



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

**POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y
CARACTERIZACIÓN ETNOLÓGICA DEL GUAJOLOTE
NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN CAMPECHE,
MÉXICO**

RODRIGO PORTILLO SALGADO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

2017

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Rodrigo Portillo Salgado, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. José G. Herrera Haro, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis Análisis del sistema de producción y caracterización etnológica del guajolote nativo (Meleagris gallopavo) en Campeche, México y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre el colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 21 de noviembre de 2017

Firma del
Alumno (a)

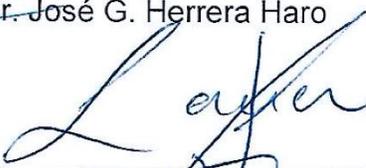
Dr. José G. Herrera Haro

Vó. Bo. del Consejero o Director de Tesis

La presente tesis titulada: **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ETNOLÓGICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN CAMPECHE, MÉXICO**, realizada por el alumno: **Rodrigo Portillo Salgado**, 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
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GANADERÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO	 _____
	Dr. José G. Herrera Haro
ASESOR	 _____
	Dr. José R. Bárcena Gama
ASESOR	 _____
	Dra. María E. Ortega Cerrilla
ASESOR	 _____
	Dr. Jaime Bautista Ortega
ASESOR	 _____
	Dr. Alfredo Sánchez Villarreal

Montecillo, Texcoco, Estado de México, noviembre de 2017

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ETNOLÓGICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN CAMPECHE, MÉXICO

RODRIGO PORTILLO SALGADO, M.C.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017

RESUMEN

La conservación y multiplicación del guajolote (*M. gallopavo*) es una estrategia en favor de la seguridad alimentaria de las familias rurales, ya que permite conservar la diversidad de sus poblaciones y evitar que algunos genes relacionados con su adaptación y resistencia a condiciones climáticas adversas disminuyan su frecuencia o lleguen a la extinción. Este estudio describe el entorno actual de producción, así como las características etnológicas del guajolote nativo en el estado de Campeche, México. La recolección de datos se basó en la aplicación de una encuesta a productores en 48 unidades de producción (UP) y la medición directa de 12 medidas morfométricas (MM) y 3 caracteres fanerópticos en 202 guajolotes adultos escogidos al azar en cada UP. El análisis de la información consistió en estadísticos descriptivos, análisis de varianza, componentes principales (ACP) y conglomerados usando el programa SAS, ver. 9.4. Los resultados evidencian un sistema de producción que contribuye a la obtención de carne de guajolote que complementa la calidad alimentaria de las familias rurales (60.4%), así como a la obtención de ingresos económicos a través de la venta local de huevo (84.9%). El manejo de las aves lo realizan mujeres indígenas (92.6%) con una edad de 44.6 ± 11.9 años, escolaridad básica (41.7%) y experiencia en la crianza del guajolote de 14.7 ± 13.9 años. Las parvadas son pastoreadas (93,7%) en el traspatio y zonas aledañas a la vivienda, alimentadas con maíz en grano (62.5%), además de utilizar productos veterinarios (75.6%) para el control de enfermedades. En general, todas las MM mostraron una moderada variabilidad entre las poblaciones ($CV = <20\%$). El análisis de correlación mostró armonía morfoestructural en hembras y machos. El ACP y conglomerados agruparon a las aves en 3 poblaciones diferenciadas por su perímetro torácico, longitud de muslo, ancho de pierna, tarso y cuello, además mostraron que los guajolotes con mayor tamaño y peso corporal se crían en el municipio de Campeche. Se diferenciaron 11 fenotipos, teniendo la mayor frecuencia de machos con plumaje de color negro/café/blanco (24.06%), con tarsos rosa (42.03%) y pigmento de pico amarillo (64.6%). Por otro lado, predominaron hembras con plumajes de color café/blanco (20.2%), tarsos blancos (36.8%) y pigmento de pico amarillo (63.7%). Estos resultados proporcionan bases para futuros programas regionales de conservación y mejora genética del guajolote en México.

Palabras clave: análisis multivariado, armonía morfoestructural, Campeche, guajolote nativo.

**ANALYSIS OF THE PRODUCTION SYSTEM AND ETHNOLOGICAL
CHARACTERIZATION OF NATIVE TURKEY (*Meleagris gallopavo*) IN CAMPECHE,
MEXICO**

RODRIGO PORTILLO SALGADO, M.C.
COLEGIO DE POSTGRADUADOS, 2017

ABSTRACT

The conservation and multiplication of the turkey (*M. gallopavo*) is a strategy in favour of the food security of rural families, since it allows to conserve the diversity of their populations and avoid that some genes related to their adaptation and resistance to adverse climatic conditions diminish their frequency or become extinct. This study describes the current production environment, as well as the ethnological characteristics of the native turkey in the state of Campeche, Mexico. The data collection was based on the application of a survey of producers in 48 production units (PU) and the direct measurement of 12 morphometric measurements (MM) and 3 phenotypic characters in 202 adult turkeys randomly selected in each PU. The analysis of the information consisted of descriptive statistics, analysis of variance, main components (PCA) and clusters using the SAS program, version 9.4. The results show a production system that contributes to the obtaining of turkey meat that complements the food quality of rural families (60.4%), as well as to the obtaining of economic income through the local sale of egg (84.9%). The management of the birds is carried out by indigenous women (92.6%) with an age of 44.6 ± 11.9 years, basic schooling (41.7%) and experience in breeding the turkey of 14.7 ± 13.9 years. The flocks are grazed (93.7%) in the backyard and surrounding areas of the house, fed with corn grain (62.5%), in addition to using veterinary products (75.6%) for disease control. In general, all MM showed moderate variability among populations (CV= <20%). Correlation analysis showed morphostructural harmony in females and males. The PCA and clusters grouped the birds in 3 populations differentiated by their thoracic perimeter, thigh length, leg width, tarsus and neck, also showed that the turkeys with greater size and body weight are bred in the municipality of Campeche. A small sample of 11 phenotypes were found differentiated, having the highest frequency of males with black/brown/white plumage (24.06%), with pink tarsus (42.03%) and yellow pigment peak (64.6%). On the other hand, females predominated with brown/white plumage (20.2%), white tarsus (36.8%) and yellow-pigment peak (63.7%). These results provide the basis for future regional programs for conservation and genetic improvement of the turkey in Mexico.

Key words: multivariate analysis, morphostructural harmony, Campeche, native turkey.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para realizar este postgrado.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, por la formación profesional y académica recibida.

Al Dr. José G. Herrera Haro, por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, por la confianza, paciencia y dirección para culminar la tesis, así como, por su gran amistad y consejos que sin duda alguna siempre tendré en cuenta.

Al Dr. Jaime Bautista Ortega, un especial agradecimiento por el apoyo y facilidades brindadas para trasladarse a las comunidades y realizar la recolección de datos en campo.

A mis asesores, Dr. Alfredo Sánchez Villarreal, Dra. María Esther Ortega Cerrilla y Dr. José Ricardo Bárcena Gama, por ser parte de mi consejo particular y por sus aportaciones en la culminación de la tesis.

A las productoras, responsables de la unidad de producción avícola, por su tiempo y amable atención brindada para contestar el cuestionario, así como, por las facilidades recibidas para medir y fotografiar a sus guajolotes.

A cada uno de mis compañeros y amigos, por los buenos momentos que hicieron más amena esta etapa de mi formación profesional.

Al personal académico y administrativo del programa de ganadería

DEDICATORIA

A mi madre:

Consuelo Paredes Cruz

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN GENERAL	2
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. OBJETIVOS.....	6
IV. HIPÓTESIS.....	6
V. LITERATURA CITADA.....	7
CAPÍTULO I. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL GUAJOLOTE NATIVO (<i>Meleagris gallopavo</i>) EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO.....	11
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Situación actual de la avicultura de traspatio en el sureste de México.....	13

1.2. La crianza del guajolote nativo en el sureste de México.....	14
1.3. Importancia de la caracterización de los sistemas de producción avícolas de traspatio.....	15
1.4. Realización de encuestas como herramienta para caracterizar las explotaciones avícolas de traspatio.....	16
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
2.1. Descripción del área de estudio.....	18
2.2. Tamaño muestral y recolección de datos.....	19
2.3. Análisis estadístico.....	20
2.3.1. Análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	20
2.3.2. Análisis de componentes principales (ACP).....	22
2.3.3. Análisis de conglomerados con K-medias.....	22
2.3.4. Análisis discriminante canónico (ADC).....	23
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
3.1. Datos generales del productor.....	24
3.2. Inventario y estructura de la parvada.....	24
3.3. Alimentación.....	27
3.4. Instalaciones.....	29
3.5. Reproducción.....	30
3.6. Sanidad.....	31
3.7. Comercialización.....	33

