndez-Zamora *et al.* (2015). Posteriormente, de forma manual, se procedió al desplume y evisceración de las canales. A continuación, se pesaron las canales, para posteriormente ser lavadas con agua corriente y jabón neutro para evitar su contaminación.

Inmediatamente después, las canales se sumergieron en agua con hielo a 15°C, por 1 h con la finalidad de descender su temperatura. Se transportaron al LTPP, durante este tiempo se esperó que se iniciara y desarrollara el proceso de *rigor mortis* en las canales.

Las normas norteamericanas, señalan que las canales de pollo deben de reducir su temperatura a 4.4°C dentro de 4 h posteriores al sacrificio (Owens & Sams 1997). Por ello, las canales obtenidas se colocaron en refrigeración por 24 h. Esto con la finalidad evitar contaminación y propiciarles un manejo adecuado a las canales (Cohen *et al.* 2007).

4.3. Variables evaluadas

4.3.1. Variables productivas

Las variables productivas evaluadas fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, peso final, rendimiento de la canal caliente y rendimiento de la canal fría.

4.3.1.1. Consumo de alimento

Para estimar esta variable, el alimento se pesó diariamente. Se consideró el peso del alimento ofrecido a cada jaula con las cinco unidades experimentales; al final del día se recolectó el alimento rechazado y se pesó nuevamente. El consumo de alimento se calculó de la diferencia de alimento ofrecido menos el alimento rechazado, dividido entre el número de aves por jaula, obteniéndose valores de consumo diario en g por ave, utilizando la siguiente formula: (Quintana 1999).

$$\text{Consumo de Alimento} = \frac{\text{Alimento Ofertado} - \text{Alimento rechazado}}{\text{No. de Aves en la jaula}}$$

4.3.1.2. Conversión alimenticia

La variable conversión alimenticia se calculó mediante el cociente alimento consumido sobre ganancia de peso (Quintana 1999):

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de Peso}}$$

4.3.1.3. Ganancia diaria de peso

Para estimar la ganancia diaria de peso (GDP) se utilizó como base la fórmula de Church & Pond (1988) que relaciona la diferencia de un peso final menos un peso inicial, dividido entre el tiempo transcurrido entre cada medición de tiempo:

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días entre cada peso}}$$

En el presente estudio, la GDP se obtuvo con ayuda de una báscula con capacidad de 10 kg (TOR REY MOD.EQB.EUA); al inicio de la prueba se tomó el peso inicial y cada 14 d se pesaba a las aves...

4.3.1.4. Rendimiento de la canal caliente y fría

Para evaluar el rendimiento de la canal (RC), se pesaron individualmente a las unidades experimentales vivas y, después del sacrificio, las canales desplumadas, con y sin vísceras (Figura 5). De esa forma se estimó el rendimiento de la canal caliente. Para el cálculo del rendimiento de la canal fría, se realizó un nuevo pesaje 24 h *post-mortem*.

Se utilizó la fórmula descrita por Medinilla *et al.* (2010):

$$RC = \frac{PC}{PV} * 100$$

Dónde:

RC = Rendimiento en canal.

PC= Peso de la canal (g).

PV = Peso vivo (g).

El rendimiento de la canal de las aves de corral representa entre 70 y 75%, del peso vivo (Williams 2013). Tomando en cuenta las exigencias del consumidor, que requiere de carne aviar con altos contenidos proteicos y bajos niveles de grasa (Miazzo & Peralta 2006).



Figura 5. Determinación del peso de la canal.

4.4. Evaluación química e instrumental de la carne

4.4.1. pH del músculo

La medición del pH se realizó utilizando un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción Hanna (modelo HI 99163) en el músculo *Semi-membranosus* de la pierna izquierda (Figura 6). El pH se tomó en dos tiempos, a los 45 min *post-mortem* (pH45) y a las 24 h *post-mortem* (pH24) (Lee *et al.* 2000), como se muestra en la Figura 6. Esta medición se tiene que realizar dentro de la cámara de refrigeración de acuerdo a la metodología de Alarcón *et al.* (2005, 2006), por lo que se llevó a cabo en el LPP de la Universidad del Mar.

4.4.2. Evaluación instrumental de la carne

4.4.2.1. Temperatura interna de la canal

La temperatura interna se determinó en el músculo *Semi-membranosus* de la pierna izquierda del ave utilizando un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción Hanna (modelo HI 99163), como se muestra en la Figura 6. Se midió en dos tiempos, a 45 min *post-mortem* (T45) y a 24 h *post-mortem* (T24), tomándose estas mediciones dentro de la cámara de refrigeración de acuerdo a la metodología de Alarcón *et al.* (2005, 2006).



Figura 6. Medición de pH y temperatura de la canal.

4.4.2.2. Color de piel y músculo

Para la determinación del color de piel, se tomaron mediciones por triplicado sobre la superficie externa del músculo *pectoralis* mayor (Figura 7). En tres ocasiones, y con base al sistema de la Comisión Internacional de Luz (*Commission Internationale de L'Éclairage* CIE por sus siglas en francés) (2004).

Para la medición del color de la carne a las 24 h *post-mortem* se eliminó el tejido conectivo y grasa visible del músculo *pectoralis* siendo el músculo de mayor tamaño y de gran importancia comercial. Se dejó oxigenar por 15 min a temperatura ambiente, de acuerdo a la técnica utilizada por (Garrido *et al.* 1994). Woelfel *et al.* (2002) reportaron una incidencia de 47% de carne pálida tomando como referencia valores de luminosidad mayor de 54 y con características de pobre capacidad de retención agua.



Figura 7. Medición de color de piel en canal de pollo.

El sistema de referencia usado fue el de la *Commission Internationale l'Eclairage* (CIE 1976), rango espectral de 400 a 700 nm y longitud de onda 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°).

El valor de C^* corresponde con saturación del color o croma (*chroma*), y h° se relaciona con el tono o matiz (*hue*); el valor de h° es el ángulo del tono y se expresa en grados que van desde 0° a 360° .

Para las mediciones se utilizó un espectrofotómetro de esfera (Xrite modelo HI SP60), al inicio 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^*).

Para determinar el croma se utilizó la siguiente fórmula (CIE 1976):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Dónde:

C*= Saturación del color,

a*= Intensidad de color rojo,

b*= Intensidad de color amarillo.

Para determinar el hue se utilizó la siguiente fórmula (CIE 1976):

$$h^{\circ} = \arctan(b^*/a^*)$$

Dónde:

h°= Ángulo de tonalidad,

arctan= Función trigonometría arco tangente,

b*= Intensidad de color amarillo,

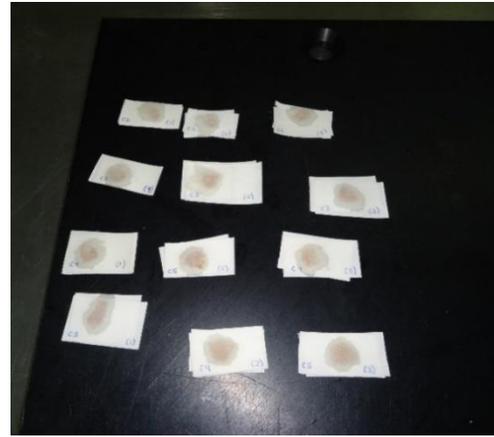
a*= Intensidad de color rojo.

4.4.3. Capacidad de retención de agua (CRA)

Para estimar la capacidad de retención de agua, se pesaron con una balanza de precisión (Denver Instrument, EUA, modelo MXX – 412 con sensibilidad de 0.01 g), 0.3 g de la carne de gallina de cada tratamiento a 24 h *post-mortem*. Cada muestra se colocó entre dos papeles filtro, los cuales a su vez se ubicaron entre papeles filtro y se ejerció una presión constante de 10 kg durante 15 min (Figura 8), realizando la modificación a la técnica de Grau & Hamm (1953) propuesta por Boakey & Mittal (1993).



A) Peso de la muestra de carne.



B) Muestras colocadas en papel filtro.

Figura 8. Medición de la capacidad de retención de agua (CRA).

Para determinar el porcentaje de CRA se utilizaron las fórmulas siguientes:

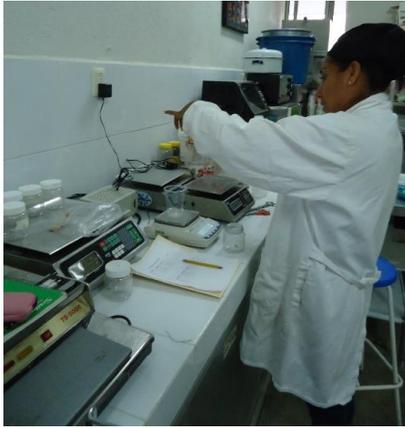
$$CRA(\%) = 100 - \text{Agua libre}$$

$$\text{Agua libre } (\%) = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{pesofinal}) * 100}{\text{Peso final}}$$

4.4.4. Pérdida de agua por goteo

Después del proceso de refrigeración de la carne (24 h *post-mortem*), se pesaron 4 g de cada muestra carne de forma rectangular uniforme, proveniente de la carne de todas las gallinas bajo 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 recipientes desechables de plástico por medio de un hilo (Figura 9), se evitó que la muestra tocará cualquier superficie; los recipientes tapados se colocaron en un refrigerador (Sobrincox, Mod. RVS – 230 – C. México) a temperatura constante de 4 °C durante 24 h (Honikel & Kim 1986). A las 48 h *post-mortem*, las muestras se retiraron del recipiente y se registró el peso final de la misma para estimar por medio de diferencia de peso, la pérdida de agua por goteo (PG), la ecuación empleada fue la siguiente:

$$PG = \frac{(Peso\ inicial - peso\ final) * 100}{Peso\ final}$$



A) Peso de la muestra.



B) Muestra de carne.

Figura 9. Evaluación de pérdida de agua por goteo.

4.5. Elaboración del jamón cocido

La carne que se utilizó para la elaboración de jamón cocido fue sometida a la congelación en el período previo al procesamiento. La temperatura usual de congelación es de -20 a -35 °C, la carne no debe ser trabajada en caliente (Cori *et al.* 2014).

Para la elaboración de jamón cocido se deshuesaron piernas, muslos y pechuga de las 20 unidades experimentales, se pesó la carne y posteriormente se molió con una preparación de salmuera.

En la elaboración de la salmuera se utilizó las siguientes proporciones de ingredientes: 800 g carne en trozos de aproximadamente 3 cm³, de las gallinas provenientes de los tratamientos experimentales; 200 g de carne molida; 200 mL de agua, 20 g de sal, 5 g de fosfatos, 1 g de condimento para jamón, 8 g de carragenina, 3 g de Eritorbato, 5 g de glutamato, 3 g de sal cura y 10 g de azúcar (Pancrazio *et al.* 2016). Una vez sumergida en la salmuera se dejó reposar en refrigeración durante 24 h, para posteriormente extraer la proteína (Figura 10).



A) Extracción de la proteína de la carne.



B) Producto finalizado.

Figura 10. Elaboración de jamón cocido.

Se extrajo la proteína de la carne (en batidora Legacy HL 200) a 50 rpm, se procedió a embutir; posteriormente se coció a 80°C en horno convencional, durante una hora por cada kg de carne. Se elaboró un jamón por cada tratamiento. Posteriormente se enfrió en agua con hielo y se almacenó en refrigeración a 4°C (Limusa 2000, Pancrazio *et al.* 2016).

4.6. Medición de color del jamón cocido

La prueba de color del jamón cocido se realizó en el LPP. Con él sistema de referencia usado por la CIE (1976), con rango espectral de 400 a 700 nm y longitud de onda 10 nm, calibrándose al inicio bajo las condiciones ambientales del laboratorio. Se determinaron los valores de luminosidad (L^*), intensidad del rojo (a^*) e intensidad del amarillo (b^*) con un espectrofotómetro de esfera (Xrite modelo HI SP60). Para la medición de color de jamón cocido se realizó por triplicado en diferentes zonas del jamón (Figura 11).



A) Medición de color.



B) Jamón cocido del tratamiento testigo.

Figura 11. Medición de color del jamón cocido.

