

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE NATIVO
(*Meleagris gallopavo* L.), ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS**

TESIS QUE PRESENTA:

Duilio García Martínez

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTORA:

Dra. Martha Patricia Jerez Salas

CODIRECTOR:

Dr. Marco Antonio Camacho Escobar



Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE
NATIVO (*Meleagris gallopavo* L.), ALIMENTADO CON DIETAS
ALTERNATIVAS**

TESIS QUE PRESENTA:

Duilio García Martínez

Como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTORA:

Dra. Martha Patricia Jerez Salas

CODIRECTOR:

Dr. Marco Antonio Camacho Escobar



La presente tesis titulada: “**CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo* L.), ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS**”, fue realizada bajo la dirección del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS

DIRECTORA

Dra. MARTHA PATRICIA JEREZ SALAS



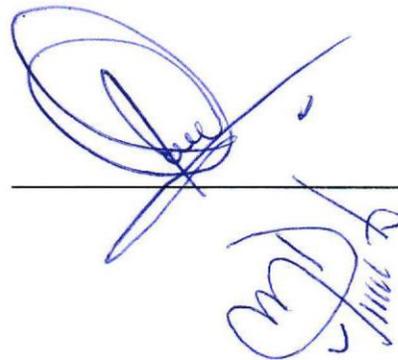
CODIRECTOR

Dr. MARCO ANTONIO CAMACHO ESCOBAR



ASESOR

Dr. JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ



ASESOR

M.C. MARCO ANTONIO VÁSQUEZ DÁVILA

Ex hacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca, junio de 2024.



Nombre de la Información Documentada:
Formato Autorización del comité para entrega de tesis.

Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2

Código: ITVO-AC-PR-08-02

Revisión: 1

Página 1 de 1

EXPEDIENTE: 20DIT0009G

No. DE OFICIO: DEPI/0604/2024

Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca: 14/Junio/2024

ASUNTO: Autorización del comité para entrega de Tesis.

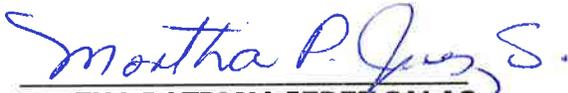
C. DUILIO GARCÍA MARTÍNEZ
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAestrÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Los que suscriben, miembros de su Comité Tutorial, le comunicamos que hemos revisado el contenido de su tesis "Características productivas y de la canal de guajolote nativo (*Meleagris gallopavo* L) alimentado con dietas alternativas". Por lo que con base en los lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México se le otorga la **AUTORIZACIÓN** para que proceda a la entrega del documento final de la misma en formato digital (PDF); para continuar con su trámite y asignarle la fecha de su examen de grado.

Sin más por el momento nos permitimos reconocer su esfuerzo y felicitarle por el logro de su documento de tesis.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Ciencia y Tecnología para el Campo


MARTHA PATRICIA JEREZ SALAS
DIRECTORA DE TESIS


MARCO ANTONIO CAMACHO ESCOBAR
CO-DIRECTOR


JOSÉ CRUZ CARRILLO RODRÍGUEZ
ASESOR


MARCO ANTONIO VÁSQUEZ DÁVILA
ASESOR


YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Comité Tutorial.
Expediente.
YVA/mglh

	Nombre de la Información Documentada: Formato Autorización de DEPI para entrega de Tesis.	Código: ITVO-AC-PR-08-03
	Referencia a la Norma ISO 9001:2015 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.5.2	Revisión: 1
		Página 1 de 1

EXPEDIENTE: 20DIT0009G
No. DE OFICIO: DEPI/0702/2024
Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca: 20/Junio/2024
ASUNTO: Autorización de entrega de Tesis.

C. DUILIO GARCÍA MARTÍNEZ
ESTUDIANTE DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN PRODUCTIVIDAD EN AGROECOSISTEMAS
P R E S E N T E

Con base en los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México, respecto a la presentación del examen de grado, me es muy grato comunicarle que esta División de Estudios de Posgrado e Investigación a mi cargo, **AUTORIZA** la entrega del documento final de su tesis en formato digital (PDF) titulada: **"Características productivas y de la canal de guajolote nativo (*Meleagris gallopavo* L.) alimentado con dietas alternativas"**.

Cuyo contenido ha sido revisado y aprobado por su Comité Tutorial y cumple en lo general con el formato establecido para este documento, como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Productividad de Agroecosistemas.

Sin más por el momento le felicito cordialmente por el logro de esta meta y le reitero el respaldo institucional de su Alma Mater.



ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Ciencia y Tecnología para el Campo


DR. YURI VILLEGAS APARICIO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
E INVESTIGACIÓN

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

C.p. Expediente.
 Alumno interesado.
 YVA/mglh

El presente trabajo se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (CONAHCYT), a través del número de becario (1224947), con el tema de investigación: **CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo* L.), ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS.**

Agradecimientos

Principalmente agradezco a Dios por estar conmigo en los días tristes y felices, por ser guía en mi vocación. Por darme salud y la dicha de obtener un grado más, gracias por sostener mi vida en los momentos de angustia.

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) por haberme otorgado la beca.

Al Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca mi alma mater, en especial al Departamento de Posgrado e Investigación por darme la oportunidad de formarme.

A mi Directora y Mentora la Dra. Martha Patricia Jerez Salas, infinitas gracias por ser la base de mi formación, por brindarme de su confianza, cariño y respeto. Gracias mentora Paty por abrirme las puertas, por darme 2 años de su experiencia y de compartir esta travesía conmigo. De corazón le digo, siga siendo una MUJER EMPODERADA, siga formando grandes profesionales, pero sobre todo siga siendo esa HUMANA de corazón frágil y de mucho amor por dar, si Dios nos lo permite espero en futuro reencontrarme con usted.

A mi Codirector el Dr. Marco Antonio Camacho Escobar que a distancia me brindo su apoyo y respaldo, al Dr. José Cruz Carrillo Rodríguez gracias por su experiencia brindada, por su empatía y solidaridad y al M.C. Marco Antonio Vásquez Dávila infinitas gracias por ser una parte importante en mi formación.

A mi padre Genaro y en especial a mi morena mi madre Felicitas, un gracias es demasiado corto para expresar todo lo que siento, hemos caminado juntos desde hace 26 años, has creído y confiado en mí. Gracias mujer de piel morena por cuidar con tus oraciones mi caminar, aun nos falta mucho por recorrer. Pido a Dios bendiga nuestras vidas, nos permita tener mil aventuras más... Te amo.

A mi hermanos, Samuel, Abdiel y Luis Gael mis otros amores, gracias por su apoyo en todo momento.

Al Team guajolotes; Naomi y Atziry, gracias por ser parte de esta travesía, por las risas en medio de los regaños, por la familia que hemos formado. Recuerden que esto no es un hasta pronto, confió en que la vida nos reunirá de nuevo. Son mujeres valientes, capaces de romper cualquier obstáculo que la vida les presentara, jamás duden de su potencial y del poder que tienen.

Dedicatoria

A Dios, el motor de mis días e inspiración en este caminar, por amarme incondicionalmente sobre todas las cosas.

A mi morena, mi gran amor Felicitas, mi amiga, consejera y guía, porque desde niño me enseñó lo valioso que es la vida, lo increíble que es hacer las cosas con amor. Lo logramos una vez más, esto es para usted y por usted, que sus oraciones sigan dando respuesta en nuestras vidas, siempre diré lo orgulloso que soy de ser tu hijo. Mi morena a través de tus acciones y orientación, me has mostrado la esencia misma de la integridad, el coraje y la bondad.

A mi padre Genaro, por darme la dicha de vivir y dejarme ser.

A mi hermano Abdiel, mi cómplice el ángel que Dios puso en mi caminar, a quien todos los días extraño y ruego tanto el poder verlo de nuevo. Quien cuidó de mi niñez, la persona con el corazón más noble y humilde, El que ahora es padre y quien siempre será mi amor bonito.

A mi abuela Enimia la raíz de esta gran familia, mi ejemplo de valentía, lucha y perseverancia.

A mi gran y entrañable amigo Gustavo, el niño de las montañas a quien aprecio con franqueza, con quien he compartido grandes aventuras. Quien me ha enseñado de humildad, respeto y trabajo. Por brindarme amistad y aprecio de su familia (Rosa, Vany y Esmeralda) a quienes llevo en mi corazón, que la vida nos guíe a lo jamás soñado. Dios guardé siempre tu caminar, que El conceda todos los deseos que hay en tu corazón.

A los que ya no están mis abuelos paternos Luis y Cándida, a mi primo Donaldo, al moreno mayor Virgilio que donde se encuentren, sé que están felices por verme crecer profesionalmente.

A mis sobrinos, Gael, Nicol y Liam mis seres de luz.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
RESUMEN.....	vi
SUMMARY	vii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	5
1.1.1 Objetivo general.....	5
1.1.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Meleagricultura.....	6
2.2 Ganadería de traspatio	7
2.3 El guajolote	9
2.4 Alimentación	12
2.5 Forrajes.....	14
2.6 Calidad de la carne.....	17
2.6.1 pH.....	19
2.6.2 Color	21
2.6.3 Capacidad de retención de agua (CRA).....	23
CAPÍTULO III. ENTRE PLUMAS: MUJERES RURALES EN EL MUNDO DE LA AVICULTURA.....	24

CAPÍTULO IV. POTENCIAL DE ESPINACA (<i>Spinacia oleracea</i> L. subesp. <i>oleracea</i>) Y ACELGA (<i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>) COMO COMPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE PAVOS NATIVOS MEXICANOS.....	28
RESUMEN.....	28
SUMMARY	29
4.1 Introducción	29
4.1.1 Origen y expansión geográfica de <i>Spinacia oleracea</i> L. y <i>Beta vulgaris</i> L. subsp. <i>vulgaris</i>	31
4.1.2 Contenido nutrimental de la espinaca y la acelga.....	36
4.1.3 Espinaca y acelga como alimento humano.....	41
4.1.4 Potencial de espinaca y acelga como complemento en la alimentación de pavos.....	43
4.2 Conclusión	45
4.3 Literatura citada.....	46

CAPÍTULO V. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE NATIVO (<i>Meleagris gallopavo</i> L.), ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS	56
RESUMEN.....	56
SUMMARY	57
5.1 Introducción	57
5.2 Materiales y métodos	59
5.2.1 Objeto de estudio	60
5.2.2 Etapa 1. Elaboración de dietas	60
5.2.3 Complemento de las dietas 1 y 2.....	61
5.3 Procedimiento.....	62
5.3.1 Etapa 1	62
5.3.2 Etapa 2	63
5.3.3 Etapa 3	64
5.3.4 Sacrificio.....	64
5.3.5 Despiece	65
5.3.6 Deshuesado	65
5.4 Variables medidas	65

5.4.1 Color	66
5.4.2 pH.....	66
5.4.3 Capacidad de retención de agua.....	66
5.5 Análisis de datos.....	67
5.6 Resultados y discusión.....	67
5.7 Conclusiones.....	77
5.8 Literatura Citada.....	78
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES GENERALES.....	82
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES.....	83
CAPÍTULO VIII. BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla		Página
1	Contenido nutrimental de espinaca y acelga (en 100 g de vegetal base húmeda)	39
2	Contenido nutricional de dietas	61
3	Diseño experimental completamente al azar utilizando	63
4	Medias de peso vivo (kg) en guajolotes alimentado con dietas alternativas	68
5	Medias de ganancia de peso (g) en guajolotes alimentado con dietas alternativas	69
6	Medias de conversión alimenticia (g) en guajolotes alimentado con dietas alternativas	70
7	Medias de valores de cromatografía en pechuga de guajolote alimentado con dietas con alternativas	73
8	Medias de las variables de la canal de guajolote alimentado con dietas con alternativas	75
9	Rendimiento de la canal por piezas de guajolote alimentado con dietas con alternativas	76
10	Rendimiento de la canal, vísceras, cabeza y patas de guajolote alimentado con dietas con alternativas	76
11	Rendimiento en carne de guajolote alimentado con dietas alternativas	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Pavos nativos mexicanos (<i>Meleagris gallopavo</i> L.) consumiendo espinaca y acelga en el Módulo de avicultura de traspatio del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, México	45
2	Ubicación del ITVO e instalaciones experimentales	60
3	Elaboración de dietas para la alimentación de los guajolotes...	61

RESUMEN

La producción de guajolote como actividad típica en las comunidades indígenas del país, ha generado la implementación de nuevas alternativas de producción. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características productivas y de la canal de guajolote nativo (*Meleagris gallopavo* L.) alimentado con dietas alternativas. La investigación se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, bajo un sistema rústico de producción. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) obteniendo 4 dietas (14,16,18 y 20% de proteína) seleccionándose la dieta del 16% de proteína que fue evaluada nuevamente en una segunda etapa por 14 semanas más, con la incorporación de los forrajes (espinaca y acelga) como complemento. Las variables evaluadas fueron: peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia de forma quincenal. Los estudios de canal se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Productos de Origen y el Taller de Productos Cárnicos de la FMVZ (UABJO), donde se evaluaron los rendimientos cárnicos y no cárnicos, canal entera, canal caliente y fría, color, pH y capacidad de retención de agua (CRA). Los datos obtenidos fueron se analizaron en el paquete estadístico SAS 9.4, las medias se compararon con la prueba Tukey ($\alpha= 0.05$). Los resultados tanto productivos y de la canal no mostraron diferencias significativas en todas las variables evaluadas, lo cual refleja la importancia que puede tener el uso de dietas alternativas dentro de la producción de guajolotes.

Palabras claves: crianza, hortalizas, meleagricultura, nutrición, pavos

SUMMARY

The production of turkey as a typical activity in the country's indigenous communities has generated the implementation of new production alternatives. The objective of this work was to evaluate the productive and carcass characteristics of native turkey (*Meleagris gallopavo* L.) fed with alternative diets. The research was carried out at the Technological Institute of the Valley of Oaxaca, under a rustic production system. A completely randomized design (DCA) was used, obtaining 4 diets (14, 16, 18 and 20% protein), selecting the 16% protein diet that was evaluated again in a second stage for 14 more weeks, with the incorporation of forage (spinach and chard) as a complement. The variables evaluated were: live weight, weight gain and feed conversion on a biweekly basis. The carcass studies were carried out in the Laboratory of Analysis of Products of Origin and the Meat Products Workshop of the FMVZ (UABJO), where the meat and non-meat yields, whole carcass, hot and cold carcass, color, pH and water retention capacity (CRA). The data obtained were analyzed in the SAS 9.4 statistical package, the means were compared with the Tukey test ($\alpha = 0.05$). The productive and carcass results did not show significant differences in all the variables evaluated, which reflects the importance that the use of alternative diets may have within turkey production.

Index words: breeding, vegetables, meleagriculture, nutrition, turkeys

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El pavo (*Meleagris gallopavo* L.) es una especie originaria de México, como señala Contreras (2011). Según Trigueros et al. (2003), hace más de 2000 años, el pavo fue domesticado por varias culturas indígenas mexicanas, incluyendo a los aztecas, purépechas y huicholes, siendo un valioso legado de México para el mundo, como lo destacan (Sánchez, 2006; Camacho-Escobar et al., 2008).

El pavo es una especie avícola de gran importancia a nivel nacional, según lo señala la Unión Nacional de Avicultores (UNA, 2016), adaptándose a una variedad de climas y sistemas de producción, siendo especialmente relevante su crianza en pequeña escala. Esta especie goza de una amplia aceptación entre la población rural, convirtiéndose en una actividad típica (Cigarroa-Vázquez et al., 2013). Estrada et al. (2013) resaltan el valor cultural, social y económico que la producción de pavos tiene en las comunidades indígenas, incluso dando origen a nombres de lugares en pueblos de origen prehispánico. El pavo ha desempeñado un papel fundamental en el sustento alimentario y económico

de las comunidades indígenas de México, según lo destaca (Medrano, 2000). El conocimiento tradicional en el manejo y cría de pavos en las familias de las comunidades sigue vigente, garantizando la producción de huevos y carne para el consumo propio, así como ingresos económicos mediante la venta de los animales o sus productos (Camacho-Escobar et al., 2008).

La cría del guajolote se lleva a cabo principalmente en las comunidades rurales y suburbanas de México, según indican (Chassin-Noria et al., 2005), generalmente mediante un sistema de producción de traspatio, como señalan (Jerez et al., 1994), en el que se incluyen diversas especies animales como bovinos, ovinos, cerdos, entre otras, en colaboración, como mencionan (Gutiérrez-Triay et al., 2007; Rodríguez et al., 2012a).

Los pavos se alimentan principalmente de malezas y desechos orgánicos de cocina, como señala (Camacho et al., 2006), y a menudo se observan prácticas sanitarias deficientes en su crianza, como indican (López-Zavala et al., 2013).

Se ha desarrollado un sistema de crianza conocido como "pastoreo", según describe (González et al., 2009), donde las aves se mantienen en áreas llamadas "praderas" o "potreros", permitiéndoles acceso a amplio espacio, luz solar y aire fresco. En este sistema, se alimentan principalmente de las plantas que crecen en estas áreas, principalmente gramíneas y arbustivas, como señala (Fanático, 2007). La cría de pavos se considera una actividad de ahorro que beneficia a las familias campesinas, como resalta (Ángeles et al., 2013). La producción está

destinada principalmente para el autoconsumo y ocasionalmente para abastecer los mercados locales, como señalan (Villamay y Guzmán, 2018).

La producción de carne de guajolote es una actividad tradicional en las comunidades indígenas de México, como lo destacan (Canul et al., 2011a), y representa una alternativa tanto para el ingreso económico como para la alimentación, según señala (Pérez-Lara, 2011). Su importancia radica en el rendimiento en canal, el bajo costo de producción y, sobre todo, en la calidad nutricional de su carne, que proporciona un alto contenido energético y proteico, como indican (López-Zavala et al., 2008; Antonio, Orozco & Ramírez, 2011; Djebbi et al., 2014).

En lo que respecta al rendimiento de la canal del guajolote, existe una falta de estudios tanto económicos como productivos que demuestren su viabilidad como actividad rentable para los productores. El sector de los productores de traspatio, que incluye principalmente a indígenas, campesinos y amas de casa de zonas rurales y suburbanas, no recibe suficiente atención y se necesitan alternativas para brindarles oportunidades de desarrollo, como señalan (Losada et al., 2006; Camacho-Escobar et al., 2016). La falta de acceso a la tecnología es un problema debido a los limitados recursos disponibles para la transferencia de tecnología.

En las comunidades indígenas de México, se emplea la integración de forrajes en la alimentación de animales domésticos, aprovechando los recursos disponibles en los huertos. Estos forrajes incluyen principalmente gramíneas y

leguminosas, que se utilizan en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, se ha prestado poca atención al estudio de la alimentación de aves de traspatio con este tipo de forrajes (Aguilar-Ramírez et al., 2000).

La utilización de fuentes alimenticias fibrosas como los quelites se contempla como una alternativa de alimentación económica que no compite con los ingredientes destinados al consumo humano, según indica (Savón, 2002).

En la avicultura, ha surgido una alternativa de alimentación conocida como el sistema con acceso a pastura (free-range), el cual se caracteriza por permitir que las aves accedan a condiciones de pastoreo y aprovechen forrajes verdes, insectos y semillas. Este enfoque proporciona un ambiente saludable que contribuye al bienestar animal, como destaca (Fanatico, 2007).