3.8. Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	33
3.9. Resultados del análisis de componentes principales (ACP).....	38
3.10. Resultados del análisis de conglomerados con K-medias.....	41
3.11. Resultados del análisis discriminante canónico.....	43
4. CONCLUSIONES.....	46
5. LITERATURA CITADA.....	47
CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA, MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (<i>Meleagris gallopavo</i>) EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO.....	55
RESUMEN.....	55
ABSTRACT.....	56
1. INTRODUCCIÓN.....	57
1.1. Los recursos zoogenéticos y su importancia socioeconómica.....	57
1.2. Importancia de la caracterización de los recursos zoogenéticos.....	58
1.2.1. Caracterización morfológica.....	59
1.2.2. Caracterización morfoestructural.....	60
1.2.3. Caracterización faneróptica.....	61
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	63

2.1. Tamaño muestral y recolección de datos.....	63
2.2. Nomenclatura anatómica exterior de las variables morfológicas estudiadas.....	66
2.3. Calculo de índices zoométricos.....	67
2.4. Descripción de los caracteres fanerópticos estudiados.....	68
2.5. Análisis estadístico.....	68
2.5.1. Descriptivos estadísticos y análisis de varianza (ANOVA).....	68
2.5.2. Análisis de componentes principales (ACP).....	69
2.5.3. Análisis de correlación.....	70
2.5.4. Análisis discriminante canónico (ADC).....	71
2.5.5. Análisis de conglomerados (cluster).....	71
2.5.6. Análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	72
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
3.1. Caracterización morfométrica según sexo y población de origen.....	73
3.2. Análisis de la armonía morfoestructural.....	78
3.3. Resultados del análisis de componentes principales (ACP).....	81
3.3.1. Análisis de componentes principales a nivel de los machos.....	81
3.3.2. Análisis de componentes principales a nivel de las hembras.....	83
3.4. Resultados del análisis discriminante canónico (ADC).....	85
3.4.1. Análisis discriminante canónico a nivel de toda la muestra.....	85
3.4.2. Análisis discriminante canónico a nivel de los machos.....	88
3.4.3. Análisis discriminante canónico a nivel de las hembras.....	91

3.5. Resultados del análisis cluster.....	94
3.6. Caracterización faneróptica.....	97
3.7. Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM).....	102
3.7.1. Análisis de correspondencia múltiple a nivel de los machos.....	102
3.7.2. Análisis de correspondencia múltiple a nivel de las hembras.....	105
4. CONCLUSIONES.....	108
5. LITERATURA CITADA.....	109
ANEXOS.....	120

LISTA DE CUADROS

	Pág.
CAPÍTULO I	
Cuadro 1. Comunidades en donde se realizó el estudio.....	19
Cuadro 2. Características generales del productor y de las parvadas de guajolotes nativo en el estado de Campeche, México.....	25
Cuadro 3. Matriz de discriminación de variables cualitativas respecto a unidades de producción por municipio muestreado.....	34
Cuadro 4. Matriz de discriminación de variables cualitativas respecto a unidades de producción por municipio muestreado (continuación).....	35
Cuadro 5. Matriz de los componentes principales seleccionados de variables cuantitativas de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.....	39
Cuadro 6. Promedios de las características cuantitativas de los grupos generados a través del análisis cluster.....	43
Cuadro 7. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas y autovalores.....	44
Cuadro 8. Distancia Mahalanobis y significancia de la clasificación de unidades de producción del guajolote según municipio muestreado.....	45
CAPÍTULO II	
Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de medidas morfométricas e índices morfológicos de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.....	74

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos del peso corporal y medidas morfométricas de guajolotes nativos (machos) según población de origen.....	76
Cuadro 3. Estadísticos descriptivos del peso corporal y medidas morfométricas de guajolotes nativos (hembras) según población de origen.....	77
Cuadro 4. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables morfométricas de guajolotes nativos (machos).....	79
Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables morfométricas de guajolotes nativos (hembras).....	80
Cuadro 6. Matriz de componentes principales de guajolotes nativos (machos)...	81
Cuadro 7. Matriz de componentes principales de guajolotes nativos (hembras)	83
Cuadro 8. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de la muestra total.....	85
Cuadro 9. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante stepwise de toda la muestra.....	86
Cuadro 10. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes total.....	88
Cuadro 11. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de los machos.....	89
Cuadro 12. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante stepwise de los machos.....	89
Cuadro 13. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes nativos (machos).....	90

Cuadro 14. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de las hembras.....	92
Cuadro 15. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante stepwise de las hembras.....	92
Cuadro 16. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes nativos (hembras).....	93
Cuadro 17. Promedios del peso corporal y variables morfométricas para cada morfotipo determinado.....	96
Cuadro 18. Frecuencias y porcentajes del color de plumaje de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.....	99
Cuadro 19. Frecuencias y porcentajes del color de piel de tarso y pigmento de pico de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.....	102
Cuadro 20. Matriz de discriminación usando variables fanerópticas de guajolotes nativos (machos).....	103
Cuadro 21. Matriz de discriminación usando variables fanerópticas de guajolotes nativos (hembras).....	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
CAPÍTULO I	
Figura 1. Localización geográfica de los municipios muestreados.....	18
Figura 2. Especies avícolas presentes en los traspatio en el estado de Campeche, México.....	24
Figura 3. Métodos tradicionales para la identificación de guajolotes nativos.....	27
Figura 4. Tipo de alimentación de guajolotes adultos.....	28
Figura 5. Tipo de alimentación de pavipollos.....	29
Figura 6. Tipo de corrales utilizados para el confinamiento de guajolotes nativos en comunidades rurales en el estado de Campeche.....	30
Figura 7. Principales enfermedades reportadas en guajolotes nativos en el estado de Campeche.....	32
Figura 8. Biplot generado a través del análisis de correspondencia múltiple que muestra la relación de variables cualitativas de unidades de producción del guajolote nativo por municipio.....	38
Figura 9. Biplot generado a través del análisis de componentes principales referente a variables cuantitativas de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.....	40
Figura 10. Dendrograma del análisis cluster que permite observar la agrupación de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.....	41

Figura 11. Diagrama de dispersión de las unidades de producción del guajolote nativo según municipio muestreado.....	45
---	----

CAPÍTULO II

Figura 1. Numero de guajolotes muestreados en cada municipio del estado de Campeche, México.....	63
---	----

Figura 2. Puntos de referencia anatómica de las variables morfológicas estudiadas.....	65
---	----

Figura 3. Distribución espacial de las variables morfométricas mas importantes asociadas en los componentes principales 1 y 2 de los machos.....	82
---	----

Figura 4. Distribución espacial de las variables morfométricas mas importantes asociadas en los componentes principales 1 y 2 de las hembras.....	84
--	----

Figura 5. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (muestra total).....	87
--	----

Figura 6. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (machos).....	91
---	----

Figura 7. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (hembras).....	94
--	----

Figura 8. Dendrograma generado que muestra la similitud morfológica de guajolotes nativos (machos) muestreados en el estado de Campeche, México....	95
--	----

Figura 9. Dendrograma generado que muestra la similitud morfológica de guajolotes nativos (hembras) muestreados en el estado de Campeche, México..	97
---	----

Figura 10. Diversidad del color de plumaje de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.....	98
---	----

Figura 11. Dendrograma del análisis de correspondencia que muestra la relación entre variables fanerópticas y municipio de estudio.....	100
Figura 12. Relación entre variables fanerópticas de guajolotes nativos (machos) y población de estudio.....	104
Figura 13. Relación entre variables fanerópticas de guajolotes nativos (hembras) y población de estudio.....	107



Guajolote macho criado bajo condiciones de traspatio en el municipio de Champotón, Campeche, México

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

Se tienen evidencias de la domesticación del guajolote desde hace 7 000 años (Valadez, 2003), cuando el hombre vivía en forma seminómada, dedicado a la cacería y a la recolección de frutos y plantas e incluía a esta especie en su alimentación diaria. Se cree que el sitio de domesticación de esta ave corresponde a la región que actualmente incluye el estado de Oaxaca (FAO, 2005), en la cual, los guajolotes vivían cerca de los campamentos humanos, hecho que propicio que el hombre adquiriera un mayor conocimiento de la especie, la protegiera y le proporcionara alimentos. Por ello, se piensa que la domesticación del guajolote ocurrió debido a tres razones: a) hombre y ave compartieron el mismo territorio, b) el guajolote realizaba su ciclo de vida dentro de dicho territorio, c) ambos se beneficiaron de este proceso (Valadez, 2003).