Los valores de C^* y h° corresponden respectivamente con croma (*chroma*) y tono o matiz (*hue*) Cuando el valor de h° es el ángulo del tono y se expresa en grados que estos van de 0° a 360° . Para determinar el croma y hue se utilizaron las siguientes fórmulas (CIE 1976):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Dónde:

C^* = Saturación del color,

a^* = Intensidad de color rojo,

b^* = Intensidad de color amarillo.

$$h^{\circ} = \arctan(b^*/a^*)$$

Dónde:

h° = Ángulo de tonalidad,

\arctan = Función trigonometría arco tangente,

b^* = Intensidad de color amarillo,

a^* = Intensidad de color rojo.

4.7. Evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial a cada panelista se le proporcionó 5 g de jamón cocido (Ramírez-Rivera *et al.* 2017a), se les proporcionó agua y una galleta simple con la finalidad de eliminar posibles residuos que hayan permanecido de la muestra anterior.

4.7.1. Conformación del panel Dominio Temporal de Sensaciones

En la conformación del panel “Dominio Temporal de Sensaciones” (TDS por sus siglas en inglés) se incorporaron 35 consumidores de los cuales se seleccionaron un total de 15 personas (mujeres y hombres mayores de edad, entre 19 y 43 años) como se muestra en la Figura 12. El tamaño del panel de consumidores TDS de esta investigación se diseñó considerando la propuesta de paneles de consumidores de Rodrigues *et al.* (2016). La elección de los consumidores se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios: 1) consumo del producto regularmente, en este caso el jamón cocido, al menos dos veces por semana (Bemfeito *et al.* 2016); 2) no alergia a fimbrias, carnes frías y/o embutidos (Rodrigues *et al.* 2014, Pancrazio *et al.* 2016); 3) una buena calidad de salud oral y general (Rodrigues *et al.* 2016).



Figura 12. Conformación del panel Dominio Temporal de Sensaciones (TDS).

4.7.1.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)

Una vez que los consumidores seleccionados fueron habituados con el concepto de atributo dominante (atributo que atrae la atención en un tiempo determinado), se les capacitó al uso del programa SensoMaker (Pineau *et al.* 2009, Nunes & Pinherio 2014). Para ello, asistieron a cinco sesiones de capacitación de dos horas. Cada consumidor realizó la prueba de la siguiente manera: 1) se iniciaba dando “*clic*” en el botón “*start*” y se colocaba 4 cm² de jamón en la boca por un lapso 3 s (tiempo de retardo) y posteriormente comenzaba a masticar la muestra (Lorido *et al.* 2016). Una vez comenzado el proceso de masticación, inició el conteo de 60 s. El consumidor usó el “ratón” de la computadora para ir seleccionando el atributo dominante enlistado en la pantalla de la computadora, hasta que la prueba concluyó (Lorido *et al.* 2016, Braghieri *et al.* 2016). Durante toda la prueba, cada consumidor fue libre de seleccionar un atributo varias veces (Pineau *et al.* 2009) (Figura 13).

Después de deglutir la muestra, al panelista se le indicó que hiciera “*clic*” en el botón inicio y seleccionara de manera inmediata el primer atributo que percibió y que evaluó su intensidad, en una escala de 9 puntos. Se continuó registrando la intensidad hasta que algo cambie, y se seleccionó un nuevo atributo dominante. Una versión de este método, es la prueba de “múltiples atributos cambiantes”, donde pueden ser marcados diversos intervalos de tiempo hasta que todas las sensaciones se hayan anotado cronológicamente percibidas (Lawless & Heyman 2010).

Los atributos sensoriales evaluados fueron: aroma a hierbas (HIER), especias (ESPE), grasa (GRAS) pollo (POLL), salado (SALA), ácido (ACID), vinagre (VINA), jamón (JAMO). El orden de las muestras fue aleatorizada y servidos de manera monádico¹ secuencial (MacFie *et al.* 1989).

Cada muestra de jamón cocido fue presentada en vasos de plástico de color blanco previamente codificados con tres dígitos (Rodrigues *et al.* 2014). Los panelistas fueron instruidos para atender y elegir sólo la sensación dominante en cualquier momento después de probar la muestra y hacer “*clic*” en el botón de inicio “dominante” (Pineau *et al.* 2009). Se ha descrito como la percepción más notable apareciendo en un momento dado (y no necesariamente la más intensa) y en la medida en que uno está anotando atributos en orden de aparición. El método tiene precedente en el método perfil de sabor (Pineau *et al.* 2009).



Figura 13. Realización de prueba para TDS.

¹ Es aquella en que se le da a cada individuo del panel una sola muestra para evaluar. En los paneles monádicos, cada uno de sus miembros compara el desempeño del producto que se está utilizando contra los de su propia experiencia.

4.7.2. Estudio de consumidores

El estudio de consumidores tuvo efecto en las instalaciones de la Universidad del Mar Campus, Puerto Escondido. Se llevó a cabo con un total de 130 consumidores habituales de jamón (mujeres y hombres mayores de edad entre 19 y 52 años) para establecer su agrado por las muestras de jamón (Figura 14).



Figura 14. Degustación de consumidores.

Para tal efecto se dispuso a una escala hedónica de nueve puntos, donde 1= “me disgusta extremadamente” y 9= “me gusta extremadamente”, y a cada consumidor se le proporcionaron muestras 5 g de jamón cocido proveniente de cada tratamiento experimental, de manera aleatoria y codificada con tres dígitos y presentadas de manera monádico secuencial a los consumidores (Ramírez-Rivera *et al.* 2017a).

4.8. Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, teniendo como fuente de variación principal los aditivos alimenticios. 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 2003).

Para las pruebas de sensoriales se utilizó el análisis de varianza con SensoMineR® implementados con el lenguaje de programación R versión 2.15.3 (Lê-Dien & Worch 2015). Las curvas TDS fueron desarrolladas con el programa SensoMaker® versión 1.91 (Pinheiro *et al.* 2013).

4.8.1. Dominio Temporal de Sensaciones (TDS)

Para determinar la construcción de las curvas TDS, se realizaron acorde a la metodología de Pineau *et al.* (2009). En cada curva TDS fueron dibujadas dos líneas: una indica el “probabilidad” (tasa de dominancia que puede tener un atributo por casualidad) y “nivel de significancia” que se define como el valor mínimo que la tasa de dominancia debe ser igual a ser considerada como significativa (Pineau *et al.* 2009). El nivel de significancia fue calculado usando el intervalo de confianza de una proporción binomial basado en una aproximación normal conforme a la fórmula desarrollada por Pineau *et al.* (2009):

$$P_s = P_o + 1.645 \sqrt{\frac{P_o (1 - P_o)}{n}}$$

Dónde:

PS = Valor de proporción significativo más bajo ($\alpha = 0.05$) en algún punto del tiempo de la curva TDS,

Po = $1/p$, Siendo p la cantidad de atributos, y

n = Número de sujetos por replica.

En el presente estudio $Po=0.125$, es el número mínimo de observaciones debiendo ser $n = 5/0.125 \times (1-0.125) = 45$. Es la razón por la que cada uno de los 15 consumidores realizó 3 repeticiones del producto, es decir, 45 ensayos. El número de evaluaciones realizadas cumple con el valor mínimo propuesto por Pineau *et al.* (2012). Se calculó la frecuencia que duró en la boca el aroma percibido (VMAX) correspondiendo al valor máximo en el eje de las Y, y que corresponde a la tasa de dominancia y, el tiempo máximo que duró la muestra de jamón cocido en la boca (TMAX) o tiempo en que se tarda en alcanzar expresado en segundos (VMAX) desde el inicio de la cata (Jager *et al.* 2014).

Adicionalmente se aplicaron dos diferentes modelos de análisis de varianza. El primer modelo de ANOVA a tres factores (producto, consumidor y atributo) con interacciones fue aplicado para determinar el desempeño del panel TDS en función de cada tiempo de evaluación (Lepage *et al.* 2014). El otro modelo, se utilizó en el estudio de consumidores.

4.8.2. Estudio de consumidores

Los resultados hedónicos se evaluaron mediante ANOVA un factor y los resultados se presentaron mediante graficas de barras, con el valor promedio y desviación estándar, con la finalidad de revelar el área en la que fue situado cada jamón de acuerdo a la preferencia de los consumidores (Lengard *et al.* 2011).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Características productivas

La Tabla II presenta los resultados de los pesos vivos durante el experimento. No se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de tratamiento durante la prueba; el peso final para el T4 (testigo) fue numéricamente mayor en con respecto a los otros tratamientos experimentales, obteniendo peso promedio de 4.07 kg. Estos resultados 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 (2018) en su investigación de rendimiento del crecimiento y características de la canal. En ambas investigaciones los tratamientos experimentales mostraron diferencias en peso, respecto a los tratamientos testigo.

Las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, se muestran en la Tabla III. Respecto al consumo de alimento, no se presentaron diferencias significativas ($P>0.05$) por efecto de tratamiento; el consumo de alimento promedio fue 507.95 g/ave, lo cual indica que los tratamientos experimentales no afectaron esta variable.

A pesar que la ganancia diaria de peso fue marginal, el T1 (ajo) presentó la mejor respuesta y fue significativa ($P<0.05$,) por efecto de tratamiento, con respecto a los T2 (hierba santa) y T3 (epazote) como se muestra en la Tabla III. Cabe señalar que 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, 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).

De igual manera, la Tabla III muestra que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en la variable conversión alimenticia en el T1 (con ajo), con respecto a los T4 (testigo), T2 (hierba santa) y T3 (epazote) respectivamente; los altos valores obtenidos en esta variable indican que, en la dieta proporcionada en el presente experimento, lograba cubrir justamente los requerimientos nutricionales de mantenimiento, para la especie, edad y estado productivo. 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 y 2,900 kcal de Energía Metabolizable/kg de dieta (NRC 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 la dieta en las condiciones de traspatio recreadas experimentalmente. Esta es una de las razones por las que no deben ser aplicados los criterios productivos al sistema de producción de traspatio, porque los objetivos de producción son diferentes (Camacho-Escobar *et al.* 2011).

5.2. 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 (Tabla IV); no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los tratamientos evaluados. Lo cual indica que los aditivos experimentales en la dieta, no afectaron ninguna de estas variables estudiadas. El tratamiento T1 (ajo) presentó, numéricamente el menor rendimiento de la canal caliente con valor medio de 73.78 ± 3.54 ; mientras que el T3 (epazote) tuvo el porcentaje numéricamente mayor con 77.91 ± 3.36 ; sin embargo, tales diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). La literatura menciona que el rango de 70% a 75% de rendimiento de las canales calientes, es considerado un porcentaje aceptable en la producción avícola (Williams 2013), los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que las aves de traspatio pueden tener similares rendimientos en canal, que las razas especializadas.

Chowdhury (2018), en un estudio donde evaluó las características de la canal y composición química de la carne, reporta menor rendimiento de la canal a los reportados en esta investigación, y ello puede deberse a la menor edad de sacrificio de las aves en dicho estudio. En la presente investigación, a pesar de ofrecer una dieta no balanceada de acuerdo a 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.

5.3. 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 V). La variable temperatura 24 h *post-mortem* presenta diferencia significativa ($P < 0.05$) donde la temperatura se mostró disminuida para el T1 (ajo) respecto a T4 (testigo), T2 (hierba santa) y T3 (epazote), cabe señalar que entre más baja sea la temperatura a las 24 h *post-mortem*, mejor será la calidad de la carne (Alarcón *et al.* 2006). De acuerdo a la NOM-087-SSA1-1994 (Secretaría de Salud 1994), la temperatura que debe alcanzar la carne en refrigeración es de $< 4^{\circ}$, en el presente estudio se obtuvo que la mejor respuesta fue para el T1 (ajo), la temperatura promedio fue 2.16°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 suplementadas con ajo; además de afectar la composición química de las paredes de las membranas de las células de la piel que tienden a ser más delgadas (Hofmann & Todgham 2010), Dichos autores mencionan que animales con piel delgada tienden a disipar de mejor forma el calor, esta situación puede permitir mejor enfriamiento a las canales de

pollo. También pudo haber sido que la carne del T1 (ajo) fue colocada dentro del refrigerador, en un lugar donde la temperatura es más baja con respecto al resto del equipo (Bradley 2014).