García-Melo et al. (2020) llevaron a cabo un estudio sobre el uso de diversos forrajes en la alimentación de pavos, evaluando características productivas como el peso vivo, el consumo de alimento y la ganancia de peso. Se observó que las aves que consumieron huaje, hierba mora y verdolaga mostraron el mayor peso al final del experimento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar las características productivas y de la canal de guajolote nativo (*Meleagris gallopavo* L.), alimentado con dietas alternativas.

1.1.2 Objetivos específicos

Evaluar las características productivas de guajolote nativo, alimentado con tres dietas alternativas (16% de proteína + espinaca, 16% de proteína + acelga y alimento comercial).

Determinar las características de canal de guajolote nativo, alimentado con tres dietas alternativas (16% de proteína + espinaca, 16% de proteína + acelga y alimento comercial).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Meleagricultura

La meleagricultura, que se refiere al sistema de producción del pavo, es una actividad con una baja incidencia en México, centrándose principalmente en mercados locales y en el autoconsumo (Gallardo., 2006; Reyes et al., 2010).

En México la meleagricultura, se lleva a cabo en tres escalas: la primera abarca a las granjas especializadas dedicadas a la importación de sus reproductoras y destinan su producción a engordar, la segunda escala abarca al pequeño meleagricultor que se dedica a la engorda de guajolotes y la última escala se encuentra al micro productor, siendo este el campesino, el cual produce sus guajolotes de forma tradicional, con instalaciones rústicas, adaptadas en su propia vivienda, con mano de obra familiar y con bajos rendimientos de producción (Siacon, 2013).

Esta actividad normalmente su finalidad es para el autoconsumo y su venta es directamente en la casa del productor (Camacho et al., 2014).

La venta tradicional de guajolotes se realiza principalmente por productores de traspatio quienes viajan grandes distancias de su lugar de origen hasta el sitio de venta (Camacho et al., 2014). Esto provoca que, en ocasiones, los productores no obtengan el costo estimado de producción de sus guajolotes (Camacho et al., 2009).

Para el estado de Oaxaca, la mayoría de los productores comercializa en los mercados denominados “días de plaza o baratillos”. En los Valles Centrales de Oaxaca estos mercados se realizan una vez por semana, reflejando un importante movimiento económico de dichos productos, obteniendo diferentes precios que llegan a influir en otras regiones del estado de Oaxaca (Jerez *et al.*, 2009). La mujer en la comercialización del guajolote es de importancia pues representa el 65.71% de las personas que asisten y participan en este proceso, mientras que solo 34.29% son varones (Hernández et al., 2014).

2.2 Ganadería de traspatio

En las unidades familiares, los campesinos han ideado estrategias de supervivencia aprovechando sus escasos recursos y espacios disponibles. Una de estas estrategias es la ganadería de traspatio, que implica la cría, manejo y producción de animales en áreas llamadas solares, traspatios o huertos

familiares. El traspatio se refiere a aquel espacio contiguo a las viviendas en entornos rurales (Hortúa-López et al., 2021).

En la agricultura familiar, el traspatio juega un papel crucial en la seguridad alimentaria, siendo la avicultura una actividad especialmente destacada. En este contexto, la forma de criar aves y el producto obtenido están influenciados principalmente por las necesidades de la familia y no tanto por las demandas del mercado, como señala (Romero-López, 2015). Las aves desempeñan una función vital al proporcionar un aporte nutricional significativo a bajo costo, y también generan ingresos a través de su comercialización, lo que permite a las familias adquirir otros bienes necesarios (Alders et al., 2018; Samanta, Joardar, & Das, 2018)

La avicultura de traspatio es una actividad que requiere una inversión mínima en instalaciones y puede llevarse a cabo en las proximidades del hogar. Su alimentación se basa en gran medida en los residuos de la producción agrícola, esto la convierte en una importante fuente de alimentación para las familias que residen en áreas rurales, especialmente en las regiones indígenas de México (Reist, Hintermann, & Sommer, 2007).

Este sistema contribuye significativamente al suministro de alimentos en las familias y desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria. Se destaca la obtención de alimentos en las zonas rurales, así como el acceso económico que ofrece debido a sus bajos costos de producción. Además, la venta

e intercambio de productos generados por este sistema son importantes para la economía familiar. En términos de nutrición infantil, este sistema asegura una disponibilidad constante de alimentos a lo largo del año. Además, su impacto ambiental es reducido y contribuye a la conservación de la genética local (Hortúa-López et al., 2021).

A pesar de la amplia distribución de los sistemas avícolas en diversas comunidades, existe una escasez de estudios centrados en la productividad, los beneficios económicos y el papel alimentario que desempeña la avicultura para las familias de las zonas indígenas. Esta falta de investigación destaca la necesidad de profundizar en la comprensión de cómo la avicultura impacta en la seguridad alimentaria y en el bienestar económico de estas comunidades (Alders et al., 2018).

2.3 El guajolote

El guajolote nativo conserva ciertos rasgos del guajolote silvestre, pero a lo largo del tiempo ha desarrollado características que han sido seleccionadas para la creación de líneas genéticas comerciales (Camacho et al., 2009).

En México, la población de guajolotes nativos abarca distintas categorías, como aves nativas en estado silvestre, nativas domesticadas y variedades domésticas especializadas en producción intensiva, provenientes principalmente de Estados Unidos y Canadá. Aunque estas categorías poseen diferencias

genéticas, comparten ciertos rasgos comunes, (Camacho et al., 2016) destacan que las aves de corral, incluidos los guajolotes, representan uno de los principales recursos genéticos animales en México y en el mundo.

Se identifican seis subespecies de guajolote, incluyendo *M. g. mexicana* y *M. g. intermedia*, que se encuentran de manera silvestre en México, mientras que *M. g. gallopavo* se halla mayormente en estado domesticado, aunque es factible que aún subsistan en su hábitat natural en ciertas áreas de Oaxaca. (Camacho et al., 2011).

Las diferencias entre los guajolotes silvestres y los domésticos se deben a que estos últimos provienen específicamente del guajolote sureño mexicano (*Meleagris gallopavo gallopavo*), mientras que en la actualidad existen cinco subespecies de guajolotes silvestres distribuidas en Norteamérica: *M. g. mexicana*, *M. g. merriani*, *M. g. intermedia*, *M. g. silvestris* y *M. g. osceola* (Camacho et al., 2009).

El guajolote mexicano, también conocido como guajolote sureño o guajolote silvestre mexicano (*M. g. gallopavo*), es la única subespecie que ha desarrollado adaptaciones para sobrevivir en climas tropicales y subtropicales húmedos (Camacho et al., 2011). Esta subespecie exhibe variaciones en su tamaño, coloración de plumaje, desarrollo de características sexuales secundarias, color de los huevos y comportamiento.

Cada una de las subespecies ha evolucionado para prosperar en su entorno específico, y estas adaptaciones pueden no ser adecuadas en aves que habitan en hábitats diferentes (Camacho et al., 2009).

Según Speller et al. (2010), han identificado rastros genéticos que indican la influencia de la selección y cría intensiva llevada a cabo por los humanos. Es importante tener en cuenta que, si bien la mejora genética mediante la selección puede haber incrementado la producción, también ha llevado a una disminución en la diversidad genética, como señalan Aslam et al. (2012).

Aunque el guajolote doméstico en México ha compartido siglos de convivencia con los seres humanos, ha sido objeto de escasos estudios, principalmente debido a su escasa competitividad productiva en comparación con el pavo doméstico de líneas genéticas comerciales. Además, la preservación de la técnica ancestral de cría del guajolote en traspatio ha sido llevada a cabo principalmente por indígenas y campesinos hasta la actualidad (Camacho et al., 2008). Según Mijangos-Matus et al. (2016), este material genético requiere ser conservado y mejorado para su utilización en programas de mejoramiento a nivel nacional.

En México, la investigación sobre los recursos genéticos avícolas nativos es limitada, siendo los guajolotes la especie principal de interés debido a su origen y domesticación en el país (Camacho et al., 2008). Estas aves muestran una

notable diversidad en cuanto a su tamaño, peso y características fenotípicas (Jerez et al., 1994; Camacho et al., 2008).

La investigación sobre el guajolote y su potencial de producción es crucial, ya que, aunque es viable cruzarlo con el pavo y obtener descendencia fértil, este cruce conlleva la pérdida de características fundamentales, como su adaptación a diversas condiciones ambientales, sanitarias y nutricionales (Gutierrez-Triay et al., 2007).

En las comunidades rurales, los guajolotes poseen un valor económico, social y cultural significativo (Díaz, 1975; Camacho et al., 2008). La mejora genética se atribuye principalmente a programas de cría selectiva que se centran en características fenotípicas altamente heredables, como el tamaño corporal y el desarrollo muscular del pecho. Sin embargo, la reproducción comercial con poblaciones de tamaño reducido y la epistasis pueden resultar en la pérdida de diversidad genética, lo que a su vez puede disminuir la capacidad física individual y reducir la respuesta a la selección (Aslam et al., 2012).

2.4 Alimentación

En la crianza de animales en traspatios, se caracteriza por un limitado empleo de tecnología pecuaria disponible; los guajolotes son alojados en estructuras simples, sin un control sanitario adecuado, y se alimentan con subproductos

agrícolas, desechos de cocina, pasto fresco e insectos que se producen en la misma unidad de explotación (Camacho et al., 2006).

Las pequeñas granjas de guajolotes pueden optar por utilizar alimento comercial como complemento, junto con la capacidad de consumir desperdicios y otras fuentes de nutrición disponibles (Pérez-Lara et al., 2009).

Según Camacho et al. (2009), la alimentación proporcionada a los guajolotes de traspatio en sistemas semi-intensivos en México se fundamenta principalmente en el maíz, la tortilla y sus derivados, aunque también abarca una variedad de elementos como frutas, legumbres, residuos de cocina, granos variados, pastoreo e insectos.

El gasto en alimentación constituye aproximadamente dos tercios de los costos totales en la producción avícola, y los requisitos de alimentación son un factor crucial en la crianza del guajolote (Case et al., 2010).

En su estudio, Mijangos-Matus et al. (2016) identificaron que la dieta de los guajolotes se fundamenta en el maíz y sus productos derivados. Por otro lado, Pérez-Lara et al. (2009) emplearon una variedad de mezclas que incluían desechos de cocina, tortillas, maíz, forraje y alimento comercial, encontrando que la inclusión de forraje resultaba en un aumento en la ganancia de peso.

Reyes et al. (2010) investigaron distintas dietas para guajolotes, las cuales incluían desperdicios de cocina, forraje, alimento comercial y maíz. En otro estudio, Camacho et al. (2011) examinaron el efecto de la restricción alimenticia y la suplementación con micronutrientes, empleando sorgo, harina de soya, harina de pescado, aceite vegetal, carbonato de calcio, fosfato dicalcico, sal común, D-L Metionina, L-Lysina HCL, Vitamina/mineral Premix y Coccidiostat en la alimentación. Por otro lado, Ramírez-Rivera et al. (2012) utilizaron dietas que contenían una mezcla de sobras de cocina, alimento comercial, forraje fresco y maíz partido. Finalmente, Pérez-Lara et al. (2013) evaluaron dietas que incluían residuos de cocina, forraje fresco, maíz agrietado y alimento comercial.

Según Camacho et al. (2009), en el estado de Oaxaca, una característica distintiva del sistema de crianza de traspatio en la costa es el amplio uso del pastoreo, complementado con diversos alimentos como maíz y sus derivados, frutas, verduras, desechos de cocina y productos agrícolas. Sin embargo, aún hay un conocimiento limitado sobre la alimentación y las condiciones sanitarias de los guajolotes criados en traspatio, ya que este tipo de avicultura rara vez se incluye en las estadísticas oficiales, programas de salud animal, proyectos de desarrollo productivo o investigaciones.

2.5 Forrajes

Se define como forraje a las plantas adecuadas para el consumo animal con el propósito de alimentarlos (Quiroga y Correa, 2011). Este término también se

aplica a las partes vegetativas de las plantas que se utilizan con este fin, ya sea en forma cortada, directa o conservada mediante henificación o ensilado (Ferrer, San Miguel & Olea, 2001). En años recientes, ha aumentado el uso de fuentes fibrosas en especies monogástricas como una opción alimenticia económica que compite con los alimentos convencionales (Savón, 2002).

En las comunidades rurales de México, es común utilizar forrajes nativos para alimentar a los animales domésticos, ya que estos recursos están fácilmente disponibles en los huertos. Estos forrajes suelen consistir principalmente en gramíneas y leguminosas, que tradicionalmente se han empleado para alimentar a rumiantes. Sin embargo, se ha prestado poca atención al estudio de la utilización de estos recursos alimenticios para alimentar aves en sistemas de traspatio (Aguilar-Ramírez et al., 2000).

Hoy en día, se está adoptando el uso de fuentes alimenticias fibrosas en la alimentación de especies no rumiantes, como cerdos y aves, como una alternativa nutricional económica que no compite con los ingredientes destinados a la alimentación humana (Savón, 2002). En la avicultura, ha surgido una alternativa de producción llamada sistema con acceso a pastura (free-range), que difiere del método convencional al permitir que las aves accedan a condiciones de pastoreo, aprovechando forrajes verdes, insectos y semillas. Este entorno proporciona un ambiente más saludable que ayuda a reducir el estrés (Fanatico, 2007).

El modelo actual de producción de guajolotes ha dejado de lado la posibilidad de aprovechar la capacidad de estas aves para consumir fibra en forma de plantas tiernas comestibles, conocidas como quelites, que incluyen la planta entera, rebrotes, ramas, hojas, peciolo, tallos o flores. Esta capacidad no ha sido considerada como una herramienta nutricional en la crianza de guajolotes (Camacho-Escobar et al., 2006).

Se ha comprobado que el consumo limitado de vegetales estimula el crecimiento de las aves (Hansen et al., 1953), mejora su eficiencia productiva (Ponte et al., 2008) y contribuye a las características organolépticas de la carne (Pérez-Lara et al., 2013). En la avicultura tradicional, el consumo de vegetales frescos es una parte importante de la alimentación de las aves de traspatio (Camacho-Escobar et al., 2006) y constituye un componente esencial de la técnica indígena de crianza avícola (Camacho-Escobar et al., 2011). La evidencia de algunos estudios sobre el uso de quelites en la alimentación de guajolotes sugiere que se obtienen mejores resultados en cuanto al peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia (García-Melo et al., 2020).

La espinaca y la acelga son una excelente fuente de vitaminas A, C, E, K y del complejo B (Vicente et al., 2022), proporcionando los nutrientes esenciales para potenciar la acción de antioxidantes beneficiosos para el cuerpo (Kumar et al., 2020). Su contenido en fibra promueve la regulación de la función intestinal y previene el estreñimiento (Gamba et al., 2021). Además, su alto contenido en agua ayuda a mantener una hidratación adecuada; y al carecer de contenido

graso, se convierten en alimentos extremadamente saludables (Mzoughi et al., 2019). Por consiguiente, su consumo contribuye a prevenir enfermedades degenerativas y a retrasar el envejecimiento prematuro.

2.6 Calidad de la carne

La calidad de la carne se caracteriza por una serie de propiedades que son evaluadas a través de los sentidos, como el color, la textura, la jugosidad y el sabor, los cuales son considerados los atributos más significativos durante su consumo. Estos parámetros de calidad son el resultado de diversos factores que intervienen a lo largo de la cadena de producción de carne, desde el ganadero hasta el matadero, el proceso de comercialización y las preferencias individuales del consumidor (Hargreaves et al., 2004).

En el contexto de las aves, la calidad de la carne es un tema especialmente complejo que puede ser evaluado desde múltiples perspectivas, incluyendo la percepción del consumidor y aspectos de mercadeo, los rendimientos en canal, la clasificación apropiada de la canal, la apariencia satisfactoria, así como los parámetros nutricionales y sensoriales, entre otros aspectos, todos los cuales se consideran rasgos deseables (Bogosavljeviae, 2010).

El guajolote se destaca como una opción de carne ideal para aquellos que siguen una dieta baja en grasas saturadas y colesterol. Su carne posee un bajo contenido de grasa, y, además, la mayor parte de esta grasa se encuentra debajo

de la piel en lugar de estar entrevenada. Además, su bajo contenido en colágeno facilita su digestión (Marín y Vergara, 2015).

La carne de guajolote se clasifica dentro del grupo de las carnes blancas, junto con la carne de pollo, pescado y conejo. Estas carnes se caracterizan por tener un bajo contenido de grasa y colesterol, convirtiéndolas en una excelente fuente de proteínas, vitaminas y minerales para el organismo, según señalan (Martinez et al., 2016). La carne de pavo destaca especialmente por su contenido en vitamina B3 o niacina. Además, es rica en hierro, cuya absorción es efectiva, y constituye una buena fuente de potasio y magnesio (Marín y Vergara, 2015).

El guajolote tiene la capacidad de proporcionar carne y productos cárnicos de alta calidad, comparables a los de otras especies domésticas populares como la res, el cerdo y el pollo. Incluso se han encontrado niveles proteicos similares a los de la carne de guajolotes mejorados genéticamente (López et al., 2011).

Las propiedades fisicoquímicas de la carne influyen en sus características organolépticas, como la textura y el color. Dos de las propiedades fisicoquímicas principales de la carne son su pH y su capacidad de retención de agua (CRA). Estas características pueden ser afectadas por factores estresantes antes del sacrificio, como la temperatura, el tiempo de espera previo al sacrificio, el transporte y el manejo, así como por procesos de enfriamiento y escaldado, y las temperaturas de almacenamiento (Braña et al., 2011).

2.6.1 pH

El pH es una medida que indica la concentración de iones de hidrógeno en una sustancia, lo que permite determinar si es ácida, neutra o alcalina (básica). El valor del pH de los alimentos tiene un impacto directo en el crecimiento de los microorganismos. En el caso de la carne, el pH es una característica de calidad crucial debido a su influencia en la acidez y, por lo tanto, en la proliferación de los microorganismos. Los tratamientos aplicados antes y después del sacrificio de un animal son determinantes para la calidad final de la carne obtenida (Braña et al., 2011).

El pH es un parámetro crucial para la calidad de la carne, ya que afecta a los procesos bioquímicos que ocurren durante la conversión del músculo en carne. Esto influye directamente en la estabilidad y propiedades de las proteínas, así como en las características fisicoquímicas de la carne, como su color, ternura, sabor, capacidad de retención de agua y vida útil. La evolución del pH después del sacrificio tiene un profundo impacto en las propiedades sensoriales y tecnológicas de la carne. Por lo tanto, la medición del pH en carne y productos cárnicos es fundamental en la industria alimentaria como indicador de calidad (Honikel y Hamm, 1994).

El pH muscular de los animales vivos generalmente oscila entre 7.08 y 7.30. Sin embargo, tras la muerte del animal, este pH disminuye a valores entre 5.4 y 5.6, lo cual depende de las reservas de glicógeno presentes (Swatland, 2003).

La variación en los valores de pH de la carne está influenciada por una variedad de factores, algunos de los cuales son intrínsecos al animal, como su genética, metabolismo y susceptibilidad al estrés. Sin embargo, los factores más relevantes suelen estar relacionados con el manejo del animal y su canal durante las 24 horas anteriores y posteriores al sacrificio (Braña et al., 2011).