Los estudios de caracterización del sistema de traspatio en la Península de Yucatán, a la cual pertenece el estado de Campeche, evidenciaron que el guajolote nativo es la segunda especie avícola de mayor presencia (Rejón *et al.*, 1996; Gutiérrez-Triay *et al.*, 2007), y que es una opción en favor de la seguridad alimentaria de las familias rurales y un medio importante para la conservación de germoplasma adaptado a este sistema de producción familiar (Aquino *et al.*, 2003).

El guajolote en el centro y sur de la Península de Yucatán, reciben un manejo tradicional, proporcionado principalmente por mujeres indígenas (Canul *et al.*, 2011a). Sus características fanerópticas y morfométrica muestran una amplia diversidad fenotípica (Canul *et al.*, 2011b). En un estudio *in situ* realizado por Mallia (1998) en los estados de Oaxaca y Quintana Roo para determinar el papel de esta especie (*Meleagris gallopavo*), encontró pequeñas poblaciones con una marcada mortalidad (50-100%),

atribuible a deficientes practicas sanitarias. Lo anterior evidencia la necesidad de realizar estudios en estas regiones del sureste mexicano que aporten una mayor información sobre la especie, como el caso del estado de Campeche, región en la cual se carece de estudios sobre aspectos relacionados con el sistema de producción del guajolote y sus características etnológicas

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas dos décadas, en México, se han impulsado estudios de recursos zogenéticos (RZG), debido a la relevancia de la diversidad de las poblaciones nativas o criollas (Hernández-Zepeda *et al.*, 2002). El interés por conocer y conservar estas distintas razas radica en su potencial económico, cultural y científico (Camacho-Escobar *et al.*, 2006). La avicultura de traspatio es un reservorio habitual de la gallina criolla (*Gallus gallus* L.) y el guajolote nativo (*Meleagris gallopavo*) principalmente. Este último, de gran importancia, debido a su origen y domesticación en el país (Ángel-Hernández *et al.*, 2014), cuya crianza es común en las comunidades rurales, generalmente marginadas económica y geográficamente. Estas aves cumplen distintas funciones relacionadas con la conservación de tradiciones culturales, mecanismos de ahorro y una fuente de proteína de buena calidad para la alimentación familiar (Estrada-Mora *et al.*, 2013).

El conocimiento tradicional del productor rural sobre la crianza del guajolote nativo, ha permitido preservar poblaciones con buenas características de adaptación y resistencia, indispensables para sobrevivir en condiciones difíciles, tanto de clima como de alimentación y manejo (Estrada-Mora *et al.*, 2013), mismas que en los últimos años se han visto afectadas por los cruzamientos indiscriminados con genotipos mejorados,

generando la reducción de sus inventarios y la pérdida de su variabilidad genética (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

Pese a que la FAO (2015) no cataloga al guajolote como una raza en peligro de extinción, es alarmante observar que la cría y producción de esta ave, está en peligro de desaparecer, debido a que los productores no ven a su crianza como una actividad económica rentable, dando mayor prioridad a otras especies domesticas como el cerdo y la gallina criolla (Aquino *et al.*, 2003).

Uno de los primeros pasos para la conservación y uso sostenible de este RZG es su caracterización etnológica, mediante sus mediciones corporales, que proporcionan información útil sobre las características fenotípicas, fundamentales para definir estrategias de mejora genética y comprensión de la interacción con el ambiente en sus rasgos morfológicos, análisis de la armonía corporal y de la aptitud productiva (Ríos *et al.*, 2016; Hernández *et al.*, 2017).

Considerando que esta ave se encuentra distribuida prácticamente en todo el territorio mexicano (Ríos *et al.*, 2016), se han realizado diversos estudios para caracterizar al guajolote tanto fenotípica como morfométricamente, así como para describir su sistema de producción (Aquino *et al.*, 2003; López-Zavala *et al.*, 2008; Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Estrada-Mora *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2016), sin embargo, es necesario completar el mapeo de esta especie en su entorno productivo en cada una de las diferentes zonas agroecológicas en las cuales se cría.

Las preguntas de investigación que dirigieron la presente investigación fueron:

- a) ¿Cómo es el sistema de producción del guajolote nativo en comunidades rurales del estado de Campeche, México, y cuáles son las variables socioeconómicas que permiten agrupar a las unidades de producción?
- b) ¿Cuáles son las características morfológicas, morfoestructurales y fanerópticas que describen al guajolote nativo en comunidades rurales del estado de Campeche, México?

III. OBJETIVOS

Los objetivos que se plantearon para la presente investigación son:

2.1. Objetivo general

Contribuir al conocimiento del entorno actual de producción y de las características etnológicas del guajolote nativo (*M. gallopavo*) en México.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis descriptivo de las prácticas locales de cría y manejo del guajolote nativo, así como de la agrupación de unidades de producción basada en variables socioeconómicas en el estado de Campeche, México.
- Caracterizar etnológicamente al guajolote nativo en el estado de Campeche tomando en cuenta sus características morfológicas, morfoestructurales y fanerópticas.

IV. HIPÓTESIS

- Las prácticas locales de cría y manejo del guajolote nativo en el estado de Campeche, México pueden ser descritas usando estadística descriptiva y análisis multivariado.
- El guajolote nativo en el estado de Campeche, México presenta una amplia variabilidad morfológica, morfoestructural y faneróptica, la cual permite establecer su tipología.

V. LITERATURA CITADA

- Ángel-Hernández A., Morales-Flores S., Carrillo-Rodríguez J.C., Rodríguez-Ortiz G., Villegas-Aparicio Y., Jerez-Salas M.P. 2014. Historia, domesticación y situación actual del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) en México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 1 (2): 132-143.
- Aquino R.E., Arroyo L.A., Torres H.G., Riestra D.D., Gallardo L.F., López Y.B.A. 2003. El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, 41 (2): 165-173.
- 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. *Quehacer Científico en Chiapas* 11 (1): 60-69.
- 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, Trópico Húmedo*, 27 (3): 351-360.
- Canul S.M., Sierra V.A., Durán S.L., Zamora B.R., Ortiz O.J., Mena D.O. 2011(a). Caracterización del sistema de explotación del *Meleagris gallopavo* en el centro y sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1: 288-291.
- Canul S.M., Sierra V.A., Mena D.O., Ortiz O.J., Zamora B.R., Durán S.L. 2011(b). Contribución a la caracterización fenotípica del *Meleagris gallopavo* en la zona sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1: 284-287.

- Cigarroa-Vázquez F., Herrera-Haro J.G., Ruiz-Sesma B., Cuca-García J.M., Rojas-Martínez R.I., 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: 579-591.
- Estrada-Mora A., Alcántara-Carbajal J.L., Cadena-Iñiguez J., Tarango-Arámbula L.A., Segura-León O., Escalante-Pliego P. 2013. La crianza del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en comunidades indígenas de la región centro de México. *Revista Agroproductividad*, 6 (6): 59-68.
- FAO. 2005. Word watch list for domestic animal diversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Second edition. Rome, Italy. 769 p.
- Gutiérrez-Triay M. A., Segura-Correa J.C., López-Burgos L., Santos-Flores J., Santos-Ricalde R.H., Sarmiento-Franco L., Carvajal-Hernández M., Molina-Canul G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el Municipio de Tetz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7 (3): 217-224.
- Hernández-Zepeda J.S., Franco-Guerra F.J., Herrera-García M., Rodero-Serrano E., Sierra-Vázquez A.C.; Bañuelos-Cruz A., Delgado-Bermejo J.V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: Características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia*, 51: 53-64.
- Hernández J.A., Lepe M., Macedo R., Arredondo V., Cortez C.E., García L.J., Prado, O. 2017. Morphological study of Socorro Island Merino sheep and its crosses with hair breeds. *Tropical Animal Health and Production*, 49: 173-178.

- López-Zavala R., Monterrubio-Rico T.C., Cano-Camacho H., Chassin-Noria O., Aguilera-Reyes U., Zavala-Paramo M.G. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Revista Técnica Pecuaria en México*, 46 (3): 303-316.
- Mallia J.G. 1998. Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, México. *Animal Genetics Resources Information*, 23: 69-78.
- Rejón A.M.J., Dájer A.A.F., Honhold N. 1996. Diagnostico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y Tzacalá de la zona henequera del estado de Yucatán. *Veterinaria México* 27 (1): 49-55.
- Ríos U.A., Román P.S.I., Vélez I.A., Cabrera T.E., Cantú C.A., De la cruz C.L., Durán A.M., Maldonado J.J.A., Martínez S.F.E., Martínez V.G., Ruíz L.F.J., Bagnato A., Vega M.V.E. 2016. Análisis de variables morfológicas de pavos de traspatio mexicanos (*Meleagris gallopavo gallopavo*). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7: 377-389.
- Sponenberg D.P., Bender M., Johnson P., Smith E., Gogal R., Pierson F.W., Gómez J.M.A. 2005. La conservación del pavo en los Estados Unidos. *Archivos de Zootecnia*, 54: 177-183.
- Valadez A.R. 2003. Domesticación y zootecnia en el México antiguo. *Revista Imagen Veterinaria*, 3 (4): 32-45.