Fletcher (1999), Lessiów & Xiong (2003), Attia *et al.* (2014), Cori (2014), evaluaron el pH en carne de pollo de engorda o gallina; todos ellos reportan resultados de carne más ácida, lo cual es diferente a lo obtenido en el presente estudio. Sin embargo, es posible que dicha variación se deba a la técnica utilizada para la medición del pH, debido a que en los estudios referidos, se realizaron con muestras de carne molida, y en el presente estudio los valores de pH se tomaron directamente de la pierna izquierda. A pesar de que en el presente estudio se encontró que la carne era más alcalina, no se encontraron problemas de DFD.

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 Glamoclijaa *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 el color de piel L^* , a^* , b^* , C^* y h° se presentan en la Tabla VI. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$), entre tratamientos experimentales, para las variables L^* y a^* ; sin embargo, para la variable (b^*), el T3 (epazote) tuvo una apariencia en tonalidad baja, lo cual indica que las variables de *croma* (C^*) y *hue* (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, como lo mencionan Márquez & Salazar (1991) al estudiar el efecto de diferentes niveles iniciales de nitrito y tipo de fibra muscular, en algunas características de productos cárnicos curados. Farouk *et al.* (2014) reportan que la disminución lenta de la presión sanguínea puede producir decoloración de la piel. Por su parte, Okuyama *et al.* (1993), mencionan que el epazote tiene efectos en el incremento de la circulación sanguínea; por otro lado, sabiendo que el color de la piel está determinado entre otros factores, por la hemoglobina. En el caso del T3 (epazote), al existir una circulación más rápida respecto a los otros tratamientos, la coloración de la piel pudo ser más pálida, y con ello reflejar la tonalidad más baja en amarillo; sin embargo, se requiere de más estudios futuros para confirmarlo.

En tanto Promket *et al.* (2016) en su investigación de rendimiento de la canal y la calidad de la carne de pollos nativos, evaluaron similares variables, tales como el color de piel de las aves, y reportaron luminosidad alta con tonalidad baja en rojo, y coloración alta en amarillo. En dicho estudio se reportó a^* con valor 2.73, igual 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 encontró que la variable L^* , todos los valores fueron iguales entre los tratamientos experimentales. Para la variable a^* el T1 (ajo) obtuvo el menor valor con 0.65 ± 0.15 , indicando 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 y el tipo de fibra muscular (Jeong *et al.* 2009). Gap-Don *et al.* (2010) reportan que las características de color están relacionadas con el tipo de fibras musculares de la carne. Farouk *et al.* (2014) reportan que el uso de inmovilizadores para el sacrificio de las aves, permite un mejor desangrado, lo que influye en el color del músculo de las aves.

La evaluación para las variables b^* y C^* en el presente estudio, arrojó que no existen diferencias significativas ($P > 0.05$) en los cuatro tratamientos experimentales mostrados en la Tabla VII. 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 & Salazar (1981) indican que, en la carne de pollo las fibras blancas predominan en el músculo del ave. La variable a^* y los grados *hue* tuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el T1 (ajo) respecto a los otros tratamientos experimentales, esto indica la coloración de rojo con tonalidad más baja. Troy & 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 V). Esta diferencia de color se podría atribuir al consumo del ajo; sin embargo, se requiere de mayor investigación respecto al tema.

Sin embargo, 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^* ; sin embargo, Soler (2011) y Promket *et al.* (2016) reportan valores, para las mismas variables, más bajos que los encontrados en el presente estudio. Por otro lado, difieren a los reportados por Cori (2014) donde sus valores son más bajos para la variable L^* y a^* sin embargo en la variable b^* reportaron un valor similar en el presente estudio, siendo que en esta investigación evaluaron contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz.

Estas variaciones en el color se pueden atribuir a la raza, tipo de ave, alimentación, técnica de sacrificio y desangrado que se le dio en cada estudio; así como a factores instrumentales tales como el espectrofotómetro utilizado, la temperatura y técnica de escaldado, como lo refiere Quiao (2002).

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

Referente a la CRA, el tratamiento T3 (epazote) tuvo mayor capacidad de retención de agua ($P < 0.05$) respecto a los valores medios obtenidos en los tratamientos T4 (testigo), T1 (ajo) y T2 (hierba santa) como se muestra en la Tabla VIII. Los valores obtenidos en el presente estudio son similares a los publicados por Qiao *et al.* (2001) y mayores a los reportados por Renfigo-González & Ordoñez (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, 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, los tratamientos experimentales mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) (Tabla VIII). 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 & Ouhayoun (1999). Obviamente, en el presente estudio, el tratamiento T3 (epazote) al tener mayor CRA, presentó menor porcentaje de agua libre.

Farouk *et al.* (2014) mencionan que la conformación muscular y estrés provocado durante el sacrificio, pueden dar como resultado mayor capacidad de retención de agua y menor agua libre, lo cual se presentó en el T3 (epazote) del presente estudio. Los resultados obtenidos en el presente estudio son mayores a los reportados por Morón-Fuenmayor & Zamorano (2004) para carne de ave (pollo y avestruz) a 24 h *post-mortem*; dichas diferencias se pueden deber 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.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a los reportados por Morón-Fuenmayor & Zamorano (2004), quienes midieron PG en carne de pollo, avestruz, res y cerdo. En el presente estudio se obtuvieron porcentajes más elevados para los T1 (ajo), T2 (hierba santa) y T3 (epazote) en relación a los reportados por los citados autores. Estas diferencias pueden deberse a que la pérdida de 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 cantidad de carne con músculos más delgados, y por lo tanto, existe mayor pérdida de agua por goteo.

5.4. Evaluación de color del jamón cocido

En la determinación de las variables de color del jamón cocido, se observó que las variables L^* , a^* y h° no presentaron efectos atribuibles a las dietas experimentales ($P>0.05$) en ningún tratamiento. Se encontró baja luminosidad por lo que se le puede atribuir a la brillantez del jamón; similares resultados de luminosidad fueron reportados por O'Neill *et al.* (2018) en estudios de jamón bajo en sal.

Para las variables b^* y C^* hubo diferencias significativas ($P<0.05$), el jamón cocido del T2 (hierba santa) presentó una coloración amarilla con tonalidad más baja, con respecto a los tratamientos T1 (ajo), T3 (epazote) y T4 (testigo). Esta situación puede deberse al tipo de carne y al tipo de fibra blanca muscular, como lo mencionan Márquez & Salazar (1981) y Alvis *et al.* (2017), en relación a la carne blanca y su capacidad de reflejar de un producto cárnico.

Los resultados obtenidos en el presente estudio difieren a los reportados por Frontela *et al.* (2006), quienes midieron parámetros sensoriales, fisicoquímicos e instrumentales en el jamón cocido, difieren a los resultados publicados por Lqbal *et al.* (2013) para jamón de pavo; de igual forma las diferencias se pueden deber al tipo de carne de ave o al espectrofotómetro utilizado.

Tabla II. Comparación de medias ($\bar{X} \pm EE$) en pesos vivos (en kg) de gallinas criollas (*Gallus gallus*) bajo diferentes dietas alimenticias.

Peso Vivo	T1	T2	T3	T4
Inicial	2.99 ± 0.08 ^a	3.39±0.15 ^a	3.58±0.23 ^a	3.80±0.15 ^a
A los 14 d experimentales	2.71 ± 0.18 ^a	3.06±0.10 ^a	3.40±0.15 ^a	3.58±0.17 ^a
A los 28 d experimentales	2.78 ± 0.22 ^a	3.04±0.23 ^a	3.39±0.22 ^a	3.56±0.19 ^a
A los 42 d experimentales	2.78±0.17 ^a	3.04±0.14 ^a	3.48±0.16 ^a	3.79±0.17 ^a
A los 56 d experimentales	3.65±0.18 ^a	3.66±0.15 ^a	3.56±0.19 ^a	3.79±0.17 ^a
A los 70 d experimentales	3.65±0.18 ^a	3.90±0.09 ^a	3.75±0.25 ^a	4.07±0.15 ^a

\bar{X} = Medias,

E= Error Estándar,

^a= Medias en hilera con la misma literal no 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.

Todos los pesos son expresados en kg.

Tabla III. Respuesta media ($\bar{X} \pm EE$) en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia en las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

VARIABLES	T1	T2	T3	T4
Consumo de alimento (g/día)	507.35±3.52 ^a	505.35±2.59 ^a	505.99±2.53 ^a	513.11±2.66 ^a
Ganancia de peso (g/día)	1.43±0.03 ^a	1.25±0.03 ^b	1.13±0.02 ^c	1.35±0.02 ^{ab}
Conversión alimenticia	354.80±1.93 ^b	404.28±2.16 ^a	447.78±2.35 ^a	380.08±1.94 ^b

\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 IV. Comportamiento medio ($\bar{X}\pm EE$) de peso final, rendimiento de canal caliente y fría de gallinas criollas (*Gallus gallus*) bajo diferentes dietas alimenticias.

VARIABLES	T1	T2	T3	T4
Peso vivo (kg)	3.62±0.23 ^a	3.88±0.08 ^a	3.75±0.25 ^a	4.07±0.15 ^a
Peso en canal caliente (kg)	2.67±0.22 ^a	3.01±0.07 ^a	2.95±0.32 ^a	3.11±0.16 ^a
Rendimiento en canal caliente (%)	73.78±3.54 ^a	77.80±0.93 ^a	77.91±3.37 ^a	76.31±2.45 ^a
Peso en canal fría (kg)	2.67±0.22 ^a	3.01±0.70 ^a	2.93±0.32 ^a	3.10±0.16 ^a
Rendimiento de canal fría (%)	73.59±3.56 ^a	77.65±0.94 ^a	77.37±3.51 ^a	76.01±2.49 ^a

\bar{X} = Media,

EE= Error Estándar,

^a= Medias en hilera con la misma literal no 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 V. Comparación de medias ($\bar{X}\pm EE$) de pH y temperatura medidos a los 45 min y 24 h *post-mortem* en carne de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

Variabes	T1	T2	T3	T4
pH 45 min <i>post-mortem</i>	6.35±0.07 ^a	6.47±0.08 ^a	6.52±0.07 ^a	6.34±0.09 ^a
pH 24 h <i>post-mortem</i>	6.13±0.03 ^a	6.19±0.06 ^a	6.27±0.10 ^a	6.14±0.07 ^a
Temperatura 45 min <i>post-mortem</i> (°C)	35.40±0.43 ^a	33.94±0.51 ^a	34.12±0.31 ^a	35.14±0.44 ^a
Temperatura 24h <i>post-mortem</i> (°C)	12.60±0.15 ^b	15.26±0.12 ^a	15.82±1.05 ^a	13.22±0.44 ^b

\bar{X} = Media,

EE= Error Estándar,

^{a,b}= 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 VI. Comparación de medias ($\bar{X} \pm EE$) de la evaluación del color en piel entre canales de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

VARIABLES	T1	T2	T3	T4
L*	73.95±0.97 ^a	72.89±0.54 ^a	72.55±0.97 ^a	72.80±1.34 ^a
a*	1.92±0.41 ^a	2.59±0.32 ^a	2.73±0.55 ^a	3.51±0.55 ^a
b*	28.23±2.03 ^a	27.45±1.80 ^{ab}	20.00±2.29 ^b	28.38±2.33 ^a
C*	28.31±2.05 ^a	27.57±1.82 ^a	20.21±2.33 ^b	28.62±2.38 ^a
h°	86.28±0.53 ^a	84.82±0.38 ^{ab}	82.29±0.71 ^c	83.60±0.70 ^b

\bar{X} = Media,

EE= Error Estándar,

L*= Luminosidad,

a*= Color rojo,

b*= Color amarillo,

C*= Saturación de color,

h°= Ángulo o matiz de tonalidad,

^{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 VII. Comparación de medias ($\bar{X}\pm EE$) de la evaluación del color en músculo *pectoralis* en canales de las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

Variables	T1	T2	T3	T4
L*	70.54±2.66 ^a	65.84±1.35 ^a	68.28±1.23 ^a	68.77±1.40 ^a
a*	0.65±0.15 ^b	2.00±0.31 ^a	1.86±0.32 ^a	1.59±0.35 ^{ab}
b*	12.53±0.60 ^a	11.33±1.31 ^a	12.26±0.58 ^a	10.20±1.00 ^a
C*	12.56±0.60 ^a	11.55±1.32 ^a	12.43±0.61 ^a	10.38±1.02 ^a
h°	86.98±0.68 ^a	79.98±1.47 ^b	81.90±1.08 ^{ab}	80.80±1.72 ^b

\bar{X} = Media,
 EE= Error Estándar,
 L*= Luminosidad,
 a*= Color rojo,
 b*= Color amarillo,
 C*= Saturación o pureza del color,
 h°= Ángulo o matiz de tonalidad,
^{a, b}= 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 VIII. Comparación de medias ($\bar{X}\pm EE$) en capacidad de retención de agua (CRA) y pérdida de agua por goteo (PG) en carne de gallinas criollas (*Gallus gallus*) en las diferentes dietas alimenticias.