A medida que se producen reacciones de proteólisis, descarboxilación, oxidación y otros procesos en la carne, el pH aumenta gradualmente debido al incremento en las bases volátiles. En estados avanzados, estas reacciones son responsables del deterioro de la carne. Las características de color, jugosidad y textura, así como otras propiedades como la capacidad de retención de agua (CRA) y la capacidad de emulsión (CE), están fuertemente influenciadas por el pH de la carne. Por lo tanto, estas variables se consideran los principales indicadores de la calidad de la carne fresca, así como de su idoneidad tecnológica para la elaboración de productos cárnicos (Honikel y Hamm, 1994).

La variación en el pH después del sacrificio puede resultar en dos tipos de carne:

Carnes PSE (pálida, suave y exudativa): Esto ocurre cuando hay una disminución del pH en la canal, lo que provoca acidez en el sabor de la carne, una baja retención de agua, menor valor nutricional y rechazo por parte del consumidor (Frimpong et al., 2014).

Carnes DFD (oscura, dura y seca): Este tipo de carne se produce cuando el animal experimenta estrés, actividad física continua y/o ayunos prolongados. Esto conduce a un agotamiento del glucógeno muscular y a una insuficiente producción de ácido láctico después del sacrificio, lo que resulta en carne de menor calidad, con un sabor menos pronunciado y un color oscuro (Frimpong et al., 2014).

Las carnes RFN (roja, firme y no exudativa) son consideradas de buena calidad. El control meticuloso del pH y la temperatura es fundamental en mataderos, salas de despiece y plantas de procesamiento de carne. Las variaciones en estos dos valores después del sacrificio del animal pueden resultar en la formación de carnes PSE o DFD, lo que a su vez afectará la calidad de los productos finales, dando lugar a carnes de menor calidad (Frimpong et al., 2014).

2.6.2 Color

El color de la carne fresca es un factor crucial que influye en la decisión de compra, ya que los consumidores suelen asociarlo con la frescura y la calidad del producto. Este color está determinado por varios factores, incluyendo la estructura y tipo de músculo, así como la concentración de hemoglobina y mioglobina presentes en el tejido muscular, junto con su estado de oxidación (Brewer et al., 2002).

El color desempeña un papel crucial en la industria cárnica, ya que se considera un atributo fundamental que puede influir en la decisión de compra de los consumidores, al estar directamente asociado con la calidad y frescura de la carne (Mancini y Hunt, 2005). La formación del color de la carne está influenciada por diversos factores, que incluyen la concentración de mioglobina, el estado oxidativo del hierro presente en la mioglobina, así como el pH del músculo (Owens y Sams, 1997).

El tono se refiere al matiz de color (amarillo, rojo, azul, verde), el cual resulta de la combinación de estímulos recibidos en la retina, cada uno con longitudes de onda diferentes. Estos colores pueden presentar distintas intensidades, lo que se refiere a la saturación del color, denominada "croma". Por otro lado, la "luminosidad" indica cuán claro u oscuro aparece un color (Montesinos, 2003).

Para la evaluación del color en la carne de ave según el sistema CIELAB, se utilizan tres parámetros principales: L^* para la luminosidad, a^* para el tono rojo-verde, y b^* para el tono amarillo-azul. En el caso de L^* , que va de 0 (negro) a 100 (blanco), un rango aceptable es de 64 a 72. Para a^* , que varía de -60 (verde) a 60 (rojo), se requiere un valor mínimo de 2. En cuanto a b^* , que va de -60 (azul) a +60 (amarillo), se necesita un valor mínimo de 41 (Janky, 1986; Piráces y Cortes, 1991; Fernández, 2001).

Las mediciones del color en la carne pueden estar influenciadas por una variedad de factores, incluyendo el tipo de músculo, la alimentación del animal,

la velocidad de enfriamiento de la carne, la orientación de las fibras musculares, el pH, el tiempo de almacenamiento después del sacrificio, la exposición del músculo al oxígeno, el grado de distribución del marmoleo, la humedad, el brillo de la superficie y la concentración de mioglobina (Owens y Sams, 1997).

2.6.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua (CRA) es un parámetro fisicoquímico de suma importancia debido a su impacto directo en la calidad de la carne y sus productos derivados (Wierbicki et al., 1957). Se puede definir como la habilidad de la carne para conservar su propia humedad, incluso bajo la influencia de fuerzas externas como la presión y el calor, así como para retener agua añadida (Swatland, 2003). Cuando se aplican estas condiciones, la carne experimenta pérdidas de humedad principalmente debido al agua libre en su estructura (Ouali, 1990; Koohmaraie, 1994; Roncalés et al., 1995).

La capacidad de retención de agua (CRA) está estrechamente vinculada con características importantes de la carne, como su textura, ternura, color en estado crudo, jugosidad y firmeza cuando se cocina (Wierbicki et al., 1957). Después del sacrificio, la CRA de la carne se ve influenciada por varios factores, como la disminución del pH post mortem, la pérdida de ATP, el establecimiento del rigor mortis y los cambios en la estructura miofibrilar, que están parcialmente relacionados con la actividad proteolítica (Ouali, 1990; Koohmaraie, 1994; Roncalés et al., 1995).

CAPÍTULO III
ENTRE PLUMAS: MUJERES RURALES EN EL MUNDO DE LA
AVICULTURA

BETWEEN FEATHERS: RURAL WOMEN IN THE WORLD OF POULTRY
FARMING

Oaxaca, un corazón lleno de cultura, alegría y folklore. Donde la mujer es el principal artífice de nuestra existencia.

Hablar de mujeres es más que hablar de todo el país, la proporción de mujeres se ha multiplicado considerablemente en el sector agrícola, las mujeres formaban parte de la población económica. El crecimiento de la contribución del género femenino en los asuntos públicos, comercial, político y cultural de nuestro país ha venido acompañado de una importante mejora en los indicadores demográficos, especialmente en las zonas urbanas.

La avicultura es una labor representativa de las zonas marginadas de Oaxaca, la cual constituye un importante sustento económico y alimentario para las familias que se dedican a ella para la elaboración de productos seguros y de calidad.

La mujer es un factor clave en el apoyo a este emprendimiento ganadero, ella está involucrada en la avicultura en los huertos familiares, no solo desde el lado productivo, sino también desde el económico y social, y tiene pleno control sobre el manejo del rebaño.

La importancia económica, cultural y social detrás de la participación de la mujer es su uso generalizado en la cocina mexicana, rituales ancestrales, celebraciones sociales y religiosas.

Los productos retenidos de la avicultura se comercializan en el mercado local, lo que permite generar ingresos. En la región de los Valles Centrales estos mercados o plazas se realizan en las cabeceras distritales una vez a la semana y existe un importante movimiento económico en los productos avícolas que determina diferentes precios que afectan a otras regiones del estado de Oaxaca.

Las mujeres se destacan como productoras de estos alimentos, ellas son las encargadas y responsable de la conservación y manipulación de las especies. Los deberes importantes de las mujeres en la agricultura de traspatio están relacionados con la alimentación del rebaño, el cuidado de las aves enfermas o durante la temporada de reproducción, la preferencia de nuevos artículos, la

promoción de los productos originados, por ejemplo, huevos y aves vivas; e intercambiar estas especies con parientes y vecinos de la misma colectividad.

Las mujeres no solo son productoras, también ejercen el rol de amas de casa y realizan las tareas asociadas a esta profesión, como limpiar el hogar, cocinar para la familia y cuidar a los niños.

La crianza de pollos es un modo de escape de la realidad a las cuales las mujeres se enfrentan, violencia, abuso y trato desigual durante sus hogares, sitio de trabajo y sociedad simplemente porque son mujeres. Al negarles las oportunidades de aprender, servir, votar y liderar, encuentran en esta actividad un espacio de amor y sanación, un lugar que los sostiene, donde su energía se vuelve más visible, donde crea fuerza.

Pero mi enfoque excede la realidad, la mujer es un perfeccionamiento perfecto para el alma, ella cuida como un pájaro cuida a sus polluelos, como dice Dios en Oseas 11:3-4 (Biblia Reyna Valera). "A Efraín le enseñé a caminar; Sostuve su mano. Pero él no quería admitir que yo lo curé. Lo atraje con los lazos de la ternura, lo atraje con los lazos del amor. Tomé el yugo de su cuello y me acerqué a él suavemente para darle de comer".

Dios reflexiona aquí sobre cómo crio a Israel, como lo hace una madre con un hijo, y cómo el hijo dio por sentadas todas estas cosas. Tal es la naturaleza de la

relación, que cuando éramos niños, nos atraía con estas bondades. Ahora que nos has atraído y hemos crecido en nuestra fe, podemos agradecerte.

Y aquí es donde aterrizó mi enfoque del libro “El guajolote nativo de México: estudios recientes y perspectivas” “las mujeres son la clave principal del cuidado, del amor en la tierra viva, sin temor a equivocarnos, este mundo se detendría sin la presencia de la mujer. Cuando hablamos de mujeres los invito a referirse al amor, las heroínas escondidas que son, esos hogares donde una mujer sostiene, mi madre dice que encuentra paz en sus plantas, mi abuela encuentra paz en sus animales, cada ave representa para ella una parte de su ser.

REFERENCIAS

Perezgrovas-Garza, R., Camacho, E. M.A.& Juárez, C.A. (2020). El guajolote nativo: estudios recientes y perspectivas. BUAP, Red Conbiand México

CAPÍTULO IV

POTENCIAL DE ESPINACA (*Spinacia oleracea* L. subesp. *oleracea*) Y ACELGA (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) COMO COMPLEMENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE PAVOS NATIVOS MEXICANOS

POTENTIAL OF SPINACH (*Spinacia oleracea* L. subesp. *oleracea*) AND CHARD (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) AS A COMPLEMENT IN THE FEEDING OF NATIVE MEXICAN TURKEYS

RESUMEN

Las hortalizas son alimentos vegetales que son consumidas crudas o cocidas, se pueden cultivar en traspatios o huertas familiares para autoconsumo, o en parcelas agrícolas con fines comerciales. El objetivo de la presente revisión bibliográfica fue destacar el origen, propiedades y beneficios del consumo de espinaca (*Spinacia oleracea* L. subesp. *oleracea*) y acelga (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) en relación con la alimentación humana y su potencial como complemento en la alimentación de pavos nativos mexicanos. Entre las hortalizas de hoja se encuentran la espinaca y la acelga las cuales tienen larga tradición en la alimentación humana y pueden ser un complemento en la alimentación de pavos nativos mexicanos, aportando los nutrientes necesarios para su crecimiento, desarrollo y producción. Ambas hortalizas desempeñan un papel importante en la alimentación humana, gracias a sus notables beneficios y valiosas contribuciones nutricionales en vitaminas y minerales; en el caso de la alimentación en pavos nativos mexicanos, mejoran su desempeño productivo al tener acceso al consumo de alimento fresco. Su principal característica es la

capacidad para crecer rápidamente y ser manejadas con facilidad, permitiendo su disponibilidad durante todo el año. En la alimentación de pavos nativos mexicanos, pueden contribuir como fuente de vitaminas, minerales, así como alimento complementario. Son económicamente viables y accesibles para los pequeños y medianos avicultores de traspatio.

Palabras claves: hortalizas, minerales, *Meleagris gallopavo* L., vitaminas.

SUMMARY

Vegetables are plant foods that are consumed raw or cooked; they can be grown in backyards or family gardens for self-consumption, or on agricultural plots for commercial purposes. The objective of this bibliographic review was to highlight the origin, properties and benefits of the consumption of spinach (*Spinacia oleracea* L. subsp. *oleracea*) and chard (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) in relation to human nutrition and its potential as complement in the feeding of native mexican turkeys. Among the leafy vegetables are spinach and chard, which have a long tradition in human nutrition, and can be a complement to the diet of native mexican turkeys, providing the necessary nutrients for their growth, development and production. Both vegetables play an important role in human nutrition, thanks to their notable benefits and valuable nutritional contributions in vitamins and minerals; In the case of feeding native mexican turkeys, they improve their productive performance by having access to the consumption of fresh food. Its main characteristic is the ability to grow quickly and be managed easily, allowing its availability throughout the year. When feeding native mexican turkeys, they can contribute as a source of vitamins and minerals, as well as complementary food. They are economically viable and accessible for small and medium-sized backyard poultry farmers.

Index words: vegetables, minerals, *Meleagris gallopavo* L., vitamins

4.1 Introducción

Las hortalizas desempeñan un papel importante en la alimentación y bienestar humano (Mujcic y Oswald 2016). Dentro de éstas, dos especies de la familia

Chenopodiaceae destacan como ejemplos de vegetales altamente valorados: la espinaca (*Spinacia oleracea* L. subesp. *oleracea*) y la acelga (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*). Estos antiguos vegetales de agradable sabor y color verde intenso presentan valores nutricionales sobresalientes (son ricos en vitaminas y minerales y de fácil digestión), además de poseer propiedades nutraceuticas y medicinales (Casseres 1980, Butt y Sultan 2018).

La espinaca y la acelga son una fuente rica en vitaminas A, C, E, K y del complejo B (Vicente et al., 2022), proporcionando los nutrientes necesarios para potenciar la acción de antioxidantes benéficos para el organismo (Kumar et al., 2020). Su fibra favorece la regulación de la función intestinal y previene el estreñimiento (Gamba et al., 2021). De igual manera, su alto contenido de agua contribuye a mantener una hidratación adecuada; además, carecen de contenido graso, lo que las convierte en alimentos sumamente saludables (Mzoughi et al., 2019). Por ello, su consumo contribuye a prevenir enfermedades degenerativas y ralentizar el envejecimiento prematuro.

La producción de pavos nativos mexicanos no ha tenido en cuenta la capacidad de estas aves para consumir fibra en forma de alimentos vegetales de alta calidad, los cuales se utilizan como plantas enteras, rebrotes, ramas, hojas, peciolos, tallos o flores (quelites). Se ha demostrado que el consumo de cantidades limitadas estimula el crecimiento de las aves (Hansen et al., 1953), mejora su productividad (Ponte et al., 2008) y mejora las propiedades organolépticas de la carne (Pérez-Lara 2013). En la avicultura tradicional, el

consumo de vegetales frescos es una parte importante de la alimentación de las aves de traspatio (Camacho-Escobar et al., 2006) y un elemento clave en la técnica de crianza avícola indígena (Camacho-Escobar et al., 2011). Los hallazgos sobre el uso de quelites en la nutrición de pavos muestran que se obtiene una mejora en el peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia (García-Melo et al., 2020).

El objetivo de la presente revisión fue destacar el origen, propiedades y beneficios del consumo de espinaca y acelga en relación con la alimentación humana y su potencial como forraje en alimentación de pavos nativos mexicanos.

4.1.1 Origen y expansión geográfica de *Spinacia oleracea* L. y *Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*

El cultivo de espinaca y acelga son de gran relevancia a nivel nacional y mundial (González-Fernández et al. 2016). La espinaca es una planta originaria de Irán, en el sur de Asia que posteriormente se extendió geográficamente a China y Europa (Ribera et al., 2020). Su cultivo inició hace aproximadamente 1000 años, se extendió por Europa en los siglos XVI y XVII y posteriormente fue llevado a África y al continente americano (Ribera et al. 2021). La espinaca de hoja rizada o savoy es la variedad más popular en el consumo humano le sigue la espinaca de hoja lisa y la espinaca Baby (SIAP, 2023). En México, para el año 2022, la superficie sembrada con espinaca fue de 1,854.02 ha, con una producción de 29,108.39 t y un valor de 144, 996, 620 pesos (SIAP, 2022).

Para preparar el suelo para el cultivo de espinacas, se deben tener en cuenta varios factores como la altitud, la pendiente del terreno, la temperatura, la humedad relativa y la luminosidad (Solís-Oba, 2020). Además, es crucial considerar los requerimientos específicos de la espinaca y asegurarse de que el nivel del terreno sea adecuado.

Existen tres métodos comunes de siembra: la siembra directa con la semilla, la siembra por voleo o la siembra trasplantando plántulas (Jiménez et al., 2010). El aclareo, que consiste en eliminar plantas extrañas para mejorar las condiciones de crecimiento, se realiza manualmente (Apaza, 2019). El control de malezas se lleva a cabo principalmente de forma manual, retirando las malas hierbas para evitar su floración y reducir la cantidad de semillas que caen al suelo (Apaza, 2019).

Se puede optar por implementar un sistema de riego por aspersión al establecer el cultivo, aplicándolo diariamente durante la primera semana. Este riego tiene como objetivo favorecer la germinación de las semillas en el caso de siembra directa y mantener el vigor de las plántulas en el caso de trasplante (Naturales y Paz, 2018). Se recomiendan dos sistemas de riego, por aspersión y por goteo, ambos se seleccionan de acuerdo con el lugar y a sus condiciones climáticas, el que mejor favorezca la salud del cultivo, para promover la germinación de la semilla, el control de la pérdida de turgencia y prevenir el estrés en la planta (Programa de apoyo agrícola y agroindustrial, 2015). La cosecha se realiza

cuando las hojas alcanzan una longitud de 25 cm de diámetro o cuando la planta alcanza una altura de 45.50 cm, o a los 60-70 días (Aguilar et al., 2015).

Para alcanzar un desarrollo óptimo, el cultivo de la espinaca requiere un terreno fresco y un clima templado. Se recomienda plantarla en hileras con una separación de al menos 20 cm entre ellas, lo que permite que las semillas germinen sin competir por espacio (SIAP, 2023). Además, se prefiere un suelo ligeramente ácido, con un pH que oscile entre 6.5 y 7.0. Para ajustar manualmente el nivel de pH del suelo, se puede agregar caliza dos o tres meses antes de la siembra para que el suelo tenga tiempo de absorberla adecuadamente (SIAP, 2023).

La aplicación foliar también puede ser beneficiosa para complementar los requerimientos de nutrición en el cultivo de espinacas y acelgas, lo que puede mejorar los rendimientos y la calidad de la producción. En este método, los nutrientes son absorbidos por las hojas de manera similar a como lo hacen a través de las raíces. Sin embargo, en la fertilización foliar se utilizan dosis más bajas en comparación con la fertilización del suelo, debido a la menor capacidad de absorción de las hojas en comparación con las raíces (Gómez-Merino et al., 2019).

El cultivo de espinaca alcanza la madurez aproximadamente a los 75 días de la siembra, en ciclos invernales, y 40-45 días en ciclos primaverales. La cosecha

inicia cuando la planta desarrolla de 5-6 hojas, ya sea que se coseche la planta entera o las hojas externas (Gamarra, 2021).

Los tallos y hojas de la espinaca son tiernos y crujientes, estos pueden comerse de forma cruda o cocida (Acosta, 2015). La espinaca fresca, cuando se almacena correctamente, suele marchitarse en un plazo de entre 5 a 7 días, resiste poco tiempo la conservación natural como consecuencia de su gran actividad metabólica (Aguilar et al., 2015).

El origen de *Beta vulgaris* L. se sitúa en Europa y Norte de África, la región oriental del Mediterráneo es su mayor centro de aprovechamiento y de ahí, ha sido llevada a numerosos países del mundo (Lehner et al., 2021). Destacan las variedades Large White Ribbed, Fordhook giant y Magenta Sunset (Brock University, 2023). En México, para el año 2022, la superficie sembrada con acelga fue de 741.84 ha, con producción de 11,466.44 t y generando ganancia de 54, 700, 910.00 pesos (SIAP, 2022).