**CAPÍTULO I. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL
GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN EL ESTADO DE CAMPECHE,
MÉXICO**

CAPÍTULO I. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

RESUMEN

Se realizó un estudio transversal en 48 unidades de producción (UP) en pequeña escala, seleccionadas aleatoriamente en 16 comunidades del estado de Campeche, México, para conocer las prácticas de crianza y manejo del guajolote nativo (*Meleagris gallopavo*) y establecer una agrupación de las UP. Se estimaron los estadísticos descriptivos y se realizó una agrupación tipológica usando el análisis de componentes principales (CP) del programa SAS. Los resultados evidenciaron el papel preponderante de la mujer en el manejo de las aves (91.6%). La carne del guajolote se destina principalmente al autoconsumo (60.4%) y el huevo para incubación natural y consumo. Las parvadas de guajolotes están constituidas por 4.93 ± 0.71 machos y 4.7 ± 0.7 hembras por UP. El 62.5% de los productores alimenta a las aves adultas con maíz producido en su UP y alimento comercial para pavipollos (95.6%). Las enfermedades más comunes en las parvadas son las respiratorias (34.2%) y digestivas (34.2%), consecuencia de deficientes programas de vacunación de las aves (28.2%). La variación de las UP's se relacionó con las características productivas del huevo, madurez sexual de las aves, edad y experiencia en la crianza del guajolote nativo del productor y comercialización de carne y huevo, lo que permitió agruparlas en cinco CP que explicaron el 71.8% de la variación total. Esta agrupación tipológica de UP puede servir de base para programas de desarrollo regional.

Palabras clave: autoconsumo, componentes principales, *Meleagris gallopavo*.

ABSTRACT

A cross-sectional study was conducted on 48 small-scale, randomly selected production units (PU) in 16 communities in the state of Campeche, Mexico, to learn about the breeding and management practices of native turkey (*Meleagris gallopavo*) and to establish a grouping of PU. Descriptive statistics were estimated and a typology grouping was carried out using the principal component analysis (PC) of the SAS program. The results showed the preponderant role of women in bird management (91.6%). The meat of the turkey is mainly intended for self-consumption (60.4%) and eggs for natural incubation and consumption. The turkey flocks are made up of 4.93 ± 0.71 males and 4.7 ± 0.7 females per PU. 62.5% of the producers feed adult birds with both maize produced in their own PU, they also poult (95.6%) with commercial feed. The most common diseases in flocks are respiratory (34.2%) and digestive (34.2%), as a result of deficient vaccination programs in birds (28.2%). The variation of the PU was related to the productive characteristics of the egg, sexual maturity of the birds, age and experience in raising the native turkey of the producer and marketing of meat and egg, which allowed them to be grouped in five PC that explained 71.8% of the total variation. This typological grouping of PU can serve as a basis for regional development programs.

Key words: self-consumption, main components, *Meleagris gallopavo*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación actual de la avicultura de traspatio en el sureste de México

En México, la producción avícola de traspatio se desarrolla en diferentes contextos agroecológicos, por ello, es la actividad pecuaria de mayor tradición e importancia en el país (Itza-Ortiz *et al.*, 2016). Este sistema no exige mucho tiempo o trabajo de parte de la familia, ni gastos económicos significativos, pues es desarrollado con materiales e insumos disponibles en la comunidad, aprovechando el trabajo de las mujeres y niños (Cruz-Sánchez *et al.*, 2016).

En el sureste de México, región geográfica que comprende los estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz Yucatán, Campeche y Quintana Roo, en la avicultura de traspatio coexisten gallinas criollas, guajolotes nativos y patos, principalmente. Las aves son criadas con el fin de doble propósito, es decir proporcionan proteína de origen animal a través de la carne y huevo, además, permiten aumentar los ingresos económicos de las familias mediante la venta de excedentes (Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera, 2014). En Yucatán, la crianza de aves en traspatio es practicada por el 82.8% de las familias campesinas (Gutiérrez-Triay *et al.*, 2007), siendo la gallina criolla la de mayor difusión con 12.6 aves por familia, seguida por 5.6 patos y 5.3 guajolotes.

La actividad es concebida como un medio importante para la obtención de alimentos. Su funcionamiento no es afectado por la avicultura comercial, ya que la finalidad no es producir para abastecer al mercado, sino a la familia, sin embargo, presenta serias deficiencias en el aprovechamiento racional de los recursos locales. En Chiapas, la avicultura de traspatio también es conocida como familiar o de baja escala, se caracteriza por usar instalaciones rústicas para el resguardo de las aves, la

alimentación se complementa a través del pastoreo y el manejo sanitario es escaso o nulo (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

Las especies avícolas criadas en este sistema de producción son gallinas (83.4%), guajolotes (16.3%) y patos (0.3%). La preferencia hacia la crianza de gallinas se debe a la cultura de consumo de carne y huevos, facilidad con que se manejan, y el corto ciclo reproductivo que presentan (Ruiz-Sesma *et al.*, 2014). Así mismo, en el estado de Tabasco el principal encargado del mantenimiento y cuidado del traspatio es la mujer, en donde las aves domésticas son un componente importante en la alimentación de las familias, ya que rara vez son vendidas (Chablé-Pascual *et al.*, 2015). En Veracruz los productores que practican la avicultura de traspatio se dividen en tres tipos, esto según el objetivo de producción: productores con fin comercial, productores para el autoconsumo con venta de excedentes y productores sólo para el autoconsumo (Sánchez-Sánchez y Torres-Rivera, 2014).

Finalmente, Candelaria-Martínez *et al.* (2016) describen que, en los traspatios de las comunidades rurales de Campeche, además de aves domésticas, los productores crían bovinos y ovinos, sin embargo, no tienen la misma importancia en la seguridad alimentaria de las familias. Tanto las gallinas criollas como los guajolotes nativos se encuentran encerrados dentro del solar de las viviendas, lo cual complementa la dieta de las aves a través del consumo de plantas y forrajes, sin embargo, la principal fuente de alimentación es el maíz producido en la misma unidad de producción.

1.2. La crianza del guajolote nativo en el sureste de México

En el estado de Yucatán, el guajolote nativo se cría en un sistema de producción familiar desarrollado en el traspatio de la unidad de producción (UP), en la cual se explotan guajolotes destinados a la venta regional y cuyos productos excedentes (huevo y carne) son utilizados para el autoconsumo familiar, además de tener una fuente de ahorro económico. Las UP están constituidas por parvadas promedio de 10 guajolotes adultos, manejadas por mujeres indígenas de origen Maya con 41 años de edad y experiencia en el manejo de guajolotes de 14 años en promedio, quienes se apoyan en otros miembros de la familia, principalmente niños, para el manejo de los animales. La dieta alimenticia consiste de maíz, alimento balanceado y restos de cocina (Canul *et al.*, 2011). Al igual que en otras regiones del país, como la región centro-norte de Chiapas (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013), la actividad tiene una gran aceptación de la población local. Esto contrasta con lo reportado por Aquino *et al.* (2003) en comunidades rurales de Veracruz, en donde el motivo principal que favorece la crianza del guajolote es la tradición familiar (76.9%), es decir, por el gusto a preservar guajolotes nativos dentro de sus traspacios, tal como lo realizaban sus antepasados, además, es importante resaltar la preferencia que se tiene hacia el sabor de la carne.