Variables	T1	T2	T3	T4
CRA (%)	40.21±3.05 ^b	39.55±4.79 ^b	54.97±2.38 ^a	49.59±3.61 ^{ab}
Agua libre (%)	59.79±3.05 ^a	60.45±4.79 ^a	45.03±2.38 ^b	50.41±3.61 ^{ab}
PG (%)	5.83±0.73 ^a	5.05±0.23 ^{ab}	4.16±0.14 ^{ab}	4.05±0.24 ^b

\bar{X} = Media,

EE= Error Estándar,

^{a, b}= 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 IX. Comparación de medias ($\bar{X} \pm EE$) en evaluación del color de jamón cocido en las diferentes dietas alimenticias de gallinas criollas (*Gallus gallus*).

Variables	T1	T2	T3	T4
L*	68.37±2.73 ^a	66.68±0.24 ^a	64.68±0.42 ^a	63.99±2.29 ^a
a*	5.85±0.47 ^a	6.80±0.21 ^a	7.44±0.12 ^a	7.43±0.62 ^a
b*	12.55±0.08 ^{ab}	11.53±0.59 ^b	13.12±0.23 ^{ab}	14.11±0.81 ^a
C*	13.86±0.20 ^b	13.39±0.49 ^b	15.09±0.16 ^{ab}	16.00±0.53 ^a
h°	65.05±1.80 ^a	59.37±1.68 ^a	60.41±0.80 ^a	62.09±3.10 ^a

\bar{X} = Media,

EE= Error Estándar,

L*= Luminosidad,

a*= Color rojo,

b*= Color amarillo,

C*= Saturación o pureza del color,

h°= Ángulo o matiz de tonalidad,

^{a, b}= 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.

5.5. Evaluación sensorial

5.5.1. Perfil sensorial dinámico

5.5.1.1. Análisis de jamón cocido mediante las curvas TDS

En la Figura 1 se muestra un perfil sensorial dinámico mostrado mediante las curvas de TDS. El atributo que se presentó con mayor dominancia fue aroma a pollo (POLL) el cual fue percibido en los periodos de tiempo 26 s a 35 s y 36 s a TMAX (60 s). Otro atributo de importancia fue el aroma a jamón (JAMO) en el período 36 s a 37 s. Lo anterior puede deberse a la cocción de la carne y a la presencia de los ácidos grasos n-6 responsables del aroma característico a pollo (Richardson & Mead 1999). El jamón del T2 (hierba santa) se presentó en un período de tiempo (22 s a 60 s) el atributo de mayor dominancia fue el de especias (ESPE) hasta finalizar el segundo 60 (Figura 1b). Posiblemente los compuestos aromáticos de esta planta, depositados en la carne del ave, pudieron contribuir al aroma a especias en el producto, por ello se percibió al jamón con aroma a especias.

En el jamón cocido del T3 (epazote) mostrado en la Figura 2, el primer atributo dominante fue salado (SALA) en el periodo de tiempo 31 s a 32 s; se observó el atributo jamón (JAMO) tuvo lugar en el periodo de 38 s a 39 s, y posteriormente se presentó en un periodo de tiempo 41 s a 60 s. Ello puede deberse a que la ruptura de miosina, proteólisis y lipólisis; liberan ácidos grasos que hacen resaltar el aroma al producto y le confiere su sabor característico a jamón cocido (Harkouss *et al.* 2015). Para el jamón cocido del T4 (testigo) el atributo dominante fue aroma a jamón (JAMO) en periodo de tiempo de 18 s a 25 s, seguido por el atributo pollo (POLL) en el periodo de tiempo 30 s a 33 s, cabe destacar que el atributo de mayor intensidad y duración fue el atributo salado (SALA) que perduró en periodo de tiempo 35 s a 60 s.

Se considera que la percepción intensa del atributo salado (SALA) percibida en el jamón cocido del T4 (testigo), puede ser debido al aroma intenso de la salmuera; por ello los panelistas pudieron percibir de forma más dominante dicho atributo, ello debido a que a dicho tratamiento no se le adicionó ningún ingrediente adicional a la dieta. El resultado de este tratamiento es consistente con estudios para productos cárnicos como jamón serrano y salchichas, en donde han predominado el aroma a sal (Lorido *et al.* 2016).

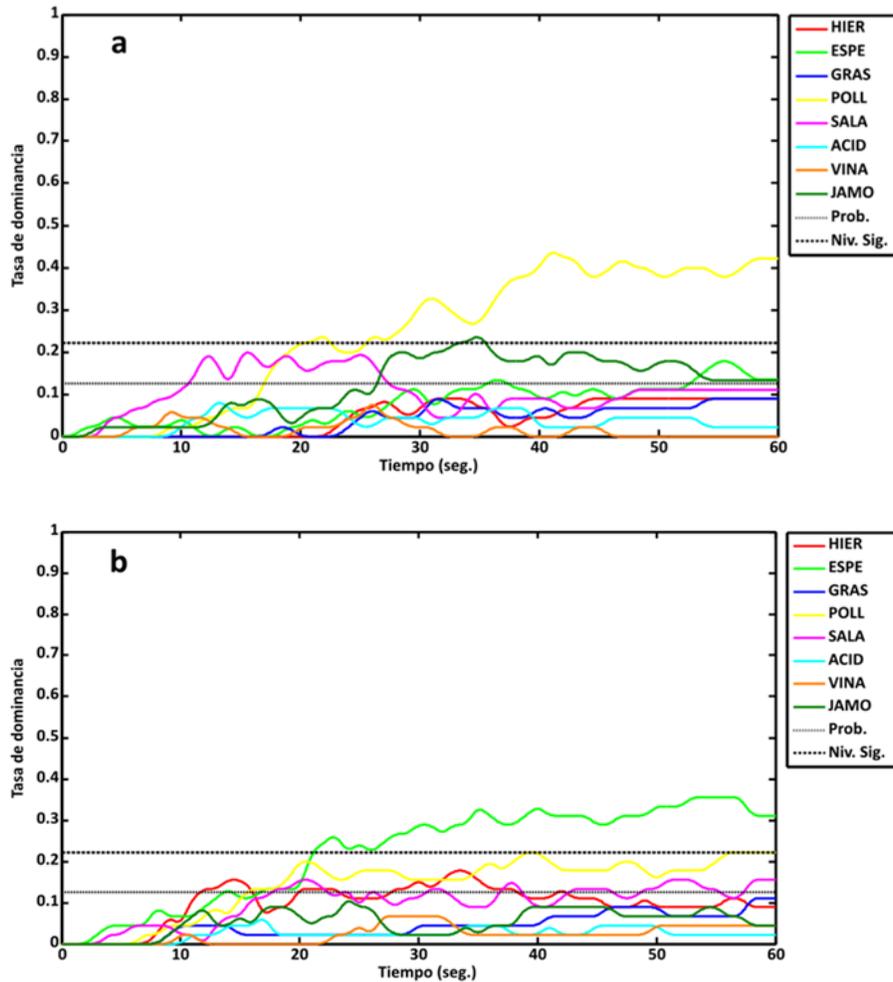


Figura 15. Perfil sensorial dinámico, del jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias, mediante curvas de Dominio Temporal de Sensaciones (45 evaluaciones).

a) Jamón Cocido Tratamiento 1= Dieta con ajo (JT1);
 b) Jamón Cocido Tratamiento 2= Dieta con hierba santa (JT2),

HIER= Aroma a hierbas,

ESPE= Especies,

GRAS= Grasa,

POLL= Pollo,

SALA= Salado,

ACID= Ácido,

VINA= Vinagre,

JAMO= Jamón,

Prob: Cambio de probabilidad= 0.125.

Niv. Sig.: Nivel de significancia= 0.23.

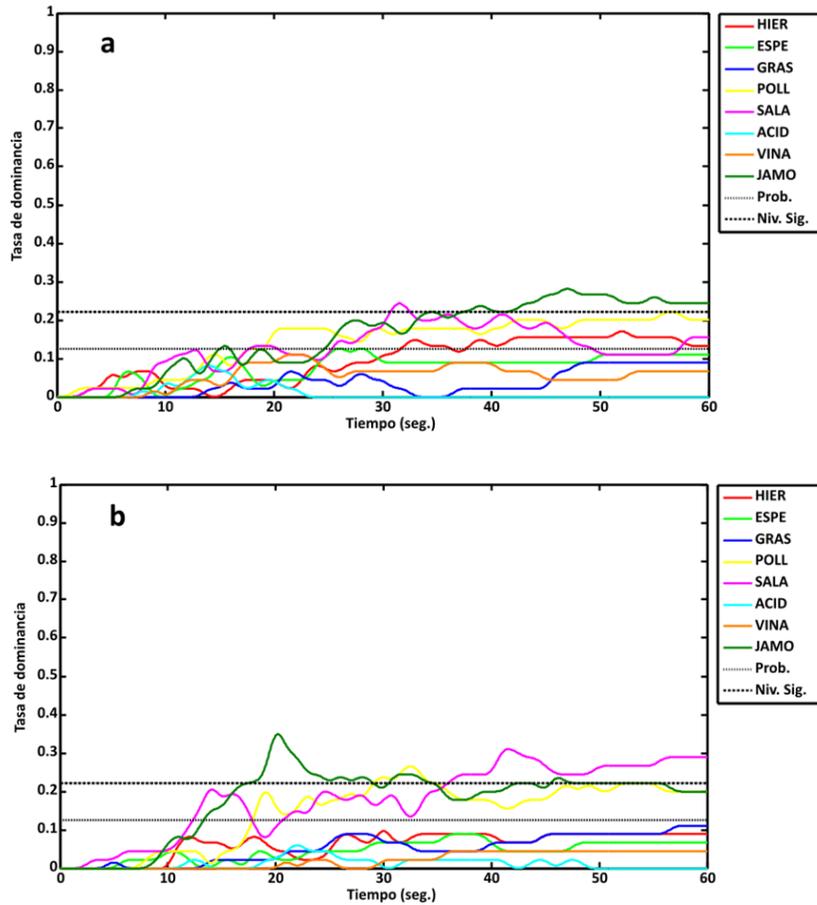


Figura 16. Perfil sensorial dinámico, del jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias, mediante curvas de Dominio Temporal de Sensaciones (45 evaluaciones).

a) Jamón Cocido Tratamiento 3 = Dieta con epazote (JT3).

b) Jamón Cocido Tratamiento 4 = Dieta con masa de maíz (JT4).

HIER= Aroma a hierbas,

ESPE= Especias,

GRAS= Grasa,

POLL= Pollo,

SALA= Salado,

ACID= Ácido,

VINA= Vinagre,

JAMO= Jamón,

Prob: Cambio de probabilidad= 0.125.

Niv. Sig.: Nivel de significancia= 0.23.

5.5.2. Estudio de consumidores

Dentro de los resultados analizados por medio de análisis de varianza (ANOVA) se determinó que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) para los resultados de preferencia de los consumidores. Los jamones cocidos se caracterizaron dentro de la escala hedónica, como “me gusta moderadamente”, según los criterios utilizados por De la Roca (2013) y O'Neill *et al.* (2018) tal como lo muestra la Figura 17.