Por lo general, se prefiere la siembra directa para el cultivo de espinacas y acelgas, colocando de 2 a 3 semillas por hueco, ya sea en un surco sencillo o doble. Sin embargo, también es posible establecerlas mediante trasplante, lo que se realiza cuando la plántula alcanza las 4 hojas verdaderas (SIAP, 2017). En cuanto a las labores agronómicas, es importante llevar a cabo el control de malezas, el cual se realiza principalmente de forma manual para mantener el suelo libre de hierbas no deseadas (Venegas et al., 2019).

Para lograr una alta rentabilidad en el cultivo de acelgas, se recomienda una fertilización adecuada, que puede lograrse mediante un aumento racional de las dosis de fertilizante de nitrógeno y la adición de otros macros y microelementos (Dzida, 2012). Además, el aporque, que implica la remoción de tierra alrededor de las plantas para facilitar la penetración del agua y mejorar la oxigenación del suelo, es una práctica beneficiosa. En cuanto al riego, se requiere desde el inicio hasta el final de la cosecha para garantizar un adecuado suministro de agua a las plantas. La cosecha de la acelga se realiza cuando las hojas alcanzan una longitud de aproximadamente 25 cm de diámetro, o cuando la planta alcanza una altura de 45.5 cm, lo que suele ocurrir alrededor de los 60-70 días después de la siembra (Venegas, 2019).

La espinaca se cultiva en climas templados y fríos, con temperaturas promedio que oscilan entre los 12 °C y los 20 °C, siendo beneficiosa la presencia de una alta humedad relativa. Esta planta se desarrolla tanto en suelos de textura media como en suelos pesados o ligeros. La parte comestible de la espinaca son sus hojas, mientras que la penca puede presentar una variedad de colores, desde el blanco hasta el rosa fuerte (SIAP, 2017). La espinaca alcanza la madurez para el corte aproximadamente entre los 60 y 80 días después de la siembra durante la primavera, y entre 90 y 100 días en siembras realizadas durante el otoño e invierno (Faria, 2023).

La acelga fresca, al igual que la espinaca, tiene vida de anaquel relativamente corta. Cuando se almacena adecuadamente, puede durar de 3 a 5 días bajo refrigeración (Faria, 2023).

Tanto espinaca como acelga son verduras de hojas verdes que contiene una amplia gama de nutrientes esenciales, su capacidad de retención de nutrientes puede mantenerse a través de los siguientes factores como el método de almacenamiento (refrigeración y congelación), cocción (vapor, hervidas, salteado) pero se puede maximizar la retención de nutrientes a través del consumo rápido, cortar justo antes del consumo; así mismo, como cocinarlas de una forma correcta (Aschemacher, 2017).

4.1.2 Contenido nutrimental de la espinaca y la acelga

La espinaca tiene en abundancia vitaminas: A, B1, B2, B6, C, E, y K y ácido fólico (Murcia et al., 2020); es una excelente fuente de minerales, incluyendo calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio y sodio (Waseem et al., 2021). Además de proteína, contiene antioxidantes, como flavonoides y carotenoides, como la luteína, astaxantina y neoxantina (Ramaiyan et al., 2020); ácidos grasos y omega-3 (Arru et al., 2021). Tiene buena cantidad de fibra (principalmente en los tallos), es rica en agua y no contiene carbohidratos ni grasas (Murcia et al., 2020).

La acelga contiene alto porcentaje de vitamina K (Gamba et al., 2021); sobresale en vitamina A y C, y minerales, principalmente cobre, hierro y magnesio (Sindesi et al., 2021). Contiene antioxidantes (Ivanović et al., 2019), compuestos fenólicos y flavonoides (Mzoughi et al., 2019). Su aporte calórico es bajo contrastado con el aporte de fibra soluble (Timm et al., 2023). En la Tabla 1, se muestran los aportes nutricionales de la espinaca y la acelga.

A pesar de los diversos beneficios nutricionales que ofrecen la espinaca y la acelga, ambas contienen compuestos con efectos antinutricionales. Estos compuestos se definen como sustancias que afectan el valor nutricional de los alimentos al dificultar o inhibir la absorción de nutrientes. Provenientes de alimentos de origen vegetal, estos elementos tienen una naturaleza variada y pueden ser tóxicos o causar efectos fisiológicos no deseados. Los factores antinutricionales son sustancias naturales no fibrosas que se generan en las plantas como un mecanismo de defensa (Duffus y Slaugther, 1995; D´Mello, 2000; Muzquiz et al., 2006; Bruggink, 1993; Belmar, 2001; Abreu et al., 1995; Belmar, 2007; Camacho-Escobar et al., 2020).

Una ingestión moderada de estos compuestos puede tener efectos beneficiosos para la salud, contribuyendo a la prevención de enfermedades. Por ello, ahora se les denomina "compuestos no nutritivos" o "factores nutricionalmente bioactivos". Aunque no aportan nutrientes, en pequeñas cantidades no representan un riesgo para la salud y pueden tener impactos positivos en el bienestar.

Los alimentos que contienen compuestos no nutritivos han sido considerados como alimentos funcionales, ya que estos compuestos, clasificados como fitoquímicos, se han demostrado beneficiosos para la salud humana (Muzquiz et al., 2006; Bruggink, 1993; Belmar, 2007; Espinosa-Martos y Ruperez, 2006).

Se han identificado diversas sustancias derivadas del metabolismo secundario, como saponinas, ácido fítico, inhibidores de proteasas como la tripsina, taninos y oxalatos. Estos compuestos pueden tener efectos perjudiciales para la salud de los consumidores al interferir con procesos digestivos, actividad enzimática y la biodisponibilidad y absorción intestinal de los nutrientes.

Por esta razón, se les denomina factores antinutricionales, ya que en muchos casos actúan en contra de la absorción de los nutrientes (Maradini et al., 2015).

En el caso del uso de espinacas y acelgas, no se ha identificado algún efecto antinutricional conocido. Sin embargo, se ha informado sobre la presencia de varios compuestos en estos vegetales, como fenoles, taninos, flavonoides, saponinas, alcaloides y algunos sacáridos indigeribles para los no rumiantes, como verbascosa, rafinosa y estaquiosa (Verdecia et al., 2012; López et al., 2012). Se han encontrado altos niveles de aminas, fenoles alcaloides, triterpenos, esteroides, flavonoides y leucoantocianidinas, junto con bajos niveles de taninos (Paixão et al., 2014). Chang et al. (2013) han reportado niveles elevados de aminoácidos, saponinas y cumarinas en estos vegetales.

Tabla 1. Contenido nutrimental de espinaca y acelga (en 100 g de vegetal base húmeda).

Table 1. Nutrient content of spinach and chard (in 100 g of wet base vegetable).

Nutriente	Espinaca	Acelga
Proteína (g)	2.86	1.80
Energía (Kcal)	23	19
Lípidos (g)	0.39	0.20
Ácidos grasos		
Saturados (g)	0.39	0.00
Mono insaturados (g)	0.03	0.00
Poli insaturados (g)	0.01	0.00
Colesterol (mg)	0.01	0.00
Minerales		
Calcio (mg)	0.00	67.50
Fósforo (mg)	66.00	5.34
Hierro (mg)	469.00	1.80
Magnesio (mg)	2.71	74.31
Sodio (mg)	39.00	0.65
Potasio (mg)	130.00	279.00
Zinc (mg)	130.00	2.36
Vitaminas		
RAE (Vitamina A) (µg)	0.53	306.00
Ácido ascórbico (µg)	469.00	30.00
Tiamina (µg)	28.10	0.05
Riboflavina (µg)	0.10	0.23
Niacina (µg)	0.16	0.50
Piridoxina (µg)	0.50	-
Ácido fólico (µg)	0.18	90.00
Cobalamina (µg)	140.00	0.00

Fuente: Ledesma et al. (2010).

Se ha considerado a los metabolitos secundarios vegetales como factores antinutricionales, investigaciones recientes han demostrado que, bajo ciertas condiciones, algunos de estos compuestos pueden tener efectos benéficos cuando se utilizan en la alimentación animal o incluso como medicina, como señalan (Makkar et al., 2009). Esto resalta la importancia de comprender el papel complejo y multifacético de estos compuestos en la nutrición y la salud.

Los metabolitos secundarios tienen la capacidad de actuar como moléculas repelentes de bacterias patógenas o atrayentes de bacterias benéficas, lo que sugiere un gran potencial para su uso como suplementos prebióticos en la alimentación animal (Galicia-Jiménez et al., 2011). Compuestos como fenoles, flavonoides, alcaloides, taninos, esteroides y cumarinas han sido reconocidos por su actividad biológica, lo que se interpreta como beneficios para la salud de los consumidores. Estos compuestos pueden mejorar las funciones antioxidantes, antiinflamatorias, anticoagulantes, antimicrobianas y nutritivas (Narayama et al., 2001; Paladino y Zuritz, 2011; Wink, 2015).

En un estudio realizado por Camacho-Escobar et al. (2023) acerca del empleo de quelites como amaranto (*Amarantus* sp.), chepil (*Crotalaria longirostrada*), hierba mora (*Solanum americanum*), huazontle (*Chenopodium berlandieri* subesp *nuttalliae*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*), se menciona que estos vegetales han sido objeto de investigación para disminuir los gastos de producción, sin comprometer los rendimientos ni la calidad del producto final (ya sea huevo o carne).

A pesar de la existencia de información contradictoria, hay suficiente evidencia que respalda el uso de plantas en la alimentación de pavos nativos mexicanos o de línea comercial. Estudios como los de (Hansen et al., 1953; Juárez, 2004; Buchanan et al., 2007; Ponte et al., 2008; Camacho-Escobar et al., 2008; Pérez-Lara et al., 2010) han contribuido a este conocimiento. Se ha demostrado que la inclusión de quelites en la alimentación de pavos nativos mexicanos aporta diversas propiedades nutricionales y nutraceuticas, las cuales se están considerando para su utilización en la alimentación de pavos criollos. Sin embargo, aún se requiere más investigación en este ámbito.

4.1.3 Espinaca y acelga como alimento humano

La espinaca y la acelga son hortalizas muy conocidas, de fácil acceso en el mercado, a bajo costo; pueden ser cultivadas en huertas familiares con pocos cuidados y de forma orgánica. Su preparación suele ser sencilla en crudo o cocidas.

El consumo de espinaca aporta numerosos beneficios para la salud, ayuda en el transporte y depósito de oxígeno en los tejidos, debido a que es fuente de hierro, necesario para la hemoglobina y la mioglobina, proteínas especializadas que transportan y almacenan oxígeno en el organismo (Pandurangi et al., 2022). Al ser rica en nitratos, contribuye al aumento de la fuerza muscular (Haynes et al., 2021)

y a mantener un peso adecuado debido a su bajo contenido calórico y su aporte nutricional (Kumar et al., 2020).

Su fibra promueve buen tránsito intestinal y sensación de saciedad, lo que la hace ideal para una dieta de adelgazamiento, sobre todo en pacientes con diabetes tipo 2 (Rani et al., 2022). Por su alto contenido en folatos, es adecuada en la dieta de mujeres embarazadas, debido a que previene malformaciones del feto durante las primeras semanas de embarazo (Kinshella, 2021). La espinaca es una hortaliza que destaca por su contenido de nutrientes esenciales, incluyendo vitaminas, minerales, proteínas y antioxidantes. Su consumo promueve la salud, especialmente en la prevención de enfermedades y se considera una incorporación valiosa en la dieta diaria de las personas.

Incluir acelga en la alimentación trae consigo numerosos beneficios medicinales y alimenticios, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva (Mzoughi et al., 2019). La acelga se ha utilizado en la medicina antigua y moderna como hipoglucémico y hepatoprotector (Tunali et al., 2020). Ayuda en la salud digestiva al favorecer el tránsito intestinal y prevenir el estreñimiento (Alev-Tüzüner et al., 2023); tiene propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas (Tunali et al., 2020); su principal compuesto activo es la betaína que transforma los triglicéridos en lipoproteínas mejorando la salud cardiovascular (Alev-Tüzüner et al., 2023).

Permite prevenir y curar enfermedades oculares y del sistema inmunológico debido a que ayuda en la formación de anticuerpos y en la producción de eritrocitos y leucocitos (Mzoughi et al., 2019). Su efecto alcalinizante ayuda a la re-mineralización y a mejorar problemas de piel como el acné (Nascimento et al., 2023).

4.1.4 Potencial de espinaca y acelga como complemento en la alimentación de pavos

La espinaca representa una opción viable como alimento en la cría de peces (Lubis y Zakaria 2021), cangrejos (Suyono y Hartanti, 2021) y pollos (Beyzi et al., 2021, Mhyson et al., 2022). Los desechos de espinaca constituyen una fuente rica y natural de nutrientes, potencialmente adecuada para suministrar minerales, aminoácidos esenciales y antioxidantes a las aves. Además, su costo es reducido, de fácil acceso, sencillo de procesar y presenta bajo riesgo de enfermedades (Nisar et al., 2022). El suplemento de espinaca mejora la calidad de la carne (Kang et al., 2011) y el color de la yema en los huevos de producción orgánica (Sünder et al., 2022). Además, posee propiedades medicinales veterinarias en el combate de parásitos intestinales como el protozoario causante de la coccidiosis en las aves de corral, *Eimeria tenella* (Ewais et al., 2023).

Los conejos pueden ser alimentados con acelgas (Delis-Hechavarria 2021) al igual que las gallinas (Emery 2019, Tizazu 2017, Ochoa-Moreno 2001). Ya sea que se cultiven en la huerta familiar, restos de comida familiar o desechos de

restaurantes, verdulerías y supermercados; las hojas de acelga pueden servir como alimento de estas aves domésticas.

Recientemente, en el Módulo de avicultura de traspatio del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, TecNM, México, se alimentaron a pavos nativos mexicanos (*Meleagris gallopavo* L.) con acelga y espinaca con excelentes resultados, alcanzando un peso final de 6.23 kg con acelga, 6.16 kg con espinaca y 5.99 kg con una alimentación convencional (alimento comercial). En cuanto a la conversión alimenticia los pavos nativos mexicanos alimentados con acelga obtuvieron un promedio de 0.70. El uso de estas hortalizas ha mejorado significativamente los rangos de coloración L* (luminosidad), 65.49 L* de la canal para acelga y 58.59 L* para espinaca, el pH resultó ligeramente ácido 5.7 acelga y 5.7 espinaca, en cuanto a la retención de agua, la acelga obtuvo mejor resultado con valor de 0.25g siendo esta una carne más jugosa (Figura 1).

Adicionalmente Garcia-Melo et al. (2020) reportan que, en el acceso a pastoreo de quelites, los pavos nativos mexicanos de los tratamientos que tuvieron acceso al consumo de amaranto, hierba mora y verdolaga, presentaron mayor peso de canal entera, al compararlos con el tratamiento testigo de alimento comercial únicamente, estas diferencias fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) las canales provenientes de los pavos nativos mexicanos alimentados con hierba mora presentaron peso en canal caliente de 4,020 kg y con verdolaga de 4,229 kg.



Figura 1. Pavos nativos mexicanos (*Meleagris gallopavo* L.) consumiendo espinaca y acelga en el Módulo de avicultura de traspatio del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, México.

Figure 1. Native mexican turkeys (*Meleagris gallopavo* L.) consuming spinach and chard in the Backyard Poultry Module of the Technological Institute of the Valley of Oaxaca, Mexico.

4.2 Conclusión

El uso y potencial de la espinaca y acelga desde su origen desempeñan un papel fundamental en la alimentación, gracias a sus notables beneficios y valiosas contribuciones nutricionales en vitaminas y minerales. Su capacidad para crecer rápidamente y ser manejadas con facilidad permite su disponibilidad durante todo el año. Además, es importante resaltar su potencial como complemento en la alimentación de pavos nativos mexicanos y otros animales domésticos, lo que

plantea una alternativa económicamente viable y accesible para los pequeños y medianos productores avícolas de traspatio.

4.3 Literatura citada

- Abreu, M., Hernández, M., Castillo, A., Sampere, E., & Guerra, M. (1995). evaluación nutricional y toxicológica de dos variedades de amaranto de semillas de color negro (A. Uranguesis y A. Maurensis). *Revista cubana alimentación nutrición: instituto de nutrición e Higiene de los alimentos*, (2).
- Acosta, F. 2015. Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* l.) a la fertilización orgánica foliar. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8647/1/Acosta%20Proa%20C3%20B1o%20Felix%20Enrique.pdf>
- Aguilar, J.G.R, Leal, R.J.G y Reyes, J.L.H. 2015. Evaluación de tres sistemas de producción de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) en invernadero en la región centro del estado de Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 427-434.
- Alev-Tüzüner, B., Tunalı, S., Üstündağ, Ü.V., İpekçi, H., Emekli-Alturfan, E., Tunalı-Akbay, T., Yanardağ, R., Yarat, A. 2023. Chard extract increased gastric sialic acid and ameliorated oxidative stress in valproic acid-administered rats. *Food and Health*, 9(2), 139-147. <https://doi.org/10.3153/FH23013>
- Apaza, V. M. 2019. Evaluación del rendimiento y calidad del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.) utilizando biol en chuquibambilla - Grau. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
- Arru L, Mussi F, Forti L, Buschini A. 2021. Biological effect of different spinach extracts in comparison with the individual components of the phytocomplex. *Foods* 10(2): 382. <https://doi.org/10.3390/foods10020382>.
- Aschemacher, N. 2017. Determinación del contenido de nutrientes en frutas, hortalizas y productos derivados (conservas, congelados), y desarrollo de una tabla de información nutricional para este grupo de alimentos. En: XXI Encuentro de Jóvenes Investigadores. Argentina: Universidad Nacional del Litoral;2017. URL disponible en: 64 <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/1882/3.2.2.pdf>

- Belmar, R. 2001. Importancia de los factores antinutricionales en la alimentación de animales no rumiantes. En: Congreso de Veterinaria. Memorias del X Congreso de Veterinaria. Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria Zootecnia, 2001. p. 34-54.
- Belmar, y N., R. 2007. Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos [en línea]. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán y Centro Regional Universitario Península de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo.
- Beyzi, S. B., Keman, Y., and Konca, Y. 2021. Effects of dried spinach leaf supplementation on performance and egg quality in laying hen diets. *Journal of Poultry Research*, 18(2), 5-9. <https://doi.org/10.34233/jpr.1059730>
- Brock University. 2023. Swiss chard. Brock University. Canada. <https://brocku.ca/sustainability/wp-content/uploads/sites/64/Swiss-Chard.pdf>
- Bruggink, J. H. B. 1993. Utilización de concentrados de proteína de soja en dietas de animales jóvenes. En: Curso de Especialización de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal - FEDNA.
- Buchanan, N.P., Hott, J.M., Kimbler, L.B. & Moritz J.S. 2007. Nutrient composition and digestibility of organic broiler diets and pasture forages. *J. Appl. Poult. Res.* 16:13- 21.
- Butt, M. S., and Sultan, M. T. 2018. Nutritional Profile of Vegetables and Its Significance in Human Health. *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*, 157-180.
- Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., López-Garrido, S. J., GaliciaJiménez, M. M., Ávila-Serrano, N. Y., & Sánchez-Bernal, E. I. 2023. Quelites usados en alimentación avícola. *Terra Latinoamericana*, 41, 1-17. e1605. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1605>
- Camacho-Escobar, M. A., Lezama-Núñez, P. R., Jerez-Salas, M. P., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M. A., García-López, J. C., Chávez-Cruz F. 2011. Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 375-379.
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. 2006. La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3-11.