1.3. Importancia de la caracterización de los sistemas de producción avícolas de traspatio

De acuerdo a Requelme y Bonifaz (2012), un sistema de producción se define como un grupo de componentes que pueden funcionar recíprocamente para lograr un propósito común, producir. Por lo tanto, un sistema de producción agropecuario sería el conjunto de insumos, practicas, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra, y organización de

la población que permite producir uno o más productos agrícolas o pecuarios (Jouve, 1988). En este contexto, la avicultura de traspatio representa un sistema de producción importante en favor de la seguridad alimentaria en zonas rurales, debido a que satisface las múltiples necesidades sociales, económicas y culturales de las comunidades (Olobatoke *et al.*, 2015). Así mismo, es una opción viable para la conservación de los recursos genéticos avícolas, como: gallinas criollas, guajolotes nativos y patos (Moula *et al.*, 2012), ya que es considerada un reservorio de la diversidad de genes de estas aves (Muchadeyi *et al.*, 2007). Por ello, las estrategias de selección, mejora genética y conservación de estos recursos genéticos deben estar en equilibrio con las condiciones rurales en las que se crían (Yakubu, 2010). Al respecto, la FAO (2014) propone realizar estudios que describan el entorno actual de producción. A su vez, la aplicación de una adecuada metodología para el análisis y diagnóstico de los sistemas de producción avícolas en el medio rural, permiten identificar las debilidades y amenazas que presentan las UP, así como sus fortalezas y oportunidades que pueden ser aprovechadas para su desarrollo y consolidación, teniendo en cuenta el concepto de bienestar humano y animal (López *et al.*, 2014)

1.4. Realización de encuestas como herramienta para caracterizar las explotaciones avícolas de traspatio

Los cambios continuos en los sistemas de producción ganaderos se relacionan con la actualización periódica del conocimiento sobre las prácticas de cría y manejo de los animales, manera que la gestión de los recursos zoogenéticos se pueda adaptar a las circunstancias cambiantes. Por ello, se requieren acciones urgentes, para que, de

manera sistemática y bien organizada se acopie, procese y diseminen datos relacionados con los recursos zoogenéticos y su entorno actual (FAO, 2012). Al respecto, Quintero *et al.* (2010) mencionan que el uso de la técnica de encuestas resulta una herramienta muy importante en la obtención de información y forma parte de diversos tipos de investigaciones, incluyendo las agropecuarias.

La FAO sugiere realizar encuestas para recoger de manera sistemática los datos necesarios para identificar las poblaciones que constituyen una determinada raza, describir sus características observables, distribución geográfica, usos y crianza en general, así como los entornos productivos. Este mismo organismo contesta a la pregunta *¿Por qué encuestar y dar seguimiento a los recursos zoogenéticos?* de la siguiente manera: “Tú no puedes gestionar lo que no mides, por tanto, se requiere de la gestión efectiva de los recursos zoogenéticos para alcanzar los objetivos de desarrollo (seguridad alimentaria y de sustento, uso sostenible de los recursos naturales, entre otros) y para atender las relaciones siempre cambiantes entre el ganado, las comunidades humanas y los ambientes productivos”.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Campeche, Champotón y Escárcega, ubicados en la zona centro-sur del estado de Campeche (Figura 1). La entidad se sitúa en la región sureste del territorio mexicano, forma parte de la Península de Yucatán y se localiza entre los paralelos 17° 48' y 20° 52' de latitud Norte, así como entre los meridianos 89° 06' y 92° 27' de longitud Oeste. Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), con una temperatura media anual promedio de 27.1°C y una precipitación total anual de 1120.4 mm. Los municipios estudiados se encuentran a una altitud de 3 a 10 msnm (INEGI, 2014).

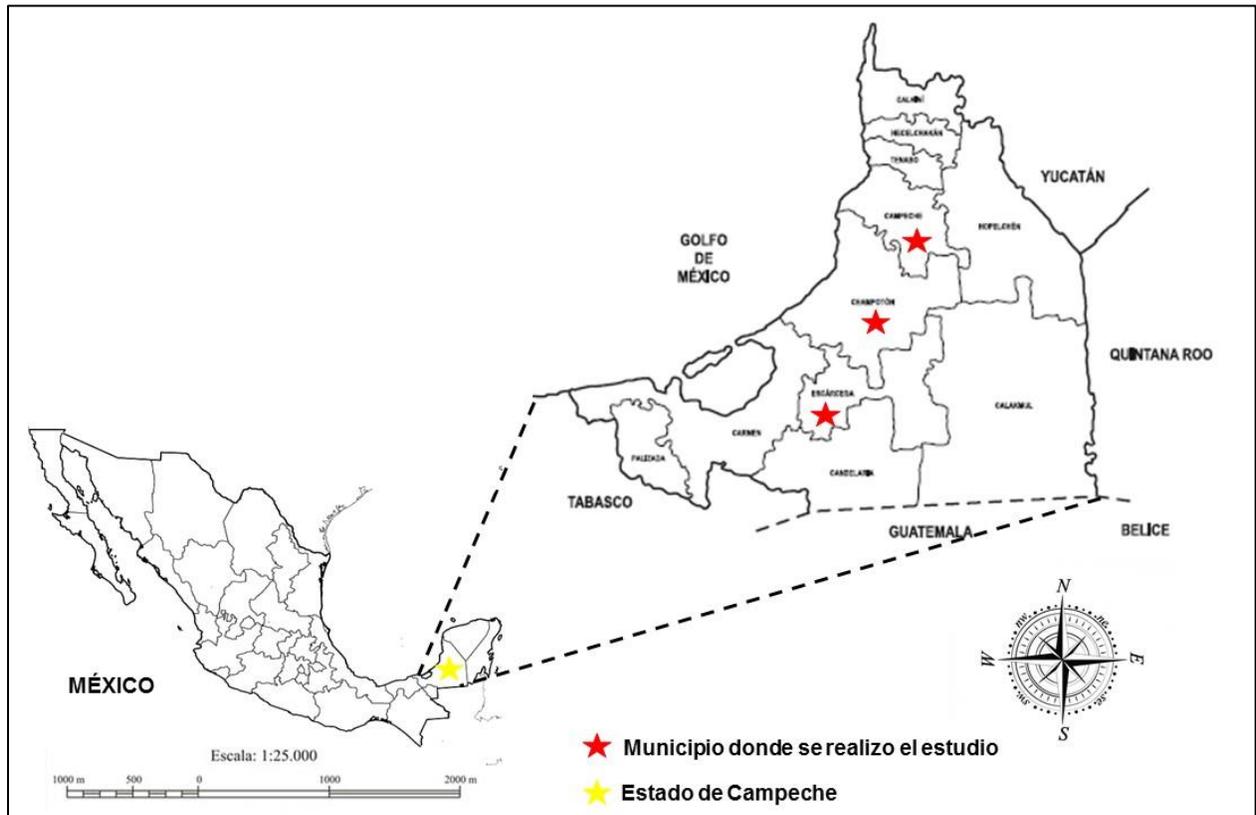


Figura 1. Localización geográfica de los municipios muestreados.

2.2. Tamaño muestral y recolección de datos

Se efectuó un estudio de tipo transversal en el periodo de agosto a diciembre de 2016 en dieciséis comunidades rurales, seleccionadas mediante un muestreo simple aleatorio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comunidades en donde se realizó el estudio.

Municipio	Comunidades
Campeche	Adolfo Ruiz Cortinez
	Cayal
	Nilchi
	Pueblo Nuevo
	San Luciano
	Tixmucuy
Champotón	Arellano
	Cañaveral
	Ejido Km 67
	Profesor Graciano Sánchez
	San Juan Carpizo
Escárcega	El Huiro
	Francisco I. Madero
	José López Portillo
	Ejido Km 74
	Nuevo Campeche

Dentro de cada comunidad se seleccionaron aleatoriamente tres UP, entrevistando en total a 48 familias, empleando un cuestionario semiestructurado previamente diseñado (ANEXO 1). Se obtuvo información sobre variables relacionadas con el estatus socioeconómico del productor, sexo, edad, experiencia en la actividad, ocupación, nivel de educación y dependientes económicos. Así mismo, se evaluaron las prácticas de

manejo: alimentación, sanidad y reproducción de las parvadas; características de los alojamientos y comercialización del guajolote y sus productos (carne y huevo). Además, se realizaron visitas periódicas a las UP para corroborar y complementar la información datos técnicos y económicos. Para el diseño del cuestionario se tomaron en cuenta algunas directrices sugeridas por la FAO (2012), así mismo, se consideraron algunas variables utilizadas en otros estudios para caracterizar el sistema de producción de guajolote nativo (Aquino *et al.*, 2003; López-Zavala *et al.*, 2008; Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

2.3. Análisis estadístico

La información colectada fue codificada en hojas de cálculo Microsoft Excel® para su posterior análisis con el programa estadístico SAS ver. 9.4 (SAS, 2016).

El análisis estadístico de los datos se realizó en dos etapas, en la primera se obtuvieron los estadísticos descriptivos y tablas de frecuencias de las variables cuantitativas y cualitativas. En la segunda etapa se clasificaron y agruparon las unidades de producción que realizan la crianza del guajolote nativo utilizando métodos multivariados recomendados para la caracterización de sistemas de producción avícolas (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Vargas-López *et al.*, 2017). Los procedimientos utilizados fueron los siguientes:

2.3.1. Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Para determinar las diferencias entre municipios respecto a la crianza del guajolote nativo utilizando variables cualitativas, se realizó un análisis multivariado de

correspondencia múltiple usando SAS. Esta técnica permite estudiar la relación entre variables según las distancias en puntos representados gráficamente en un biplot (Jhonson y Wichern, 1998).