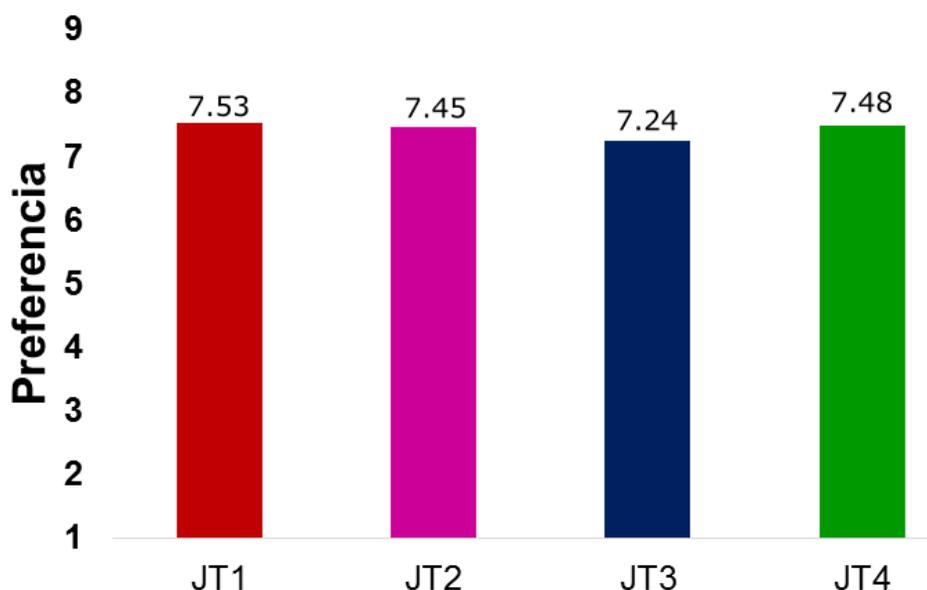


Figura 17. Preferencia de consumidores a pruebas de jamón cocido de gallina criolla alimentada con diferentes dietas alimenticias. JT1 = Jamón Cocido Tratamiento 1 dieta con ajo; JT2 = Jamón Cocido Tratamiento 2 dieta con hierba santa, JT3 = Jamón Cocido Tratamiento 3 dieta con epazote y JT4 = Jamón Cocido Tratamiento 4 = dieta testigo con masa de maíz.

Dentro de los objetivos del estudio se estableció la necesidad de evaluar las características productivas, químicos instrumentales de la carne, su transformación a jamón y sus características instrumentales, así como las características sensoriales del jamón y las preferencias de los consumidores.

Por ello, se realizó una matriz donde se plasmaron los resultados obtenidos, por los tratamientos experimentales, en las diferentes variables evaluadas.

La matriz se diseñó como herramienta para determinar, de manera objetiva, cuál fue el mejor tratamiento del presente estudio. La puntuación se realizó bajo el criterio de una escala hedónica de tres puntos. La mayor puntuación (3 puntos) se asignó al tratamiento que obtuvo el mejor desempeño en la prueba (con diferencia estadística); se asignaron 2 puntos cuando se presentaron valores intermedios en el análisis estadístico (ab, bc, etc.), y 1 punto a los valores en los tratamientos que resultaron estadísticamente iguales.

Finalmente, se realizó una suma aritmética para obtener el total. Una vez obtenidos los totales, se consideró el tratamiento con la mayor puntuación, el tratamiento que presentó la mayoría de las características deseables, resultando por ello, en el mejor tratamiento del experimento, mostrado (Tabla X).

Es importante considerar, que al no existir criterios definidos que establezcan cuál debe ser el color adecuado en la piel de canales de gallinas criollas y en el jamón cocido (fiambre) de pollo; se optó por considerar que lo deseable en coloración de la piel en canales de gallinas criollas es el color blanco. Del mismo modo, la coloración deseable del jamón cocido de gallina criolla tendría que ser una tonalidad más baja hacia el amarillo con tendencia al blanco. Este criterio fue el que imperó al momento de evaluar los resultados de los tratamientos experimentales

Al calificar todas las variables estudiadas, el T4 (testigo) tuvo la evaluación más alta; sin embargo, el T3 (epazote) obtuvo la mayor puntuación de los tratamientos experimentales y su evaluación fue muy cercana a la del testigo, esto presupone que es el mejor tratamiento experimental, que permite un adecuado comportamiento productivo, de la canal y aceptación del consumidor final.

Tabla X. Evaluación productiva, química y sensorial de carne y jamón cocido de los tratamientos experimentales.

Variable	T1	T2	T3	T4
Productivas				
Consumo de alimento	1	1	1	1
Ganancia de peso	3	1	1	2
Conversión alimenticia	3	1	1	3
Subtotal	7	3	3	6
De la canal				
Peso vivo	1	1	1	1
Peso en canal caliente	1	1	1	1
Rendimiento en canal	1	1	1	1
Peso en canal fría	1	1	1	1
Rendimiento de canal fría	1	1	1	1
Subtotal	5	5	5	5
Calidad de la carne				
pH 45 min	1	1	1	1
pH 24 h	1	1	1	1
Temperatura 45 min (°C)	1	1	1	1
Temperatura 24h (°C)	3	1	1	3
L* (piel)	1	1	1	1
a* (piel)	1	1	1	1
b* (piel)	1	2	3	1
C*(piel)	1	1	3	1
h° (piel)	1	1	3	1
L* (músculo <i>pectoralis</i>)	1	1	1	1
a*(músculo <i>pectoralis</i>)	3	1	1	2
b* (músculo <i>pectoralis</i>)	1	1	1	1
C*(músculo <i>pectoralis</i>)	1	1	1	1
h° (músculo <i>pectoralis</i>)	1	3	2	3
Capacidad de retención de agua (CRA)	1	1	3	2
Agua libre (%)	1	1	3	2
Pérdida de agua por goteo (PG)	1	2	2	3
Subtotal	21	21	29	26
Calidad del jamón cocido				
L* (jamón)	1	1	1	1
a*(jamón)	1	1	1	1
b* (jamón)	2	1	2	3
C* (jamón)	1	1	2	3
h° (jamón)	1	1	1	1
Subtotal	6	5	7	8
Estudio de consumidores				
Preferencia de consumidores	1	1	1	1
Subtotal	1	1	1	1
TOTAL	40	35	45	46

La puntuación se otorgó con base a las diferencias estadísticas de las pruebas, dando la mayor puntuación a las características deseables dentro de cada variable evaluada, cuando el análisis estadístico señaló similitud con dos variables (ab, bc, etc.) se consideró un valor intermedio.

6. CONCLUSIONES

La inclusión de aditivos en la dieta de gallinas criollas no afecta significativamente los parámetros productivos, químicos e instrumentales de su carne. Es factible elaborar jamón cocido con la carne de dichas aves, y este producto no será afectado por el consumo de aditivos por parte de las gallinas.

El jamón cocido elaborado con carne de gallinas alimentadas con aditivos en su dieta presenta diferencias sensoriales atribuibles a los diferentes aditivos consumidos por el ave.

Las características sensoriales del jamón elaborado con base a la carne de gallinas alimentadas con aditivos son identificadas y aceptadas por el consumidor, local; por lo que la crianza de gallinas alimentadas con aditivos naturales, puede ser una opción para obtener productos de calidad que le den valor agregado a la producción de traspatio y sean preferidos por el consumidor.

Se concluye que el jamón cocido elaborado con carne de aves alimentadas con epazote, resultaron tener las características productivas, de la canal y aceptación del consumidor final deseables.

Es de suma importancia señalar que la carne de gallina criolla es apta para elaborar productos de calidad, principalmente si se alimentan con una dieta tradicional y epazote; es posible contribuir un jamón caracterizado con un aroma a jamón.

Para el estudio de consumidores se estableció que la preferencia fue marcada por una valoración de “me gusta moderadamente” por los consumidores locales por lo tanto el producto final tuvo buena aceptación y es posible diversificar la manera de consumir carne de gallina obteniendo así un producto aceptado por personas de todas las edades y considerarlo un producto muy versátil.

7. RECOMENDACIONES GENERALES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, las aves de traspatio si pueden obtener pesos adecuados para la comercialización, por ello se deben implementar asesorías a productores de gallinas de traspatio.

La alimentación tradicional en el traspatio (maíz en sus diferentes presentaciones y forraje verde) adicionado con desechos de cocina o verdulería es una alternativa para la dieta de aves de traspatio. Según los resultados obtenidos en el presente estudio, este tipo de alimentación puede aportar los requerimientos de mantenimiento del ave y un pequeño margen destinado a la producción.

Es deseable realizar análisis químico proximal de plantas nativas y otros componentes de la dieta de las gallinas; así mismo, es necesario calcular los costos de producción para determinar si es viable un proyecto de producción avícola tradicional y que represente gran impacto en la comunidad, así como generar ingresos para los productores, sin necesidad de realizar grandes inversiones.

Es necesario continuar haciendo pruebas con aditivos naturales, adicionados en condiciones de producción tradicional para determinar si existen sinergias entre aditivos, o si es posible incrementar el sabor y calidad en un producto final.

La carne de gallina criolla tiene las características deseables para realizar con ella, productos cárnicos de calidad y que sensorialmente sean aceptados por los consumidores; sin embargo, hacen falta más pruebas sensoriales, mediante técnicas más amplias, que permitan determinar si los productos propuestos son aptos para competir en el mercado regional, estatal, nacional e internacional.

Con respecto al suministro de ajo, es un producto bastante aceptado por las aves, y adicionalmente les proporciona vitalidad, mejorando así su salud general y favoreciendo la etapa productiva de las gallinas, en tanto la elaboración de productos cárnicos alimentadas con este aditivo se caracterizó por poseer un jamón de excelente sabor.

8. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ramírez, J., Santos-Ricalde, R., Pech-Martínez, V. & Montes-Pérez, R. 2000. Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomédica* 11(1): 17-24.
- Alarcón, R., A.D. Duarte, J.O. Rodríguez-Almeitar, F. Alonso & H. Janacua-Vidales. 2005. Incidencia de carne pálida-suave-exudativa (PSE) y oscura-firma-seca (DFD) en cerdos sacrificados en la región del bajío en México. *Técnica Pecuaria México* 43(3): 335-346.
- Alarcón, R.A.D., J.G. Gamboa-Alvarado, A.A. Rodríguez-Fernández., J.A.A. Grado. & V.H. Janacua. 2006. Efecto de variables críticas del sacrificio sobre las propiedades fisicoquímicas de la carne de cerdo. *Técnica Pecuaria México* 43(1): 53-56.
- Alberti, P., B. Panea, G. Ripoll, C. Sañudo, J.L. Olleta, I. Negueruela. 2005. Medición del color. *In: Cañeque V, Sañudo C editores. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: MICYT-INIA: Ganadera* 3: 216-225.
- Alvis, A., P. Romero, C. Granados, M. Torrenegra, N. Pajaro-Castro. 2017. Evolución del color, las propiedades texturales y sensoriales de salchicha elaborada de carne de babilla (*Caiman Crocodilus Fuscus*) *SciELO. Revista. Chilena de Nutrición* 44(1): 89-94.
- American Meat Science Association. 1992. Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board.
- Anzaldúa M. A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Acribia, S.A., Zaragoza, España, 122 pp.

- Ares, G., L. Antúnez, A. Gimenez, C.M. Roigard, B. Pineau, D.C. Hunter & S.R. Jaeger. 2014. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. *Food Quality and Preference* 36: 111-121.
- Arnold, J.W. 2007. Bacterial contamination on rubber picker fingers before, during, and after processing. *Poultry Science* 86(12): 2671-2675.
- Attia, Y.A., W.S. Tahawy, A. E. Hamid, A. Niazza, M.A. Al-Harhi, M.I. El-Kelway, F. Bovera. 2014. Effect of feed form, pellet diameter and enzymes supplementation on carcass characteristics, meat quality, blood plasma constituents and stress indicators of broilers. *Archiv. Tierzucht* 57(30): 1-14.
- Aymerich, T., P.A. Picouet & J.M. Monfort. 2008. Decontamination technologies for meat products. *Meat Science* 78(1): 114-129.
- Barriada, M. 1995. Variables que determinan la calidad de la carne en vacuno. *Bovis Oct* (66): 95-115.
- Barroeta, A.C. 2006. Nutritive value of poultry meat. Relationship between vitamin E and PUFA. *Poultry Science* 63: 277-284.
- Bautista, Y., C. Narciso, P.A. Hernández., S. C. M. Becerril, E. Sosa & J. Velasco. 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. 2000. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: implications and strategies to minimize subsequent problems. *World's Poultry Science* 56: 347-365.
- Beltrán, J.A., I. Jaime, P. Santolaria, C. Sañudo, P. Albertí, P. Roncalés. 1997. Effect of stress-induced high *post-mortem* pH on protease activity and tenderness of beef. *Meat Science* 45(2): 201-207.