- Camacho-Escobar, M.A., Hernández-Sánchez, V., Ramírez-Cancino, L., Sánchez-Bernal, E.I. & Arroyo-Ledezma, J. 2008. Characterization of backyard pавos (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in tropical zones of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #50. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/4/cama20050.htm>
- Camacho-Escobar, M.A.; Ramos-Ramos, D.A.; Ávila-Serrano, N.Y.; Sánchez-Bernal, E.I. y López-Garrido, S.J. 2020. Las defensas fisicoquímicas de las plantas y su efecto en la alimentación de los rumiantes. *Terra Latinoamericana* 38(num. Esp.2): 443-453.
- Cásseres, E. (1980). *Producción de hortalizas* (No. 42). IICA Biblioteca Venezuela.
- Chang, L., Garcia-Lopez, A., Rosabal, Y., Espinosa, A., Ramos, M., & Remon, H. 2013. Caracterización fitoquímica y la evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de los extractos de hojas y tallos de *Solanum nigrum* L. que crece en Cuba. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(4), 30-35.
- Delis-Hechavarria, E. A. 2021. Dieta en el carácter funcional de la carne de conejo. Tesis de Doctorado en Ingeniería en Biosistemas. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 101 pp.
- D'Mello, J. 2000. Anti-nutritional Factors and Mycotoxins. En: *Farm Animal Metabolism and Nutrition*. CABI Publishing. Wallingford, Inglaterra, p.383-403.
- Duffus, Carol y Slaughter, Colin. 1995. Las semillas y sus usos. México: A.G.T. pp.10-11,18-21,32-35,102-107, 22.
- Dzida, K., Jarosz, Z. & Michałojć, Z. 2012. Effect of nitrogen fertilization on the yield and nutritive value of *Beta vulgaris* L. *Journal of Elementology*. 17. 19-29. 10.5601/jelem.2012.17.1.02.
- Emery, C. 2019. *The Encyclopedia of Country Living*, 50th Anniversary Edition. Sasquatch Books. USA. 920 pp.
- Espinosa-Martos y P. Rupérez. 2006. Oligosacáridos de soja: potencial como nuevos ingredientes en alimentos funcionales. *Nutrición Hospitalaria: Alimentos funcionales*. 92(6);92-96.
- Ewais, O., Abdel-Tawab, H., El-Fayoumi, H., Aboelhadid, S.M., Al-Quraishy, S., Falkowski, P., Abdel-Baki, A.-A.S. 2023. Administration of Ethanolic Extract of *Spinacia oleracea* Rich in Omega-3 Improves Oxidative Stress and Goblet Cells in Broiler Chickens Infected with *Eimeria tenella*. *Molecules*, 28, 6621. <https://doi.org/10.3390/molecules28186621>

- Faria, L. O., de Mello, M. C., & Pelá, A. (2023). Dosis y momentos de aplicación de nitrógeno en la productividad de las espinacas. *Acta Agronómica*, 72(2).
- Faria, L. O., de Mello, M. C., & Pelá, A. 2023. Dosis y momentos de aplicación de nitrógeno en la productividad de las espinacas. *Acta Agronómica*, 72(2).
- Galicia-Jiménez M.M., Sandoval-Castro, C., Rojas-Herrera, R. & Magaña-Sevilla, H. 2011. Quimiotaxis bacteriana y flavonoides: perspectivas para el uso de probióticos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:(3).891-900.
- Gamarra Alcántara, J. C., Gamarra Alcántara, R. V., & Mija Huamán, E. 2021. Eficiencia en la remoción de nitratos utilizando cuatro tipos de plantas en un sistema acuapónico.
- Gamba, M., Raguindin, P. F., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H. and Taulant Muka. 2021. Bioactive compounds and nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* and *flavescens*): a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(20), 3465-3480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1799326>
- García-Melo K.S, Jerez Salas M.P., Vásquez Dávila M.A., López Luis D., Camacho Escobar M.A. 2020. Parámetros productivos en pavos (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. En: Pérezgrovas Garza R.A., Camacho Escobar M.A. y Juárez Caratechea A. (Eds.): El guajolote nativo: estudios recientes y perspectivas. BUAP, Red Conbiand México. Pp. 165-188.
- Gómez-Merino, FC, Trejo-Téllez, LI, & Pérez-López, D. 2019. Fertilización foliar en hortalizas. *Agricultura Técnica en México*, 45(1), 93-107. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1538>
- González-Fernández, I., Elvira, S., Calatayud, V., Calvo, E., Aparicio, P., Sánchez, M., Alonso, R., and Bermejo, V. 2016. Ozone effects on the physiology and marketable biomass of leafy vegetables under Mediterranean conditions: Spinach (*Spinacia oleracea* L.) and Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 235, 215-228.
- Hansen, R. G., Scott, H. M., Larson, B. L., Nelson, T. S., & Krichevsky, P. 1953. Growth stimulation and growth inhibition of chicks fed forage and forage juice concentrate. *The Journal of Nutrition*, 49(3), 453-463. <https://doi.org/10.1093/jn/49.3.453>

- Haynes, J. T., Townsend, J. R., Aziz, M. A., Jones, M. D., Littlefield, L. A., Ruiz, M. D., Johnson, K.D., and Gonzalez, A. M. 2021. Impact of red spinach extract supplementation on bench press performance, muscle oxygenation, and cognitive function in resistance-trained males. *Sports*, 9(6), 77. <https://doi.org/10.3390/sports9060077>
- Hinojosa, D.J.1, Gutiérrez, L.M.1, Siller, L.S., Rodríguez, S.A., Morales Del Río J.A., Guerrero M.P. & Del Toro S.C.L. 2012. Screening fitoquímico y capacidad antiinflamatoria de hojas de *Tithonia tubaeformis*. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud* 15(2):53-60.
- Ivanovic, L., I. Milasevic, A. Topalovic, D. Durovic, B. Mugosa, M.Knezevic, and M. Vrvic. 2019. Nutritional and phytochemical content of Swiss chard from montenegro, under different fertilization and irrigation treatments. *British Food Journal* 121 (2):411–25. doi:10.1108/Bfj-03-2018-0142.
- Jiménez, J., Arias, L. A., Espinosa, L., Fuentes, L. S., Garzón, C., Gil, R., Niño, N., & Rodríguez, M. 2010. El cultivo de la espinaca (*Spinacia oleracea* L.) y su manejo fitosanitario en Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13123>
- Juárez C. A. 2004. Efecto del peso corporal en el rendimiento de la masa muscular en el pavo nativo mexicano. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 38(4):405-409
- Kang, G.H., Kim, S.H., Kim, J.H., Kang, H.K., Kim, D.W., Cho, S.H., Seong, P.N., Park, B.Y., Ham, J.S., and Kim, D.H. 2011. Effects of dietary radish green and spinach on meat quality and lutein accumulation in broiler tissue. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 31 (1): 86-91.
- Kinshella MW, Omar S, Scherbinsky K, Vidler M, Magee LA, von Dadelszen P. 2021. Effects of maternal nutritional supplements and dietary interventions on placental complications: An umbrella review, meta-analysis and evidence map. *Nutrients*. 2021;13(2):472. doi: 10.3390/nu13020472
- Kumar D., Kumar S., and Shekhar, C. 2020. Nutritional components in green leafy vegetables: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2498-2502.
- Ledesma S., J.A., Chávez V., A., Pérez-Gil R., F., Mendoza M., E. y Calvo C., C. 2010. *Composición de alimentos Miriam Muñoz de Chávez: Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo*. 2da. edición, McGraw Hill, México.
- Lehner, R., Blazek, L., Minoche, A.E., Dohm, J.C., and Himmelbauer, H. 2021. Assembly and characterization of the genome of chard (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris* var. *cicla*). *Journal of Biotechnology* 333: 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2021.04.007>

- López V., B., Cisneros L., M., Valdivié N., M., Sotto A., V., Ramírez de la R., J., Savón, L. & Sosa, W. 2012. Indicadores de valor nutritivo del hidrofornaje *Leucaena leucocephala* para la alimentación de conejos. *REDVET Revista Electrónica de Veterinaria* 13(2):1-12.
- Lubis, A. S., and Zakaria, I. J. 2021. Organoleptic, physical and chemical tests of formulated feed for *Panulirus homarus*, enriched with spinach extract. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(2), 866-873.
- Makkar, H.P.S., Norvsambu, T., Lkhagvatseren S. & Becker, K. 2009. Plant Secondary Metabolites in some medicinal plants of Mongolia used for enhancing animal health and production. *Tropicultura* 27(3):159-167.
- Maradini Filho AM, Pirozi MR, Da Silvia Borges JT, Pinheiro Sant'Ana HM, Paes Chaves JB, Dos Reis Coimbra JS. Quinoa. 2015. Nutritional, functional and antinutritional aspects. *Crit Rev Food Sci Nutr*.
- Mhyson, A.S., Al-Kurdy, M.J., and Habeeb, T.A. 2022. Effect of dietary spinach on gene expression of CGH, IGF-I genes and some blood and biochemical parameters in broiler chicks. *Veterinary Practitioner*, 23 (1), 278-282.
- Mujcic, R., and J. Oswald A. 2016. Evolution of Well-Being and Happiness After Increases in Consumption of Fruit and Vegetables. *Am J Public Health* 106(8):1504-10. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303260>.
- Murcia, M.A., Jiménez-Monreal., A.M, González, J., & Martínez-Tomé, M. 2020. Espinaca. En *Composición nutricional y propiedades antioxidantes de frutas y verduras* (págs. 181-195). Prensa académica.
- Muzquiz, H., Varela, M.M., Guillamón, E.A.J., Goyoaga, E., Cuadrado, C., & Burbano, C. 2006. Factores No-nutritivos en Fuentes Proteicas de Origen Vegetal. Su Implicación en Nutrición y Salud. *Brazilian Journal of Food and Technology* III:87-98.
- Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M., and Majdoub, H. 2019. Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. cicla): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Research International*, 119, 612-621.
- Narayama, K., Reddy, R., Sripal, M., Chaluvadi, M.R. & Krishna, D.R. 2001. Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical, effects and therapeutic potencial. *Indian Journal of Pharmacology* 33:2-16.
- Nascimento, T., Gomes, D., Simões, R., and da Graça Miguel, M. 2023. Tea Tree Oil: Properties and the Therapeutic Approach to Acne -A Review. *Antioxidants*, 12(6), 1264. <https://doi.org/10.3390/antiox12061264>

- Naturales, R., & Paz, L. 2018. Effect of three levels of aerobic liquid organic fertilizer in the production of spinach (*Spinacea oleracea* L.) at the Cota Cota Experimental Center. 5, 79–88.
- Nisar, M.S., Zahra, A., Iqbal, M.F., Bashir, M.A., Yasin, R. Samiullah, K., Aziz, I., Saeed, S., Alasmari, A., Elsaid, F.G., Shati, A.A., Al-Kahtani, M.A., Naseem, F., Fatima, M., and Ahmed, F. 2022. Effect of vegetable waste on growth performance and hematology of broiler chicks. *BioMed Research International*, Article ID 4855584, 8 p. <https://doi.org/10.1155/2022/4855584>
- Ochoa-Moreno, D.A. 2001. Anotaciones sobre un sistema de producción avícola en pastoreo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Colombia. 47 pp.
- Paixão, A., Mancebo, B., Sánchez, L.M., Walter, A., Fontes-Pereira, A.M.A.de, Soca, M., Roque, E., Costa, E. & Nicolay, S. 2014. Tamizaje fitoquímico de extractos metanólicos de *Tephrosia vogelii* Hook, *Chenopodium ambrosoides*, *Cajanus cajan* y *Solanum nigrum* L. de la provincia Huambo, Angola. *Rev. Salud Anim.* 36(3):164- 169.
- Paladino, S.C. & Zuritz, C.A. 2011. Antioxidant grape seed (*Vitis vinifera* L.) extracts efficiency of different solvents on the extraction process. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 43:187-19.
- Pandurangi, S.L., Chittineedi, P., Chikati, R., Lingareddy, J.R., Nagoor, M., and Ponnada, S.K. 2022. Role of dietary iron revisited: in metabolism, ferroptosis and pathophysiology of cancer. *American Journal of Cancer Research* 12 (3): 974-985.
- Pérez-Lara, E., Camacho-Escobar, M. A., Ávila-Serrano, N. Y., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E. I., Rodríguez-de la Torre, M., & Reyes-Borques, V. 2013. Productive evaluation of slow-growing Mexican turkeys with different diets in confinement. *Open Journal of Animal Sciences*, 3(1), 46-53.
- Pérez-Lara, E., Camacho-Escobar, M.A., García-López, J.C., Arroyo-Ledezma, J. & Sánchez-Bernal E.I. 2010. Desperdicio de cocina como alimentación sustituta en pavos de traspatio. *Memorias del XII Foro Estatal de Investigación e Innovación. Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior y la Comisión Estatal para la Planeación y Programación Media Superior. Oaxaca de Juárez, Oax. 10 de diciembre. Pp. 54-56.*
- Ponte, P. L. P., Rosado, C. M. C., Crespo, J. P., Crespo, D. G., Mourão, J. L., Chaveiro-Soares, M. A., Fontes C. M. G. A. 2008. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science*, 87(1), 71-79. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00147>

- Programa de apoyo agrícola y agroindustrial. 2015. Vicepresidencia de fortalecimiento empresarial, & Cámara de comercio de Bogotá. Manual de Espinaca. 86
- Ramaiyan, B., Kour, J., Nayik, G.A., Anand, N., Alam, M.S. 2020. Spinach (*Spinacia oleracea* L.). In: Nayik, G.A., Gull, A. (eds) Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_8
- Rani J. S., Vishnu, S. L., and John, J. 2022. The role of high fiber diet in the management of Type 2 diabetes: A review on dietetic perspective. *International Journal of Bioinformatics and Biological Sciences*, 10(1/2), 15-21. <https://doi.org/10.30954/2319-5169.1.2022.3>
- Ribera A., Bai, Y., Wolters, A-M. A., van Treuren, R., and Kik, C. 2020. A review on the genetic resources, domestication and breeding history of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Euphytica* 216:48. <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02585-y>
- Ribera A., van Treuren, R., Kik, C., Bai, Y. and Anne-Marie A. Wolters, A-M. A. 2021. On the origin and dispersal of cultivated spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Genet Resour Crop Evol* 68, 1023-1032. <https://doi.org/10.1007/s10722-020-01042-y>
- Servicio de información Agroalimentario y Pesquera. 2017. Monografías de Productos Agroalimentarios Mexicanos: Espinaca. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726662/Espinaca_web.pdf
- Servicio de información Agroalimentario y Pesquera. 2022. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Servicio de información Agroalimentario y Pesquera. 2023. Monografías de Productos Agroalimentarios Mexicanos: Espinaca. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726662/Espinaca_web.pdf
- Sindesi O. A., Lewu M. N., Ncube B., Mulidzi R. and Lewu F. B. 2021. Mineral composition of potted cabbage (*Brassica oleracea* Var. *Capitata* L.) grown in zeolite amended sandy soil. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 67(3):103-112

- Solís-Oba, A., Hernández-Rivadeneira, J. I., Castro-Rivera, R., Manjarrez, N., Solís-Oba M. 2020. Efecto de los compost producidos a partir de residuos vegetales y/o estiércol sobre el cultivo de lechuga y su contenido de antioxidantes. *Revista Mexicana de Biotecnología* 5(2):86-105. https://10316b55-bcaf-49d1-aa23-a9959305f101.filesusr.com/ugd/38ce56_699554eabc1446a882d7ba972af6909e.pdf
- Sünder, A., M. Wilkens, V. Böhm, F. Liebert. 2022. Egg yolk colour in organic production as affected by feeding -Consequences for farmers and consumers, *Food Chemistry* 382, 131854. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131854>.
- Suyono, N.U., and Hartanti, N.H.S.A. 2021. Effectiveness of feeding trash fish and spinach extract on mud crab (*Scylla Serrata*) feed for molting acceleration with the Popeye method. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 755. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012050>
- Timm M., Slavin J. *Enciclopedia de nutrición humana*. Elsevier; Ámsterdam, Países Bajos: 2023. Fibra dietética: clasificación y función fisiológica; págs. 209-216
- Tizazu N. 2017. On-Farm phenotypic characterization of indigenous chicken and their husbandry and breeding practices in Debarik and Dabat Districts, North Gondar, Ethiopia. Msc Thesis. Master of Science in Agriculture (Animal Genetics and Breeding). Haramaya University. Harar, Etiopía. 100 pp.
- Tunali S., Cimen, E.S., Yanardag R. 2020. The effects of chard on brain damage in valproic acid-induced toxicity. *Journal of Food Biochemistry*, 44(10), e13382. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13382>
- Venegas-González, J., Méndez-Inocencio, C., Martínez-Mendoza, E. K., Torres, L. F. C., & Rodríguez-Torres, M. D. 2019. Producción orgánica de *Beta vulgaris* subespecie *cicla* con inoculantes microbianos. *Biotecnia*, 21(3), 121-126. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v21i3.1043>
- Venegas-González, J., Méndez-Inocencio, C., Martínez-Mendoza, E. K., Torres, L. F. C., & Rodríguez-Torres, M. D. 2019. Producción orgánica de *Beta vulgaris* subespecie *cicla* con inoculantes microbianos. *Biotecnia*. 21(3), 121-126.
- Verdecia, D.M., Herrera, H., Ramírez, J.L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazón, Y., Arceo, Y., Bodas, R., Andrés, S., Álvarez, J., Giraldez, F. & López, S. 2012. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios.

- Vicente, A. R., Manganaris, G. A., Darre, M., Ortiz, C. M., Sozzi, G. O., and Crisosto, C. H. 2022. Compositional determinants of fruit and vegetable quality and nutritional value. In *Postharvest Handling* (pp. 565-619). Academic Press.
- Waseem, M., Akhtar, S., Manzoor, M.F., Mirani, A.A., Ali, Z., Ismail, T., Ahmad, N., and Karrar, E. 2021. Nutritional characterization and food value addition properties of dehydrated spinach powder. *Food Sci Nutr*. 9(2): 1213-1221. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2110>
- Wink, M. 2015. Modes of action of herbal medicines and plant secondary metabolites. *Medicines* 2:251-286.