Las variables consideradas en el estudio fueron de dos tipos: cualitativas como sexo, ocupación del productor, conocimiento de alguna lengua indígena (SiLI: si, NoLI: no), motivo principal de la crianza del guajolote nativo (MotTP: tradición familiar, MotAC: autoconsumo, MotVE: para venta), tenencia de la tierra (SiTP: propia, NoTP: prestada o rentada), procedencia de los guajolotes (PProEX: propia explotación, PMisCO: misma comunidad, POtraCO: otra comunidad), época de mayor frecuencia de postura (PosPR: primavera, PosVe: verano, PosOT: otoño, PosIN: invierno) y cloéquez de las guajolotas (CloPR: primavera, CloVe: verano, CloOT: otoño, CloIN: invierno), tipo de alimentación de las aves (SolMaiz: solo maíz, MaizAli: maíz y alimento comercial, SolAli: solo alimento comercial, Mezcla: mezcla de varios ingredientes, Otros: otros granos locales), uso del pastoreo de la parvada (SiPas: si, NoPas: no), tipo de instalaciones para el resguardo de los guajolotes (CorrRus: corral rustico, CorrTec: corral tecnificado), establecimiento de programas de vacunación (SiVacuna: si realiza, NoVacuna: no realiza) y desparasitación (SiDespa: Si realiza, NoDespa: no realiza), enfermedades más frecuentes (Diges: enfermedades digestivas, Respi: enfermedades respitarorias), tipo de tratamiento sanitario según la enfermedad (TratCas: tratamiento casero o tradicional, TratVet: tratamiento veterinario) y aspectos de la comercialización de los guajolotes (ComerMC: comercializa en la misma comunidad, ComerOC: comercializa en otra comunidad, ComerFU: comercializa fuera de la comunidad). Además de algunas cuantitativas como

edad, escolaridad (Esp; solo primaria, EsS: hasta secundaria, EsPr: hasta preparatoria, SinEs: sin estudios), años de experiencia en la actividad, ingresos y egresos.

2.3.2. Análisis de componentes principales (ACP)

Con la finalidad de determinar el número mínimo de dimensiones que explican el máximo nivel de información obtenida en los datos, se realizó un análisis de componentes principales, el cual permite evaluar las relaciones entre las variables socioeconómicas y técnicas del sistema de producción, para generar subgrupos homogéneos determinados por un espacio menor de variables (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013). Las variables cuantitativas consideradas en el análisis fueron: edad del productor y años de experiencia en la crianza del guajolote nativo, número de dependientes económicos, superficie total de su propiedad, el tamaño de la parvada, la edad al inicio de la reproducción de las aves (macho y hembra), número de huevos por postura, número de huevos por echada y cantidad de ellos que logran eclosionar, número de guajolotes que vende el productor al año y costo del guajolote vendido.

2.3.3. Análisis de conglomerados con K-medias

Con el objetivo de clasificar, agrupar y describir las unidades de producción estudiadas, se realizó un análisis multivariado cluster o de conglomerados con el método de K-medias (Urrutia *et al.*, 2010). Para determinar el número mínimo de grupos con base a su similaridad se utilizaron las variables consideradas en el análisis de componentes principales. Posterior a la obtención de los grupos, se ejecutó un análisis de varianza (ANOVA) para conocer las diferencias estadísticas entre conglomerados. Así mismo,

mediante una gráfica denominada “biplot” se corroboró la agrupación obtenida previamente.

2.3.4 Análisis discriminante canónico (ADC)

La clasificación y asignación de las unidades de producción del guajolote nativo dentro de cada municipio, se realizó a través de un análisis discriminante canónico (Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011). La técnica estadística anterior permitió estimar funciones lineales con las variables originales, mismas que ayudaron a interpretar la asignación de cada unidad de producción a los municipios. La interpretación de las funciones canónicas lineales se hizo con base a los coeficientes obtenidos. Así mismo, se obtuvo la distancia Mahalanobis entre municipios, permitiendo determinar similitudes y diferencias. Para corroborar dichas asignaciones y distancias, se generó el diagrama de dispersión de las unidades de producción en relación a los municipios muestreados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Datos generales del productor

En el estado de Campeche, el guajolote nativo prevalece como la segunda especie avícola de mayor difusión en los traspatios, solo después de la gallina criolla (Figura 2), lo mismo ha sido reportado por Aquino *et al.* (2003), Centeno *et al.* (2007) y Camacho-Escobar *et al.* (2006) en Veracruz, Puebla y Oaxaca, respectivamente. La producción de carne de guajolote se destina para el autoconsumo familiar (60.4%), y venta regional entre vecinos o familiares (35.4%), datos similares a los informados por García-Flores y Guzmán-Gómez (2016), quienes encontraron que en Copala, Guerrero, la crianza de esta ave se realiza con fines de autoconsumo de carne y huevo (91%) y para venta (9%).



Figura 2. Especies avícolas presentes en los traspatios del estado de Campeche, México.

El principal encargado del cuidado y manejo de las aves es la mujer (92.6%), la cual funge también como ama de casa (91.6%), característica sobresaliente en la crianza de animales de traspatio en México (Cruz-Sánchez *et al.*, 2016) y en otros países como Etiopia (Goraga *et al.*, 2016), Nigeria (Yakubu, 2010) y Oman (Al-Qamashoui *et al.*, 2014). Estas productoras tienen una edad promedio de 44.6±11.9 años (Cuadro 2), y una experiencia en la actividad de 14.7±13.9 años, semejante a lo hallado en Chiapas (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013). Su nivel de escolaridad es básico, ya que solo asistieron a la primaria (41.67%) y secundaria (37.50%), así mismo, el 18.7% no cuenta con ningún tipo de estudios. El 70.8% de los productores habla alguna lengua indígena, como: Maya, Chol, Tzeltal, Kanjobal, Mame, principalmente.

Las familias se componen de 4.5±1.9 integrantes, de los cuales solo 2.4±1.4 se involucran en el cuidado de la parvada, similar a lo descrito por Flota-Bañuelos *et al.* (2016) en otras comunidades rurales de Campeche. La mayoría de los productores cuenta con tierras propias (87.5%), que se encuentran distribuidas solamente en la vivienda y el solar (38.1%), no obstante, también tienen como principal uso la ganadería a pequeña escala (30.9%) y la agricultura (26.1%), este último con cultivos propios del estado como: maíz, caña, soya, arroz, cacahuate, calabaza “chihua”, jamaica, etc., además de frutales: cítricos, papaya, mango, etc., y hortalizas.

Cuadro 2. Características generales del productor y de las parvadas de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.

Variable	N	Media	EEM
Características del productor			
Edad del productor (años)	48	44.62	1.72
Experiencia en la crianza del guajolote (años)	48	14.73	2.01
Integrantes de la familia	48	4.52	0.27

Integrantes que se involucran en la actividad	48	2.43	0.21
Superficie total de la propiedad (m ²)	42	10416.67	2631.14
Inventario y características de la parvada			
<hr/>			
Número total de guajolotes	48	13.29	1.63
Adultos machos	45	3.93	0.25
Adultos hembras	44	4.25	0.27
Jóvenes machos	32	4.97	0.49
Jóvenes hembras	27	4.74	0.41
Edad que inicia la reproducción el macho (meses)	48	9.22	0.32
Edad que inicia la reproducción la hembra (meses)	48	7.48	0.31
Periodo de postura (días)	48	22.17	0.99
Producción de huevos por postura	48	13.81	0.41
No. de huevos por echada	48	14.3	3.2
No. de huevos que eclosionan	48	10.26	0.42
Periodo de incubación (días)	48	30.02	0.24
Comercialización			
<hr/>			
No. de guajolotes que vende por año/UP	42	5.92	0.63
Costo de guajolote en pie (MXN)	42	536.90	12.29

N=número de observaciones, EEM= error estándar de la media. UP=unidad de producción

3.2. Inventario y estructura de la parvada

En el área de estudio, la procedencia de las aves es la misma comunidad (77.8%), práctica común en los traspatios, ya que, mediante la compra o intercambio con familiares y vecinos, los productores se abastecen de sus guajolotes (Cuca-García *et al.*, 2015). La selección de animales se basa en rasgos físicamente observados como el peso

y tamaño del cuerpo, (92.3%), además del color de plumaje (76.8%), estos mismos parámetros son utilizados para la selección de pollos indígenas (Desta y Wakeyo, 2012).

Las parvadas están constituidas en promedio por 13.69 ± 1.63 guajolotes, con predominancia de individuos en etapa juvenil (Cuadro 2), datos semejantes fueron indicados por Gutiérrez-Triay *et al.* (2007) en Tetiz, Yucatán. La identificación de los guajolotes es tradicional, ya que utilizan hilo o listones de color colocadas en barbilla, cresta o tarsos (Figura 3), con la finalidad de distinguir a las aves entre las parvadas cuando pastorean.