- Bemfeito, R.M., J.F. Rodrigues, J.G. e Silva & L.R. Abre. 2016. Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *J. of Dairy Sci.* 99(10): 7886-7897.
- Bingham, S. 2006. The fibre-folate debate in colo-rectal cancer. *Proceedings of the Nutrition Society* 65 (1): 19-23.
- Boakey, J.R. & G.S. Mittal. 1993. Changes in pH and water holding properties of Longissimus dorsi during beef ageing. *Meat Science* 34(3):335-349.
- Bradley G. K. (2014) *Cunnighan Fisiología veterinaria Elsevier 5a edición España*, 607 pp.
- Braghieri, A., N. Piazzolla, F. Galgano, N. Condelli, G. De Rosa, F. Napolitano. 2016. Effect of preservative addition on sensory and dynamic profile of Lucanian dry-sausages as assessed by quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations. *Meat Science* 122: 68-75.
- Camacho-Escobar, M.A., I. L. Torres., L. R. Cancino, R. L. Pozos & J. L. Arcos-García. 2006. La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar X.* 28: 3-11.
- Camacho-Escobar, M.A., M. Patricia Jerez-Salas, C. Romo-Díaz, M.A. Vásquez-Dávila & Y. García-Bautista. 2016. La conservación *in situ* de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer Científico en Chiapas, Segunda época* 11(1): 60-69.
- Camacho-Escobar, M.A., P.R. Lezama-Nuñez, M.P. Jerez-Salas, J. Kollas, M.A. Vásquez-Dávila, J.C. García-López, J. Arroyo-Ledezma, N. Ávila-Serrano & F. Chávez-Cruz. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1: 375-379.

- 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): 3-9.
- Castrillón, W.E, J. A. Fernández, L.F. Restrepo. 2007. Variables asociadas con la presentación de carne PSE (Pálida, Suave, Exudativa) en canales de cerdo. Revista Ciencias Pecuarias 20: 327-338.
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de los animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 39: 451-457.
- Castro-Rios, K. 2010. Tecnología de Alimentos Editores de la U. Bogotá, Colombia, 134 pp.
- Centeno, B.S.B., D.C.A. López, E.M.A. Juárez. 2007. Producción Avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtitlan, Puebla. Técnica Pecuaria en México 45(1): 45 60.
- Chambers, E & J.R. Bowers. 1993 Consumer perception of sensory of qualities in muscle foods. Food Technology 11: 116-120.
- Chowdhury, S., G. P. Mandal, A. K. Patra. 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 Tecnology 236: 86-97.
- Church, D.C. & W.G Pond.1988 Basic Animal Nutrition Feeding. 5a edición John Wiley & Sons, New Jersey, 438 pp.
- Cohen, N., H. Ennaji, B. Bouchrif, M. Hassar. & H. Karib. 2007. Comparative study of microbiological quality of raw poultry meat at various seasons and for different slaughtering processes in Casablanca (Morocco). J. Appl. Poultry Science 16(4): 502-508.

- Comisión de Normas Guatemaltecas. 1985. Embutidos cocidos, ahumados: especificaciones NGO 34 130: 94. Aditivos alimentarios permitidos. Guatemala. GT. 50.
- Commision Internationale de Illuminacion. 2004. Technical report, colorimetry. Commission Internationale de L'Eclairage.
- Commission Internationale de L'Éclairage. 1976. Colorimetry. Publication No. 15 Bureau Central de la CIE, Austria.
- Cori, M.E., C. Michelangeli, V. De Basilio, R. Figueroa & N. Rivas. 2014. Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. Archivos de Zootecnia 63(241): 133-143.
- Cornejo, S., H. Hidalgo, J. Araya, J. Pokniak. 2008. Suplementación de dietas de gallinas de postura comercial con aceites de pescado de diferentes grados de refinación. Efectos productivos en las aves y en la calidad organoléptica de los huevos. Arch. Med. Vet. 40(1): 45-50.
- Corzo, A., M. Schilling. R.E. Loar, V. Jackson, S. Kin, V. Radhakrishnan. 2009. The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. Poultry Science 88(2): 432-439.
- Damásio, M.H. 1999. Análisis descriptivo: Metodología de perfil libre versus metodologías tradicionales. Avances en análisis sensorial. CYTED, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Varéala, Sao Paulo, Brasil, 35-48 pp.
- De la Roca C., M.F. 2013. Evaluación sensorial de jamón cocido elaborado a base de carne de avestruz. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos Guatemala, Guatemala.
- Di Monaco, R., C. Su, P. Masi & S. Cavella. 2014. Temporal Dominance of Sensations: A review. Trends in Food & Technology 38(2): 104-112.
- Domingo, D. & M López-Brea. 2003. Plantas con acción microbiana Revista Española de Quimioterapia 16(4): 385-393.

- Dottavio, A. M. & R.J. Di Masso. 2010. Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *Journal of basic and applied genetics* 21(2): 1-10.
- Dunn, A. A., E.L.C. Tollada, D. J. Kilpatrick & N.F.S. Gault. 1993. Efecto of *post-mortem* temperature on chicken *M. pectoralis major*. *Poultry Science* 34(4): 689-697.
- Fanatico, A.C., P. B. Pillai, J. L. Emmert & C. M. Owens. 2007. Meat Quality of slow and Fast Growing Chicken Genotypes Fed Low Nutrient or Standard Diets and Raised Indoors or with Outdoor Acces. *Journal Poultry Science* 86(10): 2245-2255.
- Faria, P.B. M.C. Bressan. X.R. Souza. L.V. Rossato. L.M.G. Botega. L.T. Gama. 2010. Carcass and Parts Yield of Broilers Reared Under a Semi-Extensive System, *Poultry Science Journal* 12(3): 153-159.
- Faria, P.B., M.C. Bressan, X.R. Souza. 2012. Quality of broiler meat of the free-range type submitted to diets containing alternative feed stuffs. *Revista Brasileña Zootecnia* 64(2): 398-396.
- Farouk, M.M., H.M. Al-Mazeedi, A.B. Sabow, A.E.D. Bekhit, K.D. Adeyemi, A.Q. Sazili, A. Ghani. 2014. Halal and kosher slaughter methods and meat quality: A review. *Meat Science* 98(3): 505-519.
- Faye, P., D. Brémaud, E. Teillet, P. Courcoux, A. Giboreau & H. Nicod. 2006. An alternative to external preference mapping based on consumer perceptive mapping. *Food Quality and Preference* 17: 604-614.
- Fernández, S. 2001 Pigmentación en avicultura, p 150-174, *In: Memorias de producción avícola en nutrición y alimentación avícola*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.

- Fernandez, X., V. Santé, E. Baeza, E. Lebihan-Duval, C. Berri, H. Rémignon & T. Astruc. 2002. Effects of the rate of muscle *post mortem* pH fall on the technological quality of turkey meat. *British Poultry Science* 43(2): 245-252.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2016. Avicultura Carne México. Consultado el 20 de enero de 2018. Disponible en línea en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200631/Panorama_Agroalimentario_Avicultura_Carne_2016.pdf
- Fischer, K.G. 2000. Sensible recording of PSE-dependent quality traits in pork. *Fleischwirt.* 80: 92-94.
- Flecher, D.L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poultry Science* 78: 1323-1327.
- Food and Agriculture Organization. 2013. Revisión del desarrollo Avícola. Consultado el 10 de enero de 2016. Disponible: <http://www.fao.org/docrep/019/i3531s/i3531s.pdf>
- Frontela, C., G. López, G. Ros, C. Martínez 2006. Relación entre los parámetros sensoriales, fisicoquímicos e instrumentales en el jamón cocido. *Revista de la facultad de veterinaria, Murcia, España* (22): 67-68
- Funaro, A., V. Cardenia, A. Petracci, S. Rimini, M.T. Rodríguez-Estrada, C. Cavani. 2014. Comparison of meat quality characteristics and oxidative stability between conventional and free range chickens. *Poultry Science* 93(6): 1511-1522.
- Gámbaro, A., V. González, S. Jiménez, A. Arechavaleta, B. Irigaray, N. Callejas, M. Grompone & I. Vieitez. 2017. Chemical and sensory profiles of commercial goat cheeses. *International Dairy Journal* 69: 1-8.

- Ganado-Olmedo P. 2001. Estudios de diferentes fracciones de *Allium sativum* sobre la reactividad vascular, niveles de colesterol y cultivos celulares. Tesis Doctoral, Facultad de Farmacia Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Gap-Don, Kim., J. Jin-Yeon, H. Sun-Jin, Y. Han-Sul, J. Jin-Tea & J. Seon-Tea. (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: 626-633.
- García, R. & A. Herrera 2007. Evaluación de inhibición de crecimiento de cinco cepas bacterianas patógenas con extractos acuosos de *Allium sativum*, *Allium fistulosum* y *Allium cepa*: Estudio preliminar *in vitro*. Revista de la facultad de ciencias básicas Bistua 5(2): 68-79.
- García, R. A, M.A. Leyva, J.R. Martínez & E. E. Stashenko. 2007. Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Piper auritum* (Piperaceae) difundida en la costa Colombiana. Scientia et Technica 1(33): 439-442.
- Garrido, M.D, S. Bañon, J. Pedauye & J. Laencina. 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughter line. Meat Science 37(3): 421-428.
- Givens, D.L. 2009. Animal Nutrition and lipids in animal products and their contribution to human intake and health. Nutrients 79: 46-63.
- Glamoclijaa, N., M. Starcevic, J. Janjic, J. Ivanovic, M. Boskovic, J. Djordjevic, R. Markovic, M. Z. Baltic. 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. Food Science 5: 89-92.
- González, A.G.A., E.Á. Parrilla, L. de la Rosa, I.G. Olivas, J.F. Ayala Z. 2009. Aspectos nutricionales y sensoriales de vegetales frescos cortados. Trillas. México, 419 pp.

- Grau, R. & R. Hamm. 1953. A simple method for the determination of water binding in muscles. *Naturwissenschaften* 40(1): 29-30.
- Guillamón, E. 2014. Utilización de extractos de ajo y cebolla en producción avícola: Alimentación. *Selecciones Avícolas* 56(1): 7-9.
- Haakonsson, S. & S. Haakonsson 2013. Color y capacidad de retención de agua en la carne bovina. *Asociación de SNPS* 637(5): 899.
- Harkouss, R., T. Astruc, A. Lebert, P. Gatellier, O. Loison, H. Safa, S. Portanguen, E. Parabita, P. S. Mirade 2015. Quantitative study of the relationships among proteolysis, lipid oxidation, structure and texture throughout the dry-cured ham process. *Food chemistry* 166: 522-530.
- Hernández B., J., J.L. Aquino-López & F.G. Ríos-Rincón. 2013. Efecto del manejo *pre-mortem* en la calidad de la carne. *Nacameh* 7(2): 41-64.
- Hernández, F., J. Madrid, V. García, J. Orengo. & D. Megías. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science* 83(2): 169-174.
- Hernández-Pérez, J.O. & P. X. Jaimes-Piñón. 2003. Mediante el proyecto "Caracterización participación de las mujeres en el manejo integral productiva, sanitaria y de manejo del guajolote del traspatio. Gobierno del estado de Chiapas, Instituto de la Mujer, Chiapas, 50 pp.
- Hofmann, G.E. & Todgham A.E. 2010. Living in the Now: Physiological Mechanisms to Tolerate a Rapidly Changing Environment. *Annual Review of Physiology* 72: 127-145.
- Holownia, K., M.S. Chinnan; A. E. Reynolds & P.E. Koehler. 2003. Evaluation of induced color changes in chicken breast meat during simulation of pink color defect. *Poultry Science* 82(6): 1049-1059.
- Honikel, K. O. & C. J. Kim. 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirtsch Devis California* 66: 244-252.