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS Y DE LA CANAL DE GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo* L.), ALIMENTADO CON DIETAS ALTERNATIVAS

RESUMEN

La producción de guajolotes es una actividad común en las comunidades indígenas del país, por ello es importante buscar alternativas de alimentación. El objetivo de la presente investigación fue evaluar las características productivas y de la canal de guajolotes (*Meleagris gallopavo* L.) alimentados con dietas alternativas. La investigación consistió en tres etapas, la etapa uno y dos se desarrolló en el módulo de avicultura del ITVO y la etapa tres en el Taller de productos cárnicos y Laboratorio de análisis de Productos de Origen Animal de la FMVZ (UABJO). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), las variables productivas evaluadas fueron peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia, en la primera etapa se evaluaron cuatro dietas alternativas con diferentes porcentajes de proteína (14, 16, 18 y 20%) más testigo (alimento comercial), seleccionándose la dieta con el 16% de proteína, esta fue evaluada en la etapa tres más la incorporación de acelga y espinaca, se evaluaron los rendimientos cárnicos y no cárnicos, canal entera, canal caliente y fría, color, pH y capacidad de retención de agua (CRA). Los datos obtenidos fueron analizados en el paquete estadístico 9.4, las medias se compararon con la prueba de Tukey ($\alpha= 0.05$). Los resultados de la dieta 1 (dieta alternativa 16% de proteína + acelga) y 2 (dieta alternativa + espinaca) presentan ganancias de peso superiores a la dieta 3 (alimento comercial), mismos resultados se reflejan en la calidad de la carne. El uso de dietas alternativas puede ofrecer buenos resultados en cuanto a la obtención de peso y carne de calidad.

Palabras claves: avicultura de traspatio, alimentación alternativa, forrajes

SUMMARY

Turkey production is a common activity in the country's indigenous communities, which is why it is important to look for food alternatives. The objective of this research was to evaluate the productive and carcass characteristics of turkeys (*Meleagris gallopavo* L.) fed with alternative diets. The research consisted of three stages, stage one and two were developed in the poultry farming module of the ITVO and stage three in the Meat Products Workshop and Analysis Laboratory of Products of Animal Origin of the FMVZ (UABJO). A completely randomized design (DCA) was used; the productive variables evaluated were live weight, weight gain and feed conversion. In the first stage, four alternative diets with different percentages of protein were evaluated (14, 16, 18 and 20%), plus, control (commercial food), selecting the diet with 16% protein, this was evaluated in stage three plus the incorporation of chard and spinach, meat and non-meat yields were evaluated, whole carcass, hot and cold carcass, color, pH and water retention capacity (CRA). The data obtained were analyzed in the 9.4 statistical package, the means were compared with the Tukey test ($\alpha = 0.05$). The results of diet 1 (alternative diet 16% protein + chard) and 2 (alternative diet + spinach) show higher weight gains than diet 3 (commercial food), the same results are reflected in the quality of the meat. The use of alternative diets can offer good results in terms of gaining weight and quality meat.

Index words: backyard poultry farming, alternative feeding, forage

5.1 Introducción

En la era precolombina, México contribuyó al mundo mediante la cría y explotación del guajolote, estableciendo así una de las actividades ganaderas más arraigadas y tradicionales en la producción de carne de guajolote⁽²⁷⁾. Preservar el guajolote debe ser una prioridad, dado que representa la única especie avícola domesticada durante la época prehispánica en México⁽¹⁷⁾. El guajolote posee un gran significado cultural y es la forma de la vida de distintas comunidades indígenas del país⁽¹⁷⁾. Su valor simbólico es parte de celebraciones,

rituales y ceremonias⁽²⁴⁾ así como medicina tradicional y limpia, está presente en rituales de fertilidad de la tierra⁽²⁹⁾.

La crianza del guajolote es una práctica habitual en numerosas comunidades pequeñas y medianas de México, proporcionando un sustancial respaldo económico y alimentario a la población local ⁽¹⁷⁾, basada en métodos tradicionales, esta actividad se transmite de generación en generación, con las mujeres desempeñando un papel fundamental para su continuidad y preservación⁽⁹⁾.

La carne de guajolote se clasifica dentro de las carnes blancas, aporta grandes cantidades de proteínas, vitaminas y minerales al organismo⁽¹⁶⁾. El guajolote autóctono provee productos cárnicos de excelente calidad, encontrado valores proteicos similares a la carne del guajolote mejorado⁽¹⁷⁾. El interés económico de la producción de guajolote se basa en su rendimiento en carne⁽⁵⁾, bajo costo de producción y el aporte nutrimental de bajo contenido de grasa de su carne. En las comunidades rurales del sureste del país es más habitual el consumo de carne de guajolote⁽¹⁾ la preferencia se manifiesta por la relación a la calidad de su carne, creando una amplia gama de atributos deseables⁽³⁾.

Actualmente se han encontrado alternativas de alimentación en la producción de aves de traspatio⁽²⁵⁾. Dentro de la avicultura han surgido alternativas de alimentación en comparación al método convencional, denominado pastoreo

(Free-range), siendo su característica principal el acceso de las aves al exterior y a forrajes verdes, mejorando el bienestar animal⁽⁷⁾.

En este sistema de pastoreo se puede integrar el uso de forrajes nativos (quelites), la incorporación de estos forrajes en la alimentación de animales domésticos es una práctica que se desarrolla en las comunidades indígenas del país, siendo un recurso disponible en los huertos familiares. Estos forrajes principalmente son gramíneas y leguminosas⁽¹⁾. Se considera forraje a las plantas que son parte de la alimentación humana y pueden integrarse en el consumo animal⁽²²⁾. De igual forma aquellas partes vegetativas de las plantas las cuales pueden proporcionarse en forma cortada, directamente o conservada⁽⁸⁾.

Los alimentos comerciales para aves de traspatio han tenido un incremento en su costo, limitando el crecimiento de producción. Por lo tanto, se buscan alternativas de alimentación con fuentes de proteínas necesarias para la integración como complemento alimenticio, ya que las fuentes de proteínas se convierten en el principal determinante del costo de los alimentos para el ganado y las aves de corral ⁽¹¹⁾.

5.2 Materiales y métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en tres etapas, la etapa uno y dos se realizaron en el módulo de avicultura de traspatio del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) y la etapa tres en las instalaciones del Laboratorio de

Análisis de Productos de Origen Animal y el Taller de Productos Cárnicos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UABJO (Figura 1).



A) Vista área ITVO



B) Módulo avícola

Figura 2. Ubicación del ITVO e instalaciones experimentales.

5.2.1 Objeto de estudio

Se utilizaron 10 guajolotes machos de 1 año de edad, de la especie *Meleagris gallopavo* L.

5.2.2 Etapa 1. Elaboración de dietas

Para la etapa uno se formularon cuatro dietas alternativas con diferente porcentaje de proteína, utilizando ingredientes de fácil acceso y algunos propios de la región siendo éstos: granos de maíz, pasta de soya, grano de cacahuate, salvado de trigo, sal común, carbonato de calcio, ortofosfato de calcio y premezclas de vitaminas y minerales, las dietas se elaboraron en el módulo de avicultura del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (Figura 2).

Las dietas se elaboraron con el siguiente porcentaje de proteína; Dieta 1 (14 % de proteína), Dieta 2 (16 % de proteína), Dieta 3 (18 % de proteína), Dieta 4 (20 % de proteína) y Dieta 5 (alimento comercial: 18% proteína), (Tabla 2).



Figura 3. Elaboración de dietas para la alimentación de los guajolotes

Tabla 2. Contenido nutricional de dietas

Tratamiento	Proteína (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)	Aporte de energía Kcal/hg
Dieta 1	14.09	0.80	0.494	2974
Dieta 2	16.03	0.82	0.576	2899
Dieta 3	18.20	0.81	0.470	3050
Dieta 4	20.08	0.83	0.502	3034.
Dieta 5	18.00			

5.2.3 Complemento de las dietas 1 y 2

Se eligieron plantas comestibles conocidas como hortalizas: Acelga (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) y Espinaca (*Spinacia oleracea* L. subsp. *oleracea*) por sus diferentes aportes nutricionales. La acelga contiene vitamina A, C y K, así mismo minerales (cobre, hierro y magnesio) y antioxidantes, rica en

fibra^(13,19,26). La espinaca contiene vitaminas A, B1, B2, B6, C, E y K, ácido fólico y gran contenido de minerales como calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, fósforo, potasio y sodio. Además, contiene antioxidantes (flavonoides y carotenoides), al igual que la acelga, es rica en fibra y agua ^(18,23,28).

5.3 Procedimiento

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 dietas alternativas.

5.3.1 Etapa 1

En la etapa uno se evaluaron cuatro dietas alternativas con diferentes porcentajes de proteína (14,16,18 y 20%) y un testigo (alimento comercial con 16% de proteína), durante tres meses se suministraron 150g de dieta por ave diariamente.

Se seleccionó la dieta con el 16% de proteína ya que presentó los mejores resultados productivos. Para poder seleccionar dicha dieta, se evaluaron las variables de peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia.

El peso vivo se estimó desde el inicio del experimento y posteriormente cada 15 días, el consumo de alimento se obtuvo de forma diaria (150 g de cada dieta), la ganancia de peso se estimaba de forma quincenal, utilizando el peso inicial

menos el peso final de cada quincena. La ganancia de peso se obtuvo utilizando los kg de alimento consumido entre ganancia de peso, igual de forma quincenal. Durante el periodo de evaluación de las dietas, la ganancia de peso y la conversión alimenticia de la dieta con el 16% de proteína, fue superior a la de las otras dietas, estos parámetros están estrechamente relacionados, la ganancia de peso y la conversión alimenticia son de importancia en la producción de guajolotes, reflejándose en la eficiencia, rentabilidad y calidad. Es necesario que se monitoreen y gestionen de forma cuidadosa estos aspectos para garantizar una buena producción.

5.3.2 Etapa 2

En la etapa dos, la dieta seleccionada de la etapa uno, fue evaluada por 14 semanas, con la incorporación de los complementos (espinaca y acelga), obteniendo tres dietas (Tabla 3).

Tabla 3. Diseño experimental completamente al azar utilizando

Dieta	Descripción
1	Dieta alternativa 16 % (180g) + Acelga (<i>Beta vulgaris</i> L.) (180g)
2	Dieta alternativa 16% (180g) + Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i> L.) (180g)
3	Testigo (Alimento comercial, 180g)

Durante esta etapa se evaluaron de igual forma las variables productivas, peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia de forma quincenal. Para obtener estas variables se hizo el mismo procedimiento que en la etapa 1, diariamente se suministraba 180 g de dieta + 180g del complemento por ave.

5.3.3 Etapa 3

La etapa tres de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Análisis de Productos de Origen Animal y el Taller de productos cárnicos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UABJO. Esta etapa incluyó el siguiente procedimiento: sacrificio, despiece y deshuesado. Se midieron las variables de canal: peso canal caliente, peso canal fría y peso por piezas de la canal, color, pH y capacidad de retención de agua.

5.3.4 Sacrificio

Este procedimiento se realizó siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO.1995⁽¹⁰⁾, cada ave fue puesta en un ayuno de 24 h, pasado este periodo se pesaron y se registró el peso vivo final, con ayuda de una báscula digital (Torrey modelo LEQ-5), se les inmovilizó en conos y se les sacrificó por degüello. Una vez desangrados y obtenido el peso sin sangre, se escaldaron sumergiéndolos en agua a 60° durante 45 minutos para desplumarlos de forma manual., se volvió a pesar después del pelado para obtener peso sin pluma. Posteriormente se obtuvo el peso de la canal caliente la cual fue pesada, así también las patas,

cabeza y vísceras (verdes y rojas). Obtenidas las canales, se colocaron dentro de una cámara de refrigeración durante 24 h, pasado estas horas, se pesó la canal fría.

5.3.5 Despiece

Las piezas obtenidas fueron pechuga, muslos, alas, pierna, rabadilla, huacal y pescuezo las cuales fueron pesadas en una báscula digital (Torrey modelo LEQ-5).

5.3.6 Deshuesado

Consistió en separar la carne magra del hueso como también el cartílago, piel, tejido y grasa. Este procedimiento fue manual separando cada parte con ayuda de un bisturí. Los datos obtenidos fueron peso de la carne magra, piel, hueso, tejido conectivo, cartílago y grasa.

5.4 Variables medidas

Se midió el color, pH y la capacidad de retención de agua, para la obtención de estos datos se ocupó únicamente la pechuga de cada ave.

5.4.1 Color

En la parte superior derecha de cada pechuga, separando la piel de la carne magra, se realizó una incisión para exponer el músculo. Las lecturas de color fueron tomadas con un equipo Konica-Minolta (espectrofotómetro) de tipo móvil, las lecturas mostradas fueron L^* a^* b^{**} (luminosidad, coordenadas rojo/verde y coordenadas amarillo/azul) o también conocida como el espacio de color CIELAB, esta prueba fue realizada 3 veces por muestra.

5.4.2 pH

La toma de pH se realizó una vez, mediante el potenciómetro de marca Conductric, de resolución de 0.01 pH y rango de medición de -2.00 a 16.00 pH, el electrodo se introdujo a 2 cm en la misma área donde se obtuvo la coloración.

5.4.3 Capacidad de retención de agua

Para estimar la capacidad de retención de agua (CRA), se pesó 1g de carne de cada pechuga en una balanza de precisión (Denver Instrument, EUA, modelo MXX- 412) se realizó 3 veces por muestra, cada muestra fue puesta entre papel filtro, se le ejerció un peso de 10 kilos durante 5 min, posteriormente se volvió a pesar la muestra y se estimó la CRA por diferencia de muestra de antes y después de la presión.

5.5 Análisis de datos

Los datos obtenidos, durante los diferentes procesos fueron concentrados en una base de datos en excell. Las variables evaluadas fueron sometidas a un análisis de varianza (ANOVA) con ($P > 0.05$), y una comparación de medias con el análisis con la prueba Tukey ($P < 0.05$) en el paquete estadístico SAS, 9.4.

5.6 Resultados y discusión

Las variables productivas influyen en la producción y el rendimiento de aves de traspatio, estas son: peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia, estas fueron medidas de forma quincenal.

Los resultados de peso vivo de guajolotes con tres dietas durante 6 quincenas (PV1-PV7) y peso final (PVF), no muestra diferencias significativas entre las dietas evaluadas, sin embargo, para la dieta 1 el peso vivo de los guajolotes con esta dieta aumenta progresivamente, con un ligero descenso en la quincena 2, 4 y seguido de un aumento en la quincena 5, obteniendo un peso final de 6.23 kg. La dieta 2 fue similar a la dieta 1, los pesos vivos aumentan de manera constante, con una disminución leve en la quincena 2 y 5, manteniendo el peso en las quincenas 6 y 7. Sin embargo, el peso final es menor que en la dieta 1, llegando a 6.16 kg.

En la dieta 3 los pesos vivos con esta dieta también aumentan gradualmente, con un ligero descenso en la quincena 2 y 5. Obteniendo un peso final de 5.99 kg. Las dietas 1 y 2 tienen un efecto similar en el aumento de peso de los guajolotes, aunque la dieta 1 parece tener un impacto ligeramente mayor en el peso final en comparación con las demás dietas. Además, ambos grupos de dieta superan el peso final del testigo ($P>0.05$), (Tabla 4).

Estos resultados concuerdan con un estudio⁽⁵⁾ donde se comparó la alimentación tradicional en condiciones intensivas, demostrando que el uso de alimentos tradicionales más la incorporación de forraje fresco, mejora el rendimiento de la canal de carne de guajolote.

En otro estudio⁽¹⁰⁾ se alimentaron guajolotes en pastoreo con diferentes tipos de quelites (amaranto, huaje, verdolaga y hierba mora) comparado con el presente estudio los resultados son inferiores en cuanto al peso vivo. El uso de insumos locales puede satisfacer las demandas nutricionales que los guajolotes necesitan para presentar mejores resultados de peso, que al ser alimentados únicamente con alimento comercial.

Tabla 4. Medias de peso vivo (kg) en guajolotes alimentados con dietas alternativas.

Dieta	PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6	PV7	PVF
Dieta 1	5.20 ^a	5.12 ^a	5.80 ^a	5.78 ^a	5.86 ^a	6.03 ^a	6.26 ^a	6.23 ^a
Dieta 2	5.03 ^a	4.93 ^a	5.56 ^a	5.73 ^a	5.50 ^a	5.70 ^a	5.70 ^a	6.16 ^a
Dieta 3	4.75 ^a	4.70 ^a	5.53 ^a	5.52 ^a	5.42 ^a	5.56 ^a	5.62 ^a	5.99 ^a

PV1-PV7= peso vivo quincenal; PVF= peso vivo final

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($P<0.05$)

Respecto a la ganancia de peso los guajolotes que consumieron la dieta 3 (testigo) presentaron la mayor ganancia de peso, mientras que las dietas 1 y 2 muestran ganancias de peso menores en comparación con la dieta 3 (testigo) ($P < 0.05$). De acuerdo con la ganancia de peso, se puede decir que una opción de alimentación de guajolotes ⁽⁴⁾ es el pastoreo favoreciendo la aportación de proteína a las aves, y el maíz es la principal fuente de alimentación en la mayoría de las comunidades⁽⁴⁾ (Tabla 5).

Tabla 5. Medias de ganancia de peso (kg) en guajolotes alimentado con dietas alternativas.

Tratamiento	GP1	GP2	GP3	GP4	GP5	GP6
Dieta 1	1.30 ^a	0.43 ^a	0.46 ^a	0.73 ^a	0.53 ^b	0.53 ^b
Dieta 2	0.97 ^a	0.61 ^a	0.47 ^a	0.57 ^a	0.43 ^b	0.37 ^b
Dieta 3	1.46 ^a	0.63 ^a	0.43 ^a	1.20 ^a	1.00 ^a	1.00 ^a

GP1-GP6= ganancia de peso quincenal.

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($P < 0.05$).

En las medias de conversión alimenticia se puede observar que la dieta 1 y 3 presentan menor conversión alimenticia, siendo estadísticamente diferentes en comparación con la dieta 2, lo que indica una conversión alimenticia relativamente mayor a las otras dietas.

La presencia de forraje puede estimular el crecimiento de las aves ⁽¹²⁾, así como su desempeño, contribuyendo a la producción de carne⁽²¹⁾. Lo anterior puede deberse a la capacidad que tienen las aves de aprovechar energía y aminoácidos presentes en los forrajes ⁽²⁾ (Tabla 6).

Tabla 6. Medias de conversión alimenticia (g) en guajolotes alimentado con dietas alternativas.

Tratamiento	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6
Dieta 1	0.29 ^a	0.84 ^a	0.87 ^a	0.50 ^a	0.70 ^a	0.70 ^b
Dieta 2	0.37 ^a	0.95 ^a	0.79 ^a	0.77 ^a	0.86 ^a	1.40 ^a
Dieta 3	0.28 ^a	1.69 ^a	1.06 ^a	0.30 ^a	0.36 ^{ab}	0.36 ^b

CA1-CA6= conversión alimenticia quincenal.

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($P < 0.05$).

Respecto a las medias de los valores de cromatografía estos varían según la dieta, con diferencias significativas entre las dietas en todas las variables (L^* , a^* , b^*). La coloración es una característica de la carne importante para el consumidor siendo un atributo que influye en la decisión de compra, asociado a la calidad y frescura de la carne⁽¹⁵⁾. El valor L^* en la cromatografía de colores CIELAB representa la luminosidad o la brillantez, donde 0 indicaría una carne oscura, mientras que 100 una carne blanca.

La carne de guajolote tiende a ser clara en comparación con algunas otras carnes (res o cerdo). Por lo que es probable que los valores de L^* para la carne de guajolote estén en el rango medio a alto, reflejando su tonalidad más clara en comparación con otras carnes. Para este estudio si se muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas, la dieta 1 presentó la mayor luminosidad con respecto a las demás dietas (Tabla 7).