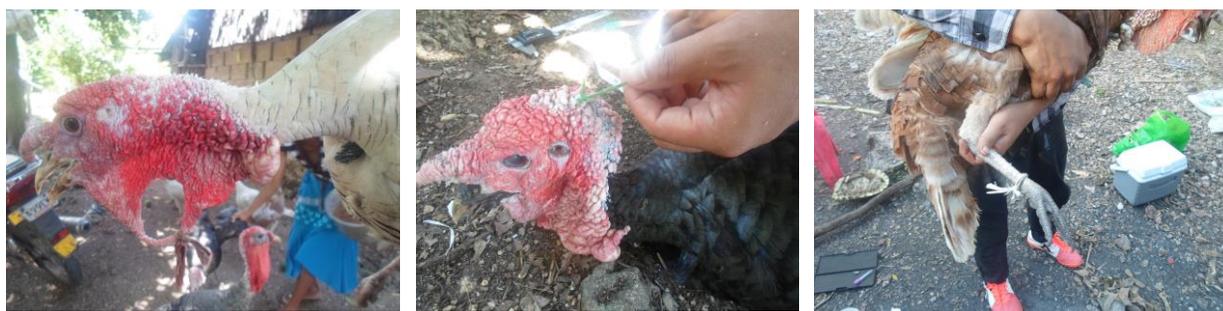


Figura 3. Métodos tradicionales para la identificación de guajolotes nativos

3.3. Alimentación

En el área de estudio, la principal fuente de alimentación de los guajolotes adultos es el maíz en grano (Figura 4), característica relevante en el sureste del país, ya que lo mismo se ha encontrado en Yucatán, Chiapas y Campeche (Canul *et al.*, 2011; Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Candelaria-Martínez *et al.*, 2016). Esto contrasta a lo que sucede en Asia, en donde las principales fuentes de alimentación en la avicultura de traspatio son: cebada (57.5%), trigo (35%) y en menor proporción el maíz (7.5%) (Abdelqader *et al.*, 2007).

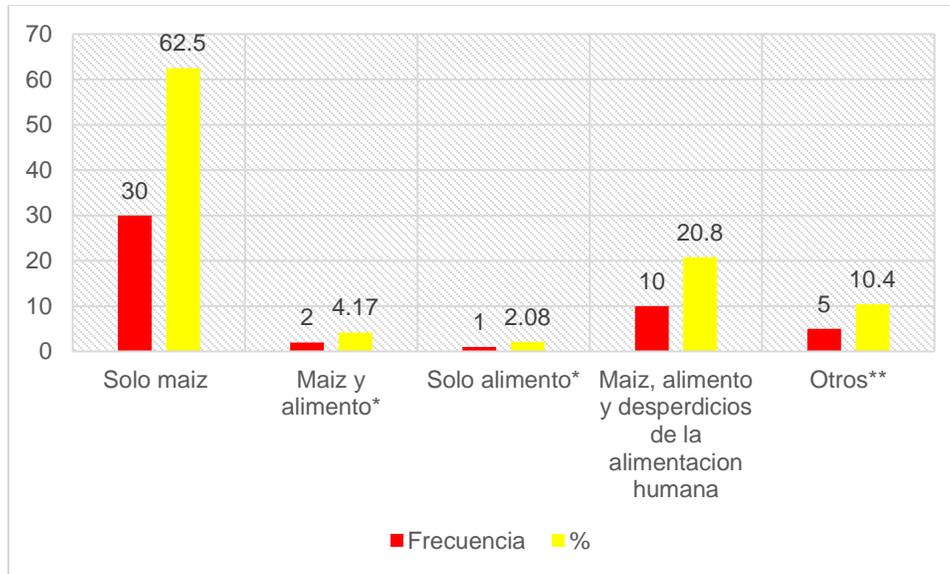


Figura 4. Tipo de alimentación de guajolotes adultos. *Alimento comercial para pavo, **Fuentes alternativas locales (salvadillo, cacahuate, arroz, etc.).

Otra opción de alimentación de las aves es a través del pastoreo (93.7%), en el cual, consumen insectos y plantas silvestres que se localizan en los traspatios o áreas aledañas a la vivienda, esto también es usual en Puebla y Guerrero (Centeno *et al.*, 2007; García-Flores y Guzmán-Gómez, 2016). Este método de alimentación favorece la aportación de proteína a la dieta de los animales (Tovar-Paredes *et al.*, 2015), además, no genera problemas importantes de enfermedades debido a la resistencia y adaptación de las aves a las condiciones locales (Cruz-Sánchez *et al.*, 2016).

La alimentación de los pavipollos es diferente y consiste básicamente en alimento comercial especial para pavo (Figura 5), complementado con maíz quebrado y masa de maíz, esto coincide a lo informado por Estrada-Mora *et al.* (2013) en comunidades indígenas de Puebla. El agua ofrecida a las aves proviene de los sistemas de agua (potable) (85.4%) y pozos subterráneos (14.6%).

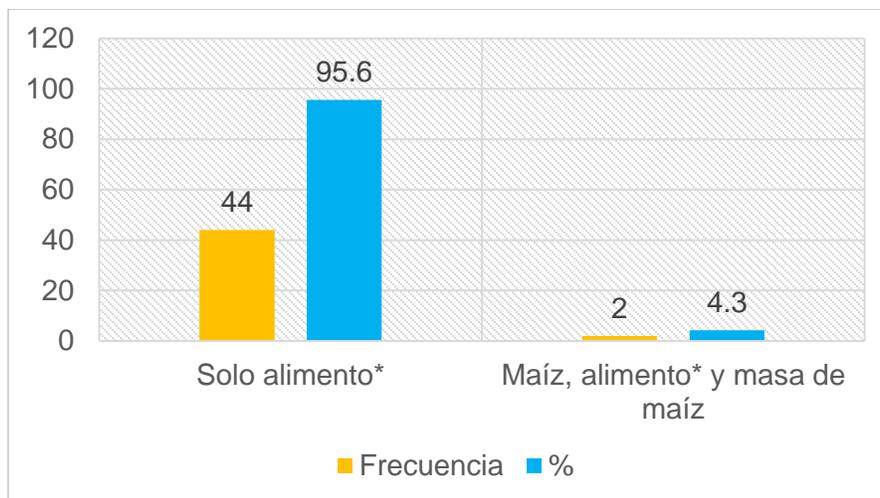


Figura 5. Tipo de alimentación de pavipollos. *Alimento comercial especial para pavos en crecimiento.

3.4. Instalaciones

En las comunidades rurales del estado de Campeche, el sistema de manejo de las aves es extensivo, es decir los guajolotes andan libres en los solares y calles aledañas a la vivienda. El confinamiento de las aves (Figura 6), es únicamente durante la noche (64.5%) en un corral con techo (72.9%), instalaciones realizadas por la misma familia, utilizando láminas de cartón o zinc, bolsas de alimento o plástico u hojas de palma “huano” como techo y malla de alambre o madera para las paredes y pisos de tierra; con estas mismas características son descritos los gallineros rústicos en Yucatán (Gutiérrez-Triay *et al.*, 2007). Los nidos son elaborados con cajas de madera o plástico y con pedazos de tela o paja como cama.



Figura 6. Tipo de corrales utilizados para el confinamiento de guajolotes nativos en las comunidades rurales del estado de Campeche.

El 46.6% de los productores confina a los guajolotes solo con gallinas, el 22.2% con otros animales como: ovinos, equinos, bovinos (22.2%) y únicamente el 31.1% alojan solamente guajolotes. Los productores utilizan como bebederos ollas o cubetas de plástico desechados del hogar (45.8%), llantas de auto (33.3%), especiales (12.5%), o simplemente las aves consumen agua directamente de las piletas (8.3%). Los comederos son recipientes de aluminio o plástico (52.8%), canoas de madera (6.2%) y especiales para aves (4.1%). Así mismo, el 37.5% de los productores mencionó que no utilizan comederos debido a que ofrecen el alimento directamente en el suelo.

3.5. Reproducción

En el área de estudio, las guajolotas rompen postura a los 7.4 ± 1.9 meses, mientras que los machos inician la reproducción a los 9.2 ± 2.1 meses, se ha reportado que es la edad en que alcanzan la madurez sexual (Zahraddeen *et al.*, 2011). Las hembras anidan dos veces al año, con posturas de 22.1 ± 6.7 días y una producción de 13.8 ± 2.8 huevos, datos semejantes a los reportados por López-Zavala *et al.* (2008), quienes mencionan

una producción de 12 a 15 huevos por postura en guajolotes autóctonos de Michoacán. Los productores les colocan a las hembras por nidada 14.3 ± 3.2 , de los cuales solo 10.2 ± 2.9 eclosionan. Estos indicadores demuestran un porcentaje de eclosión del 71.8%. Juárez y Ortiz (2001), señalan que el exceso de bióxido de carbono, fallas en el volteo de los huevos y alteraciones en la temperatura y humedad de incubación, representan las principales causas de muerte embrionaria en las aves de traspatio. Por lo tanto, es importante proporcionar a la hembra culeca un nido apropiado en espacio y profundidad para que pueda voltear los huevos y cambiar de posición (Cuca-García *et al.*, 2015). Por su parte, Zahraddeen *et al.* (2011) determinaron que la baja eclosión de huevos en guajolotes nativos de Nigeria es provocada por la infertilidad, derivada de un inadecuado manejo genético y alimenticio de los animales. El periodo de incubación natural encontrado en el presente estudio fue de 30 ± 1.6 días.