- Honikel, K.O. & R. Hamm. 1994. Measurement of waterholding capacity and juiciness. In *Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*. Advances in Meat Research Series. Ed. Pearson A.M. & Dutson T.R. 9: 125-161.
- Honikel, K.O. 1984. Retención de agua y emulsión de la grasa en la elaboración de patrones para embutidos escaldados. *Fleischwirtsch.* 2: 30-36.
- Horita, C.N., E.A. Esmerino., A. S. Vidal., J.S. Farah., G.V. Amaral., H.A.M. Bolini., A.G. Cruz., M.A.R. Pollonio. 2017. Sensory profiling of low sodium frankfurter containing garlic products: adequacy of polarized Projective Mapping compared with trained panel. *Meat Science* 131: 90-98.
- Huff-Lonergan, E. & S.M. Lonergan. 2005. Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science* 71: 194-204.
- Hulot, F. & J. Ouhayoun. 1999. Muscular pH and related traits in Rabbits: a review. *World rabbit science* 7 (1): 15-36.
- Husson, F., S. Le & J. Pagés. 2001. Which value can be granted to sensory profiles given by consumers? Methodology and results. *Food Quality and Preference* 12: 291-296.
- Ibáñez F.C. & A. Barcina. 2001. *Análisis sensorial de los alimentos. Métodos y Aplicaciones*. Springer. Barcelona, España, 180 pp.
- International Organization for Standardization. 1993. *Sensory analysis - General Guidance for the selection, training and monitoring of assessors - Part 1: Selected assessors: Reference number ISO 8586-1:1993*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- International Organization for Standardization. 2012. *Sensory analysis - General Guidelines for the selection, training and monitoring of Selected assessors and expert sensory assessors. Reference number ISO 8586:2012*. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- International Organization for Standardization. 2014. Sensory analysis - General Guidelines for the selection, training and monitoring of Selected assessors and expert sensory assessors. Reference number ISO 8586:2012. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- Jager, G., P. Schlich, I. Tijssen, J. Yao, M. Visalli, C. Graaf & M. Stieger. 2014. Temporal dominance of emotions: Measuring dynamics of food-related emotions during consumption. *Food Quality and Preference* 37: 87-99.
- Janky, D.M. 1996. The use of the Minolta reflectance chromameter II for pigmentarion Evaluation of broilers shanks. *Poultry Science* 65(3): 491-496.
- Jaturasitha, S., T. Srikanchai, M. Kreuzer, M. Wicke. 2008. Difference in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to northern Thailand (blackboned and Thai native) and imported extensive breed (Bresse and Rhode Island). *Poultry Science* 87(1): 160-169.
- Jeong, J., Y. Hur, S. J. Yang, H. S. Moon, S. H. Hwang, G.B. Park & S.T. Joo (2009). Discoloration characteristics of 3 major muscles from cattle during cold storage. *Food Science* 74(1): 1-5.
- Jerez-Salas, M. P. 2004. Características productivas y reproductivas de gallinas Plymouth Rock barrada x Rhode Island roja y criollas en condiciones de traspatio. Tesis de Doctorado, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Jerez-Salas, M.P, M.E. Suarez, J. Herrera, S. Lozano & J. Segura. 2004. Rendimiento y costo de producción de carne de pollos del cruce Plymouth Rock x Rhode Island Red y criollos, criados en condiciones de traspatio en Oaxaca, México. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Habana, Cuba 38(1): 73-77.
- 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): 656-659.

- Lara, L. P. E., O.M. Itzá, U. E. Aguilar, S. H. Magaña & P. C. Chin. 2009. Aditivos fotogénicos como promotores de crecimiento en pollos de engorda, p 1-15, *In: Memorias de la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. Saltillo, Coahuila, México.
- Lastra, I. J., L. Muciño, L. Villamar, M.A. Barrera, H. Guzmán, J.L. Flores, C. Maldonado & M. Gómez. 1998. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de pollo en México. 1990-1997. Secretaría de agricultura, ganadería y desarrollo social México, 47 pp.
- Lawless, H. & H. Heymann. 1998. Sensory Evaluation of food, principles and practices. New York: Chapman & Hal, pp 430-601. Consultado el 03 de octubre de 2017. Disponible: [Chttps://books.google.com.mx/books?hl](https://books.google.com.mx/books?hl)
- Lawless, H. & H. Heymann. 2010. Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices. Chapter 1, 2nd Edition, Springer, New York, 321 pp.
- Lê-Dien, S. & T. Worch. 2015. Quantitative descriptive approaches, Chapter 1. *In: Chambers M J, Hothorn T, Temple-Lang D, Wickham H, editors. Analyzing sensory data with R, 1st*. Taylor & Francis Group, CRC Press.
- Lee, S., B.J. M. Norman, S. Gunasekaran, R.L.J.M. Van Laack, B.C. Kim & R.G. Kauffman. 2000. Use of electrical conductivity to predict water-holding capacity in post-rigor pork. *Meat Science* 55(4): 385-389.
- Lengard, A.V., T. Naes, G. Enderli, C. Sulmont Rossé, S. Issanchou & M. Hersleth. 2011. Consumers' acceptance of innovations in traditional cheese. A comparative study. *In: M. Lepage. T. Neville, A. Rytz, P. Schlich, N. Martin & N. Pineau. 2014. Panel performance for Temporal Dominance of Sensations. Food Quality and Preference* 38: 24-29.
- Lepage, M., T. Neville, A. Rytz, P. Schlich, N. Martin & N. Pineau. 2014. Panel performance for Temporal Dominance of Sensations. *Food Quality and Preference* 38: 24-29.

- Lessiów, T. Y.L. Xiong. 2003. Chicken muscle homogenate gelation properties: effect of pH and muscle fiber type. *Meat Science* 64(4): 399-403.
- Leygonie, C., T.J. Britz & L.C. Hoffman 2012. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. *Meat Science* 91: 93-98.
- Limusa Noriega Editores, 2000, Guías empresariales embutidos, primera edición Limusa, S.A. de C.V. México, 76 pp.
- Liu, J., M.S. Gronbeck, R.D. Monaco, D. Giacalone & W.L.P. Bredie. 2016. Performance of Flash Profile and Napping with and without training for describing small sensory differences in a model wine. *Food Quality and Preference* 48: 41-49.
- Lorido, L., J. Hort., M. Estévez, S. Ventanas. 2016. Reporting the sensory properties of dry-cured ham using a new language: Time intensity (TI) and temporal dominance of sensations (TDS). *Meat Science* 121: 166-174.
- Lqbal, A., D. Sun, P. Allen. 2013. Prediction of moisture, color and pH in cooked, pre-sliced turkey hams by NIR hyperspectral imaging system. *Food Engineering* 117(1): 42-51.
- MacFie, H.J., N. Bratchell, K. Greenhoff, & L.V. Vallis. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *J. Sensory Studies* 4(2): 129-148.
- Mancini, R.A. & M .C. Hunt. 2005 Current research in meat color. *Meat Science* 71: 100-120.
- Márquez, S.E. & A. Salazar A. 1991. Efecto de diferentes niveles iniciales de nitrito y tipo de fibra en algunas características de productos curados. *Revista científica FCV-LUZ., Venezuela* 1(1): 35-41.
- Martínez, P.M., C.A. Cortés. & G. E. Ávila. 2004. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación en la piel de pollos de engorda. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 42(1): 105-111.

- Mckee, S.R., & A.R. Sams. 1997. The effects of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. *Poultry Science* 76: 1616-1620.
- Medinilla, G.I.J., R.O. Vigil. & C.R.M. Platero. 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.
- Méndez-Zamora, G., J.A. García-Macías, E. Santellano-Estrada, L.A. Duran–Meléndez & R. Silva-Vázquez. 2015. Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia* 23(65): 5-12.
- Meyners M. 2011. Panel and panelist agreement for product comparisons in studies of Temporal Dominance of Sensations. *Food Qual. and Prefer* 22(4): 365-370.
- Miazzo, R.D., & M.F. Peralta. 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* 7(11). <http://www.veterinaria.org/revista>
- Montesinos, R. 2003. Especificación cromática de gamas de colores usadas en la industria del calzado. Departamento Interuniversitario de Óptica, Universidad de Alicante. Consultado el 13 de febrero de 2018. Disponible en: <https://web.ua.es/es/gvc/documentos/docs/colores-curtidos.pdf>
- Morón-Fuenmayor, O. E & G. L. Zamorano. 2004. Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales. *Revista científica FCV-LUZ* 14(1): 36-39.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition*. The National Academies Press. Washington, D.C., 176 pp.

- Norma ISO 11035:1994: Método para identificar y seleccionar descriptores que pueden ser usados para dibujar el perfil sensorial de un producto.
- Nunes, C.A. & A.C.M. Pinheiro. 2014. Sensomaker: User guide. Universidade Federal de Lavras, Brasil. 35 pp.
- OCDE México. Ciudades y directorios, todas las ciudades de México. 2015. Consultado 10 de enero de 2016. Disponible: <http://www.ocdemexico.org.mx/Oaxaca/Puerto-Escondido/>
- Offer, G. 1994. Progress in the Biochemistry, Physiology and Structure of Meat. Proceedings of the 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol. England 1: 6-87.
- Okuyama, E., K. Umeyama, Y. Saito, M. Yamazaki, M. Satake. 1993. Ascaridole as a pharmacologically active principle of "Paico", a medicinal Peruvian plant. Chem. Pharm. Bull. 41(7): 1309-1311.
- Olivero-Verbel, J., J. Gueette-Fernández. & E. Stashenko 2009. Acute toxicity against *Artemia franciscana* of essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia. Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas 8: 419-427.
- O'Neill, C. M., M.C. Cruz-Romero, G. Duffy, J. P. Kerry. 2018. The application of response surface methodology for the development of sensory accepted low-salt cooked ham using high pressure processing and a mix of organic acids. Food Science 45: 401-411.
- Owens, C.M., & A.R. Sams. 1997. Muscle metabolism and meat quality of pectoralis from turkeys treated with *post-mortem* electrical stimulation. Poultry Science 76(7): 1047-1051.
- Papinaho, P.A & D.L. Fletcher. 1995. The influence of temperature on broiler breast muscle shortening and extensibility. Poultry Science 75(6): 97-802.
- Pedrero, D. L. & R. M. Pangborn, R. M. 1989. Mexicana. México, 129 pp.