Las coordenadas de coloración a^* tienden a hacer rojos (+) y verdes (-), para el caso de las coordenadas b^* están suelen ser amarillo (+) y azul (-). Respecto a la coordenada a^* los guajolotes alimentados con la dieta 1 y 2 resultaron con valores negativos (verde), esta coloración en la carne puede estar asociada por la presencia de pigmentos, como biliverdina y clorofila presentes en los alimentos verdes, su consumo puede transportar estos pigmentos a la carne.

La biliverdina es un producto que participa en la descomposición de la hemoglobina en los alimentos y pudiera producir un tono verdoso. La clorofila es un pigmento verde disponible en las plantas y puede transportarse a la carne de animales que han consumido pasto o forraje verde. Los fitatos y los pigmentos carotenoides, (subproductos de la clorofila) pueden incidir en la coloración de la grasa de la carne, dando como resultado una tonalidad verdosa o amarillenta.

Para la coordenada b^* las dietas muestran resultados positivos (amarillo). Este tono amarillento en la carne pudiera ser influenciado por factores, como la dieta del animal, su proceso de crianza y la maduración de la carne. Dietas ricas en pigmentos naturales amarillos, como maíz, puede influir en un mayor valor de b^* en la carne.

La presencia de grasa o el tiempo de exposición al aire también pueden afectar el color de la carne. Un valor b^* positivo en la cromatografía de carnes podría indicar una tonalidad más amarillenta en la muestra. Este análisis de coloración es de importancia para determinar la frescura, la calidad y apariencia visual de la

carne. El valor de b^* positivo podría estar relacionado con la maduración de la carne, los cambios en la composición química de la carne que pueden modificar su color.

Los resultados de luminosidad (L^*) de este estudio concuerdan⁽⁹⁾ donde el uso de distintos insumos y forrajes en la alimentación de guajolotes modifica la coloración de la carne⁽²⁰⁾.

Debido a que existe una escasa información en cuanto estudios de color en carnes de guajolotes, se procedió a comparar con un estudio realizado⁽⁹⁾ en el cual evaluaron el efecto de tres tipos de dietas (alimento comercial, 20 % y 40 % de *Moringa oleifera*), encontrando los siguientes valores, respectivamente : L^* (57.32 %, 57.77 %, y 56.58 %), a^* (4.7 %, 4.91 % y 2.48 %), b^* (12.82 %, 13.05 % y 11.62 %), croma (13.75 %, 14.00 %, y 11.92 %) y tono (70.19 %, 69.56 % y 78.09 %) valores que fueron obtenidos a 24 h postmortem⁽⁹⁾.

En comparación con los valores obtenidos en el presente trabajo las coordenadas L^* , b^* y a^* son distintos, esto pudiera ser por el uso de diferentes ingredientes utilizados en la alimentación de los guajolotes.

En un estudio⁽¹⁰⁾ el uso de distintos forrajes coincide con este estudio donde se demuestra que el suministro de forraje verde en la alimentación de guajolotes puede modificar los características de coloración de la carne.

Tabla 7. Medias de valores de cromatografía en pechuga de guajolote alimentado con dietas con alternativas.

Variable	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
L*	65.49 ^a	58.59 ^b	57.96 ^b
a*	-1.04 ^a	-1.67 ^b	1.77 ^b
b*	7.85 ^a	6.69 ^{ab}	6.28 ^a

L* luminosidad

a* coordenadas rojo/verde

b* coordenadas amarillo/azul

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística (P<0.05).

La canal caliente representa el peso de la canal después del sacrificio y la extracción de los órganos internos. No se muestra diferencia significativa entre las dietas evaluadas. La canal fría representa el peso de la canal después de las 24h postmortem, para el cual tampoco se muestran diferencias significativas, siendo la dieta 1 ligeramente más pesada que las demás dietas.

El pH en la carne de guajolotes es el indicador más importante para determinar la calidad y característica sensorial. Siendo este una medida de acidez o alcalinidad y puede influir en varias propiedades de la carne (color, textura, capacidad de retención de agua y periodo de almacenamiento).

El pH puede ser afectado por varios factores, como la genética, su alimentación, el manejo antes del sacrificio y el proceso de sacrificio. Si se encuentra un pH bajo (ácido), se relaciona con una carne pálida, firme y con menor capacidad de retención de agua, resultando una textura más seca. Por otra parte, si encontramos un pH alto (alcalino) este se relaciona con una carne oscura, suave y jugosa, con una mayor capacidad de retención de agua.

El pH óptimo para la carne de guajolotes se sitúa en el rango de 5.5 a 6.0, esto pudiera variar, dependiendo a los estándares de calidad específicos y las preferencias del consumidor. Para este estudio los resultados de pH en las diferentes dietas nos indican que son valores esperados y aceptables dentro para este tipo de carne.

EL pH con este rango tiende a resultar con una textura adecuada, una coloración apropiada y una excelente capacidad de retención de agua, garantizando la calidad, el sabor y la apariencia de la carne.

La capacidad de retención de agua (CRA), se define como la capacidad de la carne para retener el agua que contiene, desde el punto sensorial esta tiene un aporte importante ya que se asocia con la jugosidad⁽¹⁵⁾.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican que la carne con las diferentes dietas evaluadas, pueden conservar una cantidad adecuada de jugosidad durante o después de la cocción y almacenamiento de la carne, teniendo la capacidad de mantenerse jugosas y con una textura tierna, una buena retención de agua en la carne garantiza la calidad, textura, sabor, el valor nutricional y la vida útil. Los datos de CRA muestran diferencias significativas en la dieta 1 ($P < 0.05$) mostrando la menor pérdida de agua para la dieta 1 (Tabla 8).

Tabla 8. Medias de las variables de la canal de guajolote alimentado con dietas con alternativas.

Variable	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Peso canal caliente (g)	4.23 ^a	4.00 ^a	4.40 ^a
Peso canal fría (g)	4.27 ^a	4.05 ^a	4.17 ^a
Ph	5.70 ^a	5.78 ^a	5.86 ^a
CRA	0.25 ^b	0.33 ^a	0.30 ^a

CRA capacidad de retención de agua

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística ($P < 0.05$).

Los datos obtenidos de canal caliente y fría en un estudio⁽⁹⁾ donde se compararon diferentes tipos de quelites bajo pastoreo son bajos al compararlos con la presente investigación, sin embargo, con el uso de dietas alternativas en la alimentación de guajolotes se pueden obtener pesos iguales a los de una alimentación comercial⁽¹⁰⁾.

El rendimiento de la canal por piezas no presenta diferencias significativas entre las dietas evaluadas ($P < 0.05$). Este estudio muestra diferencias significativas en comparación con un estudio⁽¹⁰⁾, donde el peso de la canal por piezas es superior para esta investigación. El emplear dietas alternativas en la alimentación de guajolotes mejora los rendimientos cárnicos, estos resultados son de importancia dentro de la avicultura, ya que una mayor producción de carne es un indicador clave en la rentabilidad de la producción avícola, beneficiando significativamente al productor, mejorando la calidad de la carne y pudiera aumentar su competitividad en el mercado (Tabla 9).

Tabla 9. Rendimiento de la canal por piezas de guajolote alimentado con dietas con alternativas.

Variable	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Pechuga (g)	1.14 ^a	1.07 ^a	1.21 ^a
Pierna (g)	0.53 ^a	0.50 ^a	0.53 ^a
Muslo (g)	0.57 ^a	0.56 ^a	0.57 ^a
Alas (g)	0.46 ^a	0.42 ^a	0.45 ^a
Huacal (g)	0.46 ^a	0.39 ^a	0.50 ^a
Rabadilla (g)	0.44 ^a	0.43 ^a	0.42 ^a
Pescuezo (g)	0.43 ^a	0.34 ^a	0.43 ^a

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística (P<0.05).

En cuanto a las vísceras rojas se muestra diferencias significativas (p<0.05) con respecto a la dieta 1 donde se muestra un valor más alto. Mas, sin embargo, no hay diferencias significativas entre las dietas con las otras partes de la canal (Tabla 10).

Tabla 10. Rendimiento de la canal, vísceras, cabeza y patas de guajolote alimentado con dietas con alternativas.

Variable	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Vísceras verdes (g)	0.58 ^a	0.51 ^a	0.48 ^a
Vísceras rojas (g)	0.17 ^{ab}	0.14 ^a	0.11 ^a
Patatas	0.14 ^a	0.13 ^a	0.14 ^a
Cabeza	0.17 ^a	0.18 ^a	0.18 ^a

Vísceras verdes incluye contenido de la cavidad abdominal y vísceras verdes contiene corazón, pulmones e hígado.

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística (P<0.05).

En cuanto al rendimiento en carne no se muestran diferencias significativas (p>0.05) entre las dietas, pero se obtuvo mayor carne magra en la dieta 1 y 3. La utilización de dietas a bases de insumos locales en este estudio reflejan la

importancia que estos tiene en la implementación de dietas alternativas, en su estudio⁽¹⁰⁾ corrobora que el uso (quelites) puede satisfacer las demandas de producción y mejora significativamente la calidad de la carne.

Diferentes niveles proteínicos o de aditivos⁽²¹⁾, provocan diferencias de peso en los cortes de la canal, sin embargo, para este estudio los pesos fueron superiores al uso de quelites en la alimentación de guajolotes ⁽¹⁰⁾ (Tabla 11).

Tabla 11. Rendimiento en carne de guajolote alimentado con dietas alternativas.

Variable	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Carne magra (g)	2.14 ^a	1.88 ^a	2.21 ^a
Hueso (g)	0.69 ^a	0.64 ^a	0.63 ^a
Piel (g)	0.65 ^a	0.54 ^a	0.73 ^a
Grasa (g)	0.22 ^a	0.22 ^a	0.58 ^a
Cartilago (g)	0.19 ^a	0.09 ^a	0.06 ^a
Tejido conectivo (g)	0.18 ^a	0.15 ^a	0.15 ^a

^{abc}Diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística (P<0.05).

5.7 Conclusiones

Para este estudio fue evidente que los guajolotes alimentados con dietas alternativas mejoran su desempeño productivo. Sin embargo, es necesario seguir investigando pese a las pocas investigaciones del uso de dietas en la alimentación de aves de traspatio. El uso de dietas alternativas en la alimentación guajolotes, provee de propiedades nutricionales adecuadas para su

producción, obteniendo resultados similares con una alimentación convencional sin alterar las variables productivas ni la calidad de la carne y/o excedentes.

5.8 Literatura Citada

1. Aguilar-Ramírez, J., Santos-Ricalde, R., Pech-Martínez, V., & Montes-Pérez, R. (2000). Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidocolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomédica*, 11(1), 17-24.
2. Buchanan N.P., Hott J.M., Kimbler L.B. & Moritz J.S. 2007. Nutrient composition and digestibility of organic broiler diets and pasture forages. *J. Appl. Poult. Res.* 16:13- 21.
3. Calderón, A. H., Lozano, E., & Vega, E. (2002). Performance del pavo criollo sometido a confinamiento y engorde. *Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú*, 23-58.
4. Camacho-Escobar, M. A., Pérez-Lara, E., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E. I., & Jiménez-Galicia, M. M. (2009). Guajolotes de traspatio como reservorios de enfermedades de aves domésticas y silvestres en tres ecosistemas de la costa mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 109-115.
5. Cruz, R. M. C. (2020). Calidad de la carne de guajolotes *Meleagris gallopavo* alimentados con *Trichanthera gigantea*. Tesis de maestría. Instituto Tecnológico de Conkal.
6. Diario Oficial de la Federación. 2014. Proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NIM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. Publicado el 18 de diciembre de 2014. Consultado el 15 de julio de 2019, disponible en línea en: www.dof.gob.mx
7. Fanatico, AC, Pillai, PB, Hester, PY, Falcone, C., Mench, JA, Owens, CM, Emmert, JL (2008). Rendimiento, habitabilidad y rendimiento en canal de genotipos de pollo de crecimiento lento y rápido alimentados con dietas estándar o bajas en nutrientes y criados en interiores o con acceso al exterior. *Ciencia avícola* 87(6):1012-1021.

8. Ferrer, C., A. San Miguel y L. Olea. 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos* 29(2):7-44. *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial* 16:1-12.
9. García-Flores, A. y Guzmán-Gómez, E. (2016). El guajolote nativo, elemento cotidiano del traspatio en playa ventura, Copala, Guerrero, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(1),1-18
10. García-Melo K.S, Jerez Salas M.P., Vásquez Dávila M.A., López Luis D., Camacho Escobar M.A. (2020). Parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. En: Pérezgrovas Garza R.A., Camacho Escobar M.A. y Juárez Caratechea A. (Eds.): El guajolote nativo: estudios recientes y perspectivas. BUAP, Red Conbiand México. Pp. 165-188.
11. González OF, Pérez MA, Ocampo FI, Paredes SJA, De la Rosa PP. 2014. Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. *Estudios Sociales*. 12 (4). 146-170.
12. Hansen, R.G., Scott, H.M., Larson, B.L., Nelson, T.S. & Krichevsky, P. 1953. Growth stimulation and growth inhibition of chicks fed forage and forage juice concentrate. *J. of Nutrition* 40: 453-463.
13. Ivanovic, L., I. Milasevic, A. Topalovic, D. Durovic, B. Mugosa, M. Knezevic, and M. Vrvic. 2019. Nutritional and phytochemical content of Swiss chard from montenegro, under different fertilization and irrigation treatments. *British Food Journal* 121 (2):411–25. doi:10.1108/Bfj-03-2018-0142.
14. López-Garrido, S. J., Jerez-Salas, M. P., García-López, J. C., Jiménez-Galicia, M. M., Ávila-Serrano, N. Y., Sánchez-Bernal, E. I., Arroyo-Ledezma J. & Camacho Escobar, M. A. (2016). Uso de extractos de árboles para controlar exoparásitos de guajolotes (*Meleagris gallopavo*). *Acta universitaria*, 26(6), 15-23.
15. Lunghi, M. 2016. Evaluación de las contusiones y del pH en las canales bovinas y de su relación con el manejo y bienestar animal en las etapas previas a la faena. Tesis Mag. Ciencias Veterinarias. Esperanza, Argentina. Universidad Nacional del Litoral. 150 p.
16. Martínez-Lira, P., & Corona-M, E. (2016). Possible co-existence of two species of genus *Meleagris* at Monte Albán, Oaxaca. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 10, 632-639.
17. Medrano, J. A. (2000). Recursos animales locales del centro de México. *Archivos de Zootecnia*, 49(187), 385-390.

18. Murcia, M.A., Jiménez-Monreal., A.M, González, J., & Martínez-Tomé, M. 2020. Espinaca. En *Composición nutricional y propiedades antioxidantes de frutas y verduras* (págs. 181-195). Prensa académica.
19. Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M., and Majdoub, H. 2019. Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. cicla): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Research International*, 119, 612-621.
20. Ortiz, J., Palacios, V., Dzib, D., Sierra, A., Sanginés, R., Bojorquez, J., & Sarmiento, L. (2015). Efecto del consumo de Moringa oleífera sobre el crecimiento del cerdo pelón de Yucatán. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 6, 452-459.
21. Ponte, P.L.P., Rosado, C.M.C., Crespo, J.P., Crespo, D.G., Mourão, J.L., Chaveiro-Soares, M.A., Brás, J.L.A., Mendes, L., Gama, L.T., Prates, J.A.M., Ferreira, L.M.A, & Fontes, C.M.G.A. 2008. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Sci.* 87:71-79.
22. Quiroga, A., & Correa, R. J. (2011). Gramíneas forrajeras presentes en el Chaco Árido de Catamarca. *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial* (16), 1, 12.
23. Ramaiyan, B., Kour, J., Nayik, G.A., Anand, N., Alam, M.S. 2020. Spinach (*Spinacia oleracea* L.). In: Nayik, G.A., Gull, A. (eds) *Antioxidants in Vegetables and Nuts - Properties and Health Benefits*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7470-2_8
24. Santillán, M.L. (2015). Ciencia UNAM, consultado en http://ciencia.unam.mx/leer/421/Guajolote_simbolo_milenario_de_nuestra_cultura el 20 de febrero de 2020.
25. Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36(2):91-102.
26. Timm M., Slavin J. *Enciclopedia de nutrición humana*. Elsevier; Ámsterdam, Países Bajos: 2023. Fibra dietética: clasificación y función fisiológica; págs. 209-216
27. Villamar, A.L y Guzmán, V.H. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México (2007). *Claridades Agropecuarias*, 161:3-7.

28. Waseem, M., Akhtar, S., Manzoor, M.F., Mirani, A.A., Ali, Z., Ismail, T., Ahmad, N., and Karrar, E. 2021. Nutritional characterization and food value addition properties of dehydrated spinach powder. *Food Sci Nutr.* 9(2): 1213-1221. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2110>
29. Zaragoza, M. L., Rodríguez, G. G., & Perezgrovas, G. R. A. (2014). Gallinas locales y la medicina tradicional en comunidades indígenas de Chiapas. *Gallinas criollas y guajolotes nativos de México*, 61-90.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES GENERALES

Dentro de la producción de guajolotes, el uso de dietas alternativas provee de fuentes de energía, vitaminas, minerales y proteína adecuadas para su producción, similares a una alimentación convencional. Dichas fuentes nutricionales no alteran las variables productivas ni la calidad de la carne. En este estudio resultó que los guajolotes alimentados con dietas alternativas mejoran su desempeño productivo y la calidad de la carne. Con los pocos estudios presentes en cuanto a la producción de guajolotes, es necesario continuar investigando sobre el uso de dietas en la alimentación de aves de traspatio.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el estudio de dietas alternativas más quelites, y/o forrajes en la alimentación de aves de traspatio.

Así mismo, considerar mayor tiempo de alimentación para así hacer más notorios los cambios que las aves pudieran mostrar en lo productivo y canal.

CAPÍTULO VIII

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Aguilar-Ramírez, J., Santos-Ricalde, R., Pech-Martínez, V., & Montes-Pérez, R. 2000. Utilización de la hoja de Chaya (*Cnidocolus chayamansa*) y de Huaxín (*Leucaena leucocephala*) en la alimentación de aves criollas. *Revista Biomédica*, 11(1), 17-24. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2000/bio001c.pdf>
- Alders, R. G., Dumas, S.E., Rukambile, E., Magoke, G., Maulaga, W., Jong, J and Costa, R. 2018. Family poultry: Multiple roles, systems, challenges, and options for sustainable contributions to household nutrition security through a planetary health lens. *Matern Child Nutr.* 14(S3). e12668.
- Ángeles, C.I.A., Jerez, S.M.P., Pérez, L.M.I. y Villegas, A.Y. 2013. Efecto de *Portulaca oleracea* y *Lolium perenne* en la carne de gallina criolla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6 (1): 1221-1229.
- Antonio, J., Orozco, S., & Ramírez, J. 2011. Contribución de la avicultura campesina en la disponibilidad alimentaria de familias indígenas del sureste mexicano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4.
- Aslam, M. L., Bastiaansen, J. W., Elferink, M. G., Megens, H. J., Crooijmans, R. P., Blomberg, L. A., ... & Long, J. A. 2012. Whole genome SNP discovery and analysis of genetic diversity in Turkey (*Meleagris gallopavo*). *BMC genomics*, 13, 1-14.
- Bogosavljevic, B. S., Pavlovski, Z., Petrovi, M.D., Doskovi, V., Rakonjac, S. Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. *African J Biotechnol* 2010. 9:9177-9182

- Braña, D., E. Ramírez, M. Rubio, A. Sánchez, G. Torrescano, M. Arenas, J.A. Partida de la Peña, E. Ponce y F. Ríos. 2011. Manual de análisis de calidad en muestras de carne. pp:1-91. Folleto Técnico N°11. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, D.F.
- Brewer, M. S.; Jensen, J.; Prestat, C.; Zhu, L. G.; Mckeith, F. K. 2002. Visual acceptability and consumer purchase intent of pumped pork loin roasts. *J. Muscle Foods* 13:53-68.
- Camacho-Escobar M.A., Jiménez-Hidalgo E., Arroyo-Ledezma J., Sánchez-Bernal E. y Pérez-Lara E. 2011a. Historia natural, domesticación y distribución del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en México. *Universidad y Ciencia*, 27 (3): 351-360.
- Camacho-Escobar M.A., Ramírez C.L., Lira T.I. y Hernández S.V. 2008. Phenotypic characterization of the Guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in México. *AGRI*, 43: 59-66.
- Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., & Vásquez-Dávila, M. A. 2014. La guajolota, incubadora tradicional del traspatio en México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4(2014), 316-318.
- Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., & Vásquez-Dávila, M. A. 2014. La guajolota, incubadora tradicional del traspatio en México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4(2014), 316-318.
- Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., Romo-Díaz, C., Vázquez-Dávila, M. A., & García-Bautista, Y. 2016. La conservación *in situ* de aves en el traspatio oaxaqueño. *Que hacer Científico en Chiapas*, 11(1), 60-69.
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3-11.
- Camacho-Escobar, M. A., Pérez-Lara, E., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E. I., & Jiménez-Galicia, M. M. (2009). Guajolotes de traspatio como reservorios de enfermedades de aves domésticas y silvestres en tres ecosistemas de la costa mexicana. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10(1), 109-115.
- Camacho-Escobar, M.A., Hernández-Sánchez, V., Ramírez-Cancino, L., Sánchez-Bernal, E.I. & Arroyo-Ledezma, J. 2008. Characterization of backyard guajolotes (*Meleagris gallopavo gallopavo*) in tropical zones of Mexico. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 20, Article #50. Retrieved April 7, 2008, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd20/4/cama20050.htm>

- Camacho-Escobar, M.A., Jerez-Salas, M.P., Romo-Díaz, C., Vázquez-Dávila, M.A., & García-Bautista. 2016. La conservación *in situ* de aves en el traspatio oaxaqueño. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11(1), 60-69. Disponible en: http://www.dgip.unach.mx/images/pdf-REVISTA-QUEHACERCIENTIFICO/2016-ener-jun/La_conservacion_in_situ_de_aves.pdf
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3-11.
- Camacho-Escobar, M.A., Ramírez-Cancino L, Hernández-Sánchez V, Arroyo-Ledezma J, Sánchez-Bernal El y Magaña-Sevilla HF. 2009. Guajolotes de traspatio en el trópico de México: 1. Características de los productores, tamaño de la parvada y manejo zootécnico. II Congreso Nacional Modelos y Métodos en Ciencias Agropecuarias Aplicadas, *Modelación y Bio-energía en Sistemas*. San Francisco de Campeche, Campeche del 21 al 23 de Mayo de 2009
- Camacho-Escobar, M. A., Jiménez-Hidalgo, E., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E. I., & Pérez-Lara, E. (2011). Historia natural, domesticación y distribución del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en México. *Universidad y ciencia*, 27(3), 351-360.
- Camacho-Escobar, M.A., Pérez-Lara, E., Arroyo-Ledezma, J. y Jiménez-Hidalgo, E. 2009. Diferencias y similitudes entre guajolote silvestre y de traspatio (*Meleagris gallopavo*). *Temas de Ciencia y Tecnología* 13(38):53-62.
- Canul S.M., Sierra V.A., Duran S.L., Zamora B.R., Ortiz O.J. y Mena D.O. 2011. Caracterización del sistema de explotación del *Meleagris gallopavo* en el centro y sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1: 288- 291.
- Case, L.A., Miller, S.P., Wood, B.J. 2010. Factors affecting breast meat yield in turkeys. *World's Poultry Science Journal*, 66(2): 189-202. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000255>
- Chassin-Noria O., López-Zavala R., Cano-Camacho H., Suarez-Corona E., Juárez Caratachea A. y Zavala-Páramo M.G. 2005. Diversidad y similitud genética entre poblaciones de guajolotes mexicanos utilizando un método de amplificación aleatorio de ADN polimórfico (RAPD). *Técnica Pecuaria en México*, 43 (3): 415- 424.

- Cigarroa-Vázquez, F., Herrera-Haro, J.G., Ruiz Sesma. B., Cuca-García, J. M.I., Rojas Martínez, R. and Lemus-Flores, C., 2013. Caracterización fenotípica del guajolote autóctono (*Meleagris gallopavo*) y sistema de producción en la región centro norte de Chiapas, México. *Agrociencia*, 47 (6), pp. 579-591.
- Contreras C.M.E. 2011. Análisis genético molecular de una parvada de guajolote (*Meleagris gallopavo*) mediante microsátélites. Tesis para obtener el grado de biólogo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. p. 1-2
- Díaz, G.A.M. 1975. Programa Nacional de Meleagricultura. In: Memoria de la primera reunión anual. SAG. Dirección General de Avicultura y Especies Menores. México, DF., 54-56 p.
- Djebbi A., M'hamdi N., Haddad I. y Chriki A. 2014. Phenotypic Characterization Of The Indigenous Turkey (*Meleagris gallopavo*) In The North West Regions Of Tunisia. *Sci. Agri.* 2 (1): 51-56.
- Estrada M.A., Alcántara-Carbajal J.L., Cadena-Iñiguez., Tarango-Arámbula L.A., Segura-León O. y Escalante-Pliego P. 2013. La crianza del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en comunidades indígenas de la región centro de México. *AGROPRODUCTIVIDAD*, 6 (6): 59-68.
- Fanático, A. 2007. Sistemas Avícolas Alternativos con Acceso a Pastura. National Sustainable Agriculture Information Service. Consultado el 28 de septiembre del 2014, en línea bajo la dirección: <https://attra.ncat.org/attrapub/summaries/summary.php?pub=236>
- Fernández, S. 2001 Pigmentación en avicultura. In: Memorias de producción avícola en nutrición y alimentación avícola. Universidad Nacional Autónoma de México pp. 150-174, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México
- Ferrer, C., A. San Miguel y L. Olea. 2001. Nomenclátor básico de pastos en España. *Pastos* 29(2):7-44.
- Frimpong, S; Gebresenbet, G; Bobobee, E; Aklaku, E; Hamdu, I. 2014. Effect of transportation and pre-slaughter handling on welfare and meat quality of cattle: case study of Kumasi Abattoir, Ghana. *Veterinary Sciences*.1. 174-191.
- Gallardo, J. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México. SAGARPA. Coordinación General de Ganadería. México.

- Gamba, M., Raguindin, P. F., Asllanaj, E., Merlo, F., Glisic, M., Minder, B., Bussler, W., Metzger, B., Kern, H. and Taulant Muka. 2021. Bioactive compounds and nutritional composition of Swiss chard (*Beta vulgaris* L. var. *cicla* and *flavescens*): a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 61(20), 3465-3480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1799326>
- García-Melo, K. S., Jerez-Salas, M. P., Vásquez-Dávila, M. A., López-Luis, D., & Camacho-Escobar, M. A. (2020). Parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. In: R. A. Perezgrovas-Garza, M. A. Camacho-Escobar, & A. Juárez-Caratachea (Eds.). El guajolote nativo de México: estudios recientes y perspectivas (pp. 165-188). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A. C. ISBN: 978-607-525-719-8
- González S.C.A., Escobar R.A.F., Ramírez M.A., Usuga A.V. y Barahona R.R. 2009. Evaluación productiva y económica de tres sistemas de producción de huevo de mesa (piso, jaula y pastoreo) en la granja San Pablo de la Universidad Nacional de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria*, 22 (3):502-506
- Gutiérrez-Triay, M. A., Segura-Correa, J. C., López-Burgos, L., Santos-Flores, J., Santos Ricalde, R. H., Sarmiento-Franco, L., ... & Molina-Canul, G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 7(3).
- Hansen, R. G., Scott, H. M., Larson, B. L., Nelson, T. S., & Krichevsky, P. (1953). Growth stimulation and growth inhibition of chicks fed forage and forage juice concentrate. *The Journal of Nutrition*, 49(3), 453-463. <https://doi.org/10.1093/jn/49.3.453>
- Hargreaves, A., Barrales, L., Larrain, R., Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Ciencia e Investigación Agraria*. 31 (3): 155 – 166.
- Hernández. A. A ., Jerez-Salas M. P., Camacho-Escobar M.A., Vázquez-Dávila M. A., Villegas-Aparicio Y., Rodríguez-Ortiz G. 2014. La mujer en la comercialización del guajolote (*Meleagris gallopavo* L.) en los mercados de los valles centrales de Oaxaca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4:153-157. Indexada (ISSN impresa: 2253-7325; ISSN online: 2253-9727). Disponible en: <http://www.aicarevista.es/>
- Honikel K.O. 1984. Retención de agua y emulsión de la grasa en la elaboración de pastones para embutidos escaldados. *Fleischwirtsch.* 2: 30-36.

- Honikel, K.O. y Hamm, R. 1994. Measurement of water-holding capacity and juiciness. In Ed. Pearson A.M. y Dutson T.R. Quality Attributes and Their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. Advances in Meat Research Series. 9: 125- 161
- Hortúa-López, L. C., Cerón-Muñoz, M. F., Zaragoza-Martínez, M.L., Angulo-Arizala, J. 2021. Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. *Agronomía Mesoamericana*. 32 (3). 1019-1033.
- Janky, D.M. 1996. The use of the Minolta reflectance chomameter II for pigmentarion Evaluation of broilers shanks. *Poultry Science* 65(3):491-496.
- Jerez MP, Herrera JG and Vásquez MA. 1994. La Gallina Criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. ITAO – CIGA, Oaxaca, México.
- Jerez, S.M.P., González, M. A., Herrera, H.J.G., Vásquez, D.M.A., Segura C.J. & Villegas, A.Y. 2009. Mercadeo de huevos de gallinas criollas (*Gallus gallus*L.) en los Valles Centrales de Oaxaca, México. *Etnobiología*. 7, 86-93.
- Koohmaraie, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat science*, 36(1-2), 93-104.
- Kumar, D., Kumar, S., and Shekhar, C. 2020. Nutritional components in green leafy vegetables: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2498-2502.
- López P.E., Uriostegui R.E., López P.F., Pro M.A., Hernández M.O., Guerrero S.I. 2011. Calidad nutricional de pechuga, muslo y pierna de guajolotas y guajolotes nativos mexicanos (*Meleagris gallopavo* L.). Archivos Iberoamericanos de Conservación Animal.
- López, Z. R., Cano, C. H., Chassin, N. O. and Zavala, P. M. (2009). Comportamiento productivo de una parvada de guajolote doméstico (*Meleagris gallopavo*) de traspatio criado bajo condiciones de confinamiento total. *Ciencia UAT*, 3 (4): 67-70. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942916002>.
- López-Zavala R., Cano-Camacho H., Chassin-Noria O., Oyama K., Vázquez-Marrufo G. y Zavala-Páramo M.G. 2013. Diversidad genética y estructura de poblaciones de pavos domésticos mexicanos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 4 (4): 417- 434.

- López-Zavala R., Chassin N.O., Cano C.H. y Zavala P.M.G. 2008. Variabilidad de la región mitocondrial del guajolote de traspatio (*Meleagris gallopavo*) en Michoacán, México. En memorias del "IX Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de recursos Zoogenéticos", Mar del Plata, Buenos aires, Argentina. Pp. 371-374.
- Losada H., Rivera J., Cortés A., González R.O. y Herrera J. 2006. Un análisis de los sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) en el espacio suburbano de la delegación de Xochimilco al Sur de la Ciudad de México. *Livestock Research for Rural Development* 18 (4).
- Mancini, R.A. & Hunt, M.C. 2005 Current research in meat color. *Meat Science* 71:100-120
- Marín, H. C., & Vergara, E. U. 2015. Efecto de la sustitución de grasa por salvado de avena sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de hamburguesas de pavo (*Meleagris gallopavo*) doméstico blanco gigante. *Pueblo continente*, 24(2), 433-439.
- Martínez-Damián, M. Á., Mora-Flores, J. S., & Téllez-Delgado, R. 2016. Demanda por carne de pavo: efecto precio o efecto gasto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(2), 139-144.
- Medrano J.A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Archivos de Zootecnia*, 49 (187): 385-390.
- Mijangos-Matus L., M.A. Camacho-Escobar, M.P. Jerez-Salas, M.A. Vásquez-Dávila, 58 J.C. García-López y S.J. López-Garrido. 2016. Aspectos de la avicultura chatina de Santos Reyes Nopala, Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 3(Suplemento 2):12-14.
- 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>
- Mzoughi, Z., Chahdoura, H., Chakroun, Y., Cámara, M., Fernández-Ruiz, V., Morales, P., Mosbah, H., Flamini, G., Snoussi, M., and Majdoub, H. 2019. Wild edible Swiss chard leaves (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*): Nutritional, phytochemical composition and biological activities. *Food Research International*, 119, 612-621.
- Ouali, A. 1990. Meat tenderisation: posible causes and mechanisms. A review. *J Muscle Foods*, 1, 129 -165.

- Owens, C.M., & Sams, A.R. 1997. Muscle metabolism and meat quality of pectoralis from turkeys treated with postmortem electrical stimulation. *Poultry Science* 76(7):1047- 1051.
- Pérez-Lara E. 2011. Parámetros productivos y caracterización de la curva de crecimiento en guajolote (*Meleagris gallopavo* L.) de traspatio en confinamiento. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Escondido, Oaxaca. p. 12-13.
- Pérez-Lara, E. y Camacho-Escobar, M. A. 2009. Curvas de crecimiento en guajolote de traspatio con diferentes dietas tradicionales. Memorias electrónicas del Segundo Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia. Puebla, Puebla del 23 – 27 de Marzo. Pp 26 – 31.
- Pérez-Lara., M. A. Camacho-Escoba., J. C., García-López., S. Machorro-Samano., N y Avila-serrano., J. Arroyo-Ledezma. 2013. Mathematical modeling of the native mexican turkey's growth. *Open journal of animal sciences*. vol.3, no.4, 305-310
- Piráces, S.F. & Cortés, C.R. 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.
- Ponte, P. L. P., Rosado, C. M. C., Crespo, J. P., Crespo, D. G., Mourão, J. L., Chaveiro-Soares, M. A., Fontes C. M. G. A. 2008. Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science*, 87(1), 71-79. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00147>
- Quiroga, A. y Correa, R.J 2011. Gramíneas forrajeras presentes en el Chaco árido de Catamarca. *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial* 16:1-12.
- Ramírez-Rivera E, Camacho-Escobar M, García-López J, Reyes-Borques V, Rodríguez-Del a Torre M. 2012. Sensory analysis of Creole turkey meat with flash profile method. *Open Journal of Animal Sciences*; 2:1-10. <https://doi.org/10.4236/ojas.2012.21001>
- Reist, S., Hintermann, F y Sommer, R. 2007. La revolución ganadera: ¿Una oportunidad para los productores pobres? Zollikofen, Suiza. Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. *Info Resources Focus* no. 1/07.
- Reyes, B. V., Rodríguez, T.M., Ramírez, R.E.J., Franco, Z.D y Camacho E.M.A. 2010. Smartketing sensorial, elemento estratégico para generar valor

agregado a la meleagricultura de traspatio en la Costa de Oaxaca. *Ciencias Agrícolas Informa* 19(1):62-65. (Indexada ISSN 1870-7378).

- Rodríguez G., Sanabria N., Ramírez C., Guevara F., Perezgrovas R. y Zaragoza L. 2012. La gallina de rancho y el caldo de gallina como elementos de identidad 70 campesina Frailesca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2 (2012): 25-34.
- Romero-López, A.R. 2015. Las funciones de las aves en la producción avícola de pequeña escala: el caso de una comunidad rural en Hidalgo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. INIFAP. México.
- Roncalés, P.Geesink, G.H., van Laack, R.L.J.M., Jaime, I., Beltrán, J.L., Barnier, V.M.H., Smulders, F.J.M. 1995. Meat tenderisation: Enzymatic mechanisms. In, *Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*. A. Ouali, D.I. Demeyer and F.J.M. Smulders, eds., ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands.
- Samanta, I., Joardar S.N., Das P.K. 2018. Chapter 14—biosecurity strategies for backyard poultry: a controlled way for safe food production. In: *Handbook of food bioengineering, food control and biosecurity*. Academic Press; <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811445-2.00014-3>. p: 481–517.
- Sánchez, R.J.F. 2006. Curva de crecimiento y correlaciones fenotípicas del pavo común mexicano a diferentes edades. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán. p. 2-3.
- Sánchez-Sánchez, M., & Torres-Rivera, J.A. 2014. Diagnóstico y tipificación de unidades familiares con y sin gallinas de traspatio en una comunidad de Huatusco, Veracruz (México). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(2). Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/837/83731110005/>
- Savón, L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 36(2):91-102.
- Siacon (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). (2013). Programa Informático con base de datos agrícolas, pecuarios y pesqueros. Volumen, precios medios rurales y valor de la producción de guajolote en pie y de carne en canal (2000-2012). México.
- Speller, C. F., Kemp, B. M., Wyatt, S. D., Monroe, C., Lipe, W. D., Arndt, U. M., & Yang, D. Y. 2010. Ancient mitochondrial DNA analysis reveals complexity of indigenous North American turkey domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(7), 2807-2812.

- Swatland, H.J. 2003. Estructura y desarrollo de los animales de abasto. Zaragoza, España: Editorial Acribia, S.A.
- Tobajas, A.F., Juárez C.A., Pineda S. y Figueroa J.L. 2011. Artrópodos componentes de la dieta de guajolotes de traspatio en el estado de Michoacán, México. *Acta Zool. Mex.* 27 (3): 826-836
- Trigueros, C.J.G., López M.J.E., Cano C.H. y Zavala P.M.G. 2003. Análisis molecular de dos poblaciones de guajolotes nativos mexicanos y una de línea comercial de pavos por RAPD's. *Técnica Pecuaria en México*, 41 (1): 111-120
- UNA. Unión Nacional de Avicultores de la República Mexicana. 2016. Datos de la producción avícola en publicación divulgativa.
- Vicente, A. R., Manganaris, G. A., Darre, M., Ortiz, C. M., Sozzi, G. O., and Crisosto, C. H. 2022. Compositional determinants of fruit and vegetable quality and nutritional value. In *Postharvest Handling* (pp. 565-619). Academic Press.
- Villamar A.L., Guzmán V.H., 2018. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de guajolote (pavo) en México. SAGARPA. Coordinación General de Ganadería. México.