- Pérez A., G. Polanco., Y. Pérez. 2004. Algunas características morfológicas del exterior de la gallina local de la región central de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Livestock Res. Rural Develop.* 16(7). Consultado el 20 de febrero de 2016. Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/10/pere16076.htm>
- Pérez-Bello, A., & Polanco-Expósito G. 2003. La avicultura de traspatio en zonas campesinas de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Livestock Research for Rural Development* 15 (2). Consultado el 10 de marzo 2016. Disponible: <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/pere152.htm>
- Pineau, N., A.G. Bouillé, M. Lepage, F. Lenfant, P. Schlich, N. Martin & A. Rytz. 2012. Temporal Dominance of Sensations: What is a good attribute list? *Food Quality and Preference* 26: 159-165.
- Pineau, N., P. Schlich., S. Cordelle., C. Mathonnière, S. Issanchou, A. Imbert, M. Roseau., P. Etiévant & E. Köster. 2009. Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time-intensity. *Food Qual. and Preference* 20(6): 450-455.
- Pinheiro, M.A.C., C.A. Nunes & V. Viotoris. 2013. Sensomaker: a tool for sensorial characterization of food products. *Ciênc. Agrotec.* 13(3): 199-201.
- Piráces, S.F. & C.R. Cortés. 1991. Factores que afectan la pigmentación del pollo de carne. X Ciclo de conferencias internacionales sobre la avicultura, Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C. 103-11. Guadalajara, Jalisco, México.
- Programa Especial de la Seguridad Alimentaria. 2016. Manual de aves. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Consultado el 22 de febrero de 2016. Disponible: https://issuu.com/pesamx/docs/manual_aves_2014

- Promket, D., K. Ruangwittayanusorna, T. Somchana. 2016. The Study of Carcass Yields and Meat Quality in Crossbred Native Chicken (Chee). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 11: 84-89.
- Puvaca, P., Jubojevic D.L., Kostadinovic L. J., Lukac D., Levic J., Popoulc S. & 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): 533-538.
- Qiao, M., D.L. Fletcher, D.P. Smith & J.K. Northcutt. 2001 The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity *Poultry Science* 80: 676-680.
- Qiao, M., D.L. Fletcher, J.K. Northcutt & D. P. Smith. 2002. The relationship between raw broiler breast meat color and composition. *Poultry Science* 81(3): 422-427.
- Quintana, J.A. 1999. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas. Trillas, Mexico. 3a edición 384 pp.
- Ramírez-Rivera, E.J., E. Paz-Gamboa & H. Nogueira-Terrones. 2011. Caracterización sensorial y análisis de las preferencias de los consumidores de frituras tipo chips de malanga (*Colocasia esculenta*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2(2): 277-292.
- Ramírez-Rivera, E.J., J.M. Juárez-Barrientos, J. Rodríguez-Miranda, P. Díaz-Rivera, L.G. Ramón-Canul, J.A. Herrera-Corredor, M.I. Hernández-Serrano and E. Herman-Lara. 2017a. Typification of a goat fresh cheese of Mexico by path models. *Turk J. Vet. Anim. Sci.* 41: 1605-1666.
- Ramírez-Rivera, E.J., L.G. Ramón-Canul, P. Díaz-Rivera, J.M. Juárez-Barrientos, E. Herman-Lara, W. Prinyawiwatkul & J.A. Herrera-Corredor. 2017b. Sensory profiles of artisan goat cheeses as influenced by the cultural context and the type of panel. *International Journal of Food Science & Technology* 52(8): 1789-1800.

- Rason, J., L. Léger, E. Dufour & A. Lebecque. 2006. Relations between the know-how of small-scale facilities and the sensory diversity of traditional dry sausages from the Massif Central in France. *Journal European Food Research and Technology* 222(5-6): 580-589.
- Ravindran, V. 2013. *Nutrition and Human Health*, Massey University., 1a Edition, FAO Institute of Food Palmerston North, New Zealand, Poultry Development Review. 120 pp.
- Rendón, C.J. 1990 Evaluación fenotípica de las gallinas criollas en los valles centrales de Oaxaca. Instituto tecnológico Agropecuario de Oaxaca N° 23, Oaxaca, México, 83 pp.
- Rengifo-Gonzáles, L.I. & E.S. Ordoñez-Gómez. 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): 77-85.
- Reséndiz-Martínez, R., J. A. Juárez-Cortez., O. Villarreal-Espino., H. Jiménez-Cortés., J. Hernández-Hernández., J.C. Camacho-Ronquillo & M. Robles-Robles. 2016 Caracterización del uso medicinal de las plantas de traspatio en la región de Puebla. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 3: 140-143.
- Ricaurte-Galindo S.L. 2005. Problemas del pollo de engorde antes y después del beneficio-pollo en canal. *Revista Electrónica de Veterinaria* 6(6): 1-66. Consultado el 10 de marzo. Disponible en línea en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605/060517.pdf>
- Richardson R.I. & C.C. Mead. 1999. *Ciencia de la carne de ave*. Acribia. 497 pp.
- Rodrigues, J.F., C.S. Gonçalves, R.C. Pereira, J.D.S. Carneiro & A.C.M. Pinheiro. 2014. Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. *Journal of Dairy Science* 97: 4733-4744.

- Rodrigues, J.F., V.R. Souza, R.R. Lima, J.D.S. Carneiro, C.A. Nunes & A.C.M. Pinheiro. 2016. Temporal dominance of sensations (TDS) panel behavior: A preliminary study with chocolate. *Food Qual. and Prefer.* 54: 51-57.
- Rodríguez S., D. 2011. Capítulo XV La carne de pollo (procesamiento) *In: Avitecnia Manejo de las aves domésticas más comunes* (Quintana L., J.A. 4a edición, Trillas, México, 405 pp.
- Roofchae, A., Irani, M., Ebrahimzadeh, M.A., & 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): 6177-6183.
- Roseiro, L.C.; C. Santos. & R.S. Melo. 1994. Muscle pH 60, colour (L, a, b) and water-holding capacity and the influence of postmortem meat temperature. *Meat Science* 38: 353-359.
- Sadeghi, G., A. Karimi, F. Shafeie, A. Vaziry, D. Farhadi. 2016. The Effects of purslane (*Portulaca oleracea* L.) powder on growth performance, carcass characteristics, antioxidant status, and blood metabolites in broiler chickens. *Livestock Science* 184: 35-40.
- Saduño-Astiz, C. 1992. La actividad organoléptica de la carne con especial referencia a la especie ovina. Factores que la determinan, métodos de medida y causas de variación. Zaragoza SIA 117 Curso internacional de producción ovina. ITEA. 103(1): 14-30.
- Sallam, K. I., M. Ishioroshi., & K. Samejima. 2004. Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *LWT-Food Science and Technology* 37(8): 849-855.
- Sams, R.A. Poultry Processing, CRC Press. U.S.A. 2001.

- Sánchez R. M. 2005. Caracterización del proceso de Producción tradicional y alternativa de gallinas criollas en los Valles Centrales de Oaxaca. Tesis de Maestría Instituto Tecnológico. Agropecuario No. 23 de Oaxaca. Centro de Investigación y Graduados Agropecuarios (CIGA). Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. México.
- Sánchez, B. I. C., & W. Albarracín-Hernández. 2010. Análisis sensorial en carne. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 23(2): 227-239.
- SAS 2003. SAS User's Guide (Release 9.0) Statistic SAS Inst. Inc., Cary. NC.
- Schilling M, Radhakrishnan V, Thaxton Y, Christensen K. 2008. The effects of broiler catching method on breast meat quality. Meat Science 79: 163-171.
- Schlich, P. 2017. Temporal Dominance of Sensations (TDS): a new deal for temporal sensory analysis. Current Opinion in Food Science 15: 38-42.
- 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
- Segura, C. 1998. Estado actual y comportamiento de las aves de cuello desnudo en México, p 247-255, *In*: Memoria del congreso Iberoamericano de Razas autóctonas y criollas. Tamaulipas, México.
- Segura, C. J.C. 2000. Comportamiento productivo de pollos criollos y sus cruizas con pollo comercial, p 251-254, *In*: Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios. A.C. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

- Sengul, M., S. Ercisli, H. Yildiz, N. Gungor, A. Kavaz & B. Cetin. 2011. Antioxidant activity, Phenolic content and peroxide value of essential oil extracts of some medicinal and aromatic plants used as condiment in herbal teas in turkey. *Journal of Pharmaceutical* 10 (1): 49-56.
- Serrano-Altamirano, V., M.M. Silva-Serna, M.A. Cano-García, G. Medina-García & A. Ruiz-Corral. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Oaxaca (periodo 1961-2003). Instituto Nacional de Investigación Forestales, México.
- Sidel, J.; H. Stone & J. Bloomquist. 1981. Use and misuse of sensory evaluation in research and quality control. *Journal of Dairy Science* 64(11): 2296-2302.
- Silva, T. L. T., V. R. de Souza, V. R. Pinheiro, C. M. Nunes. & T.V.M. Freire. 2014. Equivalence salting and temporal dominance of sensations analysis for different sodium chloride substitutes in cream cheese. *Int. Journal Dairy Technol.* 67: 31-38.
- Singh, A.K., J.F. Diaz-Berrocsoa, Y. Dersjant-Lib, A. Awatib, R. Jhaa. 2017. Effect of a combination of xylanase, amylase and protease on growth performance of broilers fed low and high fiber diets. *Animal Feed Science and Technology* 232: 16-20.
- Soler S. M.D., O.M. Mateos, G.E. Safón, R. P. Soler, N.C. Garcés. 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.
- Sparrey, JM., M.E.R. Paice & P.J. Kettlewell 1992. Model of current pathways in electrical water bath stunners used for poultry. *British Poultry Science* 33(5): 907-916.
- Stone, H & Sidel J. L., Oliver S., Woolsey, A., Singleton, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol.* 28: 24-32.

- Suinaga C.A. 2008. pH y temperatura, parámetros determinantes en la calidad de la carne. *Alimentaria* 396: 61.
- Świątkiewicz, S., A. Arczewska-Włosek & D. Józefiak 2015. Application of microalgae biomass in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal* 71(4): 663-681.
- Tang, X., & D.A. Cronin. 2007. The effects of brined onion extracts on lipid oxidation and sensory quality in refrigerated cooked turkey breast rolls during storage. *Food Chemistry* 100(2): 712-718.
- Tapp, W.N., J.W.S. Yancey & J.K. Apple. 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat Science* 89: 1-5.
- Temprado, R. M. 2005 Calidad de la carne de pollo. *Selecciones Avícolas* 47(6): 347-355.
- Toldrá, F.; M. C. Aristeo & M. Flores. 2009. Relevance of nitrate and nitrite in dry-cured ham and their effects on aroma development. *Grasas y aceites* 60 (3): 291-296.
- Torri, L., C. Dinnella, A. Recchia, T. Naes, H. Tuoriilla & E. Monteleone. 2013. Projective Mapping for interpreting wine aroma differences as perceived by naïve and experienced assessors. *Food Quality and Preference* 29: 6-15.
- Trompiz, J., A. Gómez., H. Rincón, M. Ventura, N. Bohórquez & A. García. 2007. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Científica* 17(2): 143-149.
- Troy., D.J. & J. P. Kerry. 2010. Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science* (86): 214-226.
- Unión Nacional de Avicultores 2016. Situación de la avicultura Mexicana. Consultado el 10 de enero de 2018. Disponible: www.una.org.mx
- Unión Nacional de Avicultores 2017. Indicadores económicos del sector avícola Consultado el 21 de enero de 2018. Disponible: www.una.org.mx

- Urdeta-Rincón, M. & S. Leeson. 2002. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. *Poultry Science* 81: 679-688.
- Valera, P., J. Beltrán & S. Fiszman. 2014. An alternative way to uncover drivers of coffee liking: Preference mapping based on consumers' preference ranking and open comments. *Food Quality and Preference* 32: 152-159.
- Van der Wall, P.G., B. Engel., H. G. Reimert. 1999. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. *Meat Science* 53(2): 101-106.
- Velazco J. 2001 Aspectos importantes en la medición del pH. *Carne Tec.* 8: 48-51.
- Viana, E.S., J. Lopes, R. Cardoso R., M. V. Silva A. & C. Kersul S. 2014. Physicochemical and Sensory Characterization of Banana and Araçá-Boi Jam. *Food and Nutrition Science* 5: 733-741.
- Vie A., D. Gulli. & M. O'Mahony. 1991. Alternative Hedonic Measures. *Journal Food Science* 56(1): 1-5.
- Watts, B.M., G.L. Ylimaki, L.E. Jeffery & L.G. Elías. 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Canadá, 170 pp.
- Whyte, R. 2006. Does it look cooked? A review of factors that influence cooked meat color. *Journal of Food Science* 71(4): 31-40.
- Williams, C.M. 2013. Revisión del Desarrollo Agrícola, p 48, *In*: FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. North Carolina State University, Department of Poultry Science, Raleigh, NC, Estados Unidos de América.
- Wirth, F. 1992. Embutido escaldado: Fijación de agua, fijación de grasa y formación de la estructura. *Fleischwirtsch, Español*. Acribia. 237 pp.

- Woelfel, R.L., C.M. Owens, E.M. Hirschler, R. Martínez-Dawso & A.R. Sams. 2002. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science* 81(4): 579-584.
- Yang Y R., F.C. Meng, P. Wang, B.Y. Jiang, Q.Q. Yin, J. Chang, R.Y. Zuo, Q.H. Zheng & J.X. Liu. 2012. Effect of organic and inorganic selenium supplementation on growth performance, meat quality and antioxidant property of broilers. *African Journal of Biotechnology* 11(12): 3031-3036.
- Yin, M. C. & W. S. Cheng. 2003. Antioxidant and antimicrobial effects of four garlic-derived organosulfur compounds in ground beef. *Meat Science* 63(1): 23-28.