3.6. Sanidad

Las prácticas de prevención y sanidad en las unidades de producción en el estado de Campeche son deficientes, ya que solo el 29.1% de productores realiza programas de vacunación, lo mismo fue observado en las características de crianza del guajolote de traspatio en Michoacán y Yucatán (López-Zavala *et al.*, 2008; Canul *et al.*, 2011), sin embargo, el 56.2% de los encuestados confirmó realizar programas de desparasitación de las aves.

Las principales enfermedades reportadas en el área de estudio fueron las respiratorias y digestivas (Figura 7), estos datos son diferentes a los hallados en las parvadas de guajolotes en los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero (Camacho-

Escobar *et al.*, 2009; Estrada-Mora *et al.*, 2013; García-Flores y Guzmán-Gómez, 2016), en donde la viruela es la enfermedad predominante, la cual ha sido reportada como específica de la especie (Ferreira *et al.*, 2016). Las enfermedades digestivas se presentan mayormente en época de calor (36.5%), tal como lo describe Losada *et al.* (2006) en el sur de la ciudad de México, mientras que las respiratorias en época de frío (21.9%).

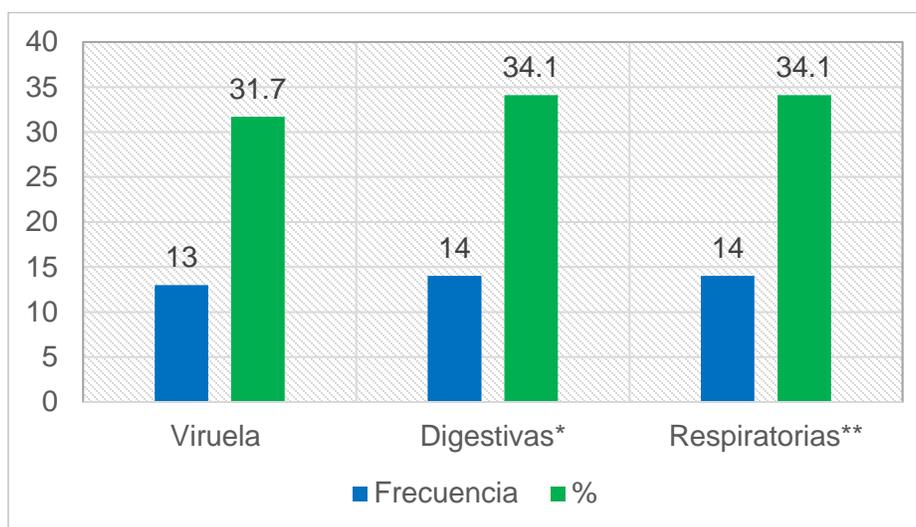


Figura 7. Principales enfermedades reportadas en guajolotes nativos en el estado de Campeche. *Diarreas; **Gripe, moquillo, fiebre.

Para el control de enfermedades, el productor utiliza tratamientos de tipo veterinario (75.6%) como: pastillas, gotas orales y vacunas, además de plantas medicinales y productos caseros (19.5%) (blanqueador de ropa, aceite vegetal, limón, manteca de cerdo, entre otros). Sin embargo, existen unidades de producción que no aplican ningún tratamiento (4.8%), por lo tanto, se reporta una alta mortalidad (89.4%) principalmente en machos, debido a la mayor susceptibilidad que tienen las hembras al ataque de parásitos (Buchholz, 2003).

3.7. Comercialización

Los productores que reportaron comercializar a sus aves (35.4%), confirmaron que venden en promedio 5.9 ± 4.0 guajolotes por año, a un precio de 536.9 ± 79.6 MXN. La mujer es la principal encargada de esta actividad, tal como ocurre en los valles centrales de Oaxaca (Ángel-Hernández *et al.*, 2014). La comercialización se realiza en la misma comunidad (40.4%), además, gente de otras localidades acude a buscarlos a pie de granja (40.8%), principalmente restauranteros de la ciudad de Campeche, ya que la carne es apreciada en la preparación de platillos típicos del estado. La temporada de mayores ventas es en diciembre (92.8%). Al respecto, Cuca-García *et al.* (2015) describen que el mayor consumo de carne de guajolote en el país, se limita a la época navideña y de fin de año, festividades familiares y religiosas.

3.8. Resultados de análisis de correspondencia múltiple (ACM)

En los Cuadros 3 y 4 se presenta la matriz de discriminación obtenida en el ACM. La varianza explicada por cada dimensión fue 23.32% y 19.54% en la primera y segunda, respectivamente. Las variables que se asocian según su frecuencia e importancia en la primera dimensión fueron: EsPr, NoLI, NoTP, PProEX, PosOT, CorrTec, PosPR, ComeOC, características relacionadas con el perfil socioeconómico del productor y aspectos sobre la reproducción y sanidad de los guajolotes. Por otro lado, en la segunda dimensión las variables relevantes fueron: hombre, OcuCo, CloOT, SiVacuna, describiendo el sexo y ocupación del productor, así como variables reproductivas y de sanidad de las parvadas. La Chi-cuadrada fue alta: 81.75%. Las variables estudiadas

que mostraron un alto valor medio de discriminación en las dos dimensiones son: OcuCo, NoLI, PProEX, PosPR, CloOT, CorrTec, SiVacuna, ComerOC.

Cuadro 3. Matriz de discriminación de variables cualitativas respecto a unidades de producción por municipio muestreado.

Variables cualitativas	Categoría	Dimensión		Media
		1	2	
Sexo del productor	Mujer	0.040	0.005	0.046
	Hombre	0.003	0.395	0.398
Escolaridad del productor	Solo primaria (EsP)	0.286	-0.016	0.269
	Hasta Secundaria (EsS)	-0.175	0.143	-0.031
	Hasta preparatoria (EsPr)	0.548	-0.214	0.334
	Sin estudios (SinEs)	0.071	-0.318	-0.246
Ocupación del productor	Desempleado (OcuDe)	0.037	0.038	0.075
	Ama de casa (OcuAma)	0.044	-0.028	0.015
	Comerciante (OcuCo)	0.003	0.395	0.398
Habla lengua indígena	No (NoLI)	0.527	-0.001	0.527
	Si (SiLI)	-0.339	0.037	-0.302
Motivo principal de la producción	Tradición familiar (MotTF)	0.037	0.038	0.075
	Autoconsumo (MotAC)	-0.305	0.114	-0.191
	Venta (MotVE)	-0.058	-0.367	-0.425
Tenencia de tierras	Si (SiTP)	-0.087	0.099	0.012
	No (NoTP)	0.767	-0.322	0.445
Utilidad de tierras	Ganadería (UtiGA)	-0.571	-0.525	-1.097
	Agrícola (UtiAG)	0.121	0.223	0.344
	Solo traspatio (UtiTR)	-0.096	0.029	-0.067

Procedencia de los guajolotes	Propia explotación (PProEX)	0.676	-0.277	0.398
	Misma comunidad (PMisCO)	-0.108	0.110	0.002
	Otra comunidad (POtraCO)	0.356	-0.119	0.237
Época de mayor postura	En primavera (PosPR)	0.363	0.265	0.629
	Verano (PosVe)	-0.122	0.117	-0.004
	Otoño (PosOT)	0.676	-0.277	0.398
	Invierno (PosIN)	-0.051	0.032	-0.019
Época de mayor cloéquez	Primavera (CloPR)	0.194	-0.190	0.004
	Verano (CloVe)	-0.073	-0.208	-0.282
	Otoño (CloOT)	-0.017	0.609	0.591
	Invierno (CloIN)	-0.197	-0.049	-0.246

Cuadro 4. Matriz de discriminación de variables cualitativas respecto a unidades de producción por municipio muestreado (Continuación).

Variables cualitativas	Categoría	Dimensión		
		1	2	Media
Tipo de alimentación de los guajolotes	Solo maíz (SolMaíz)	0.037	0.038	0.075
	Maíz y alimento (MaízAli)	0.037	0.038	0.075
	Solo Alimento (SolAli)	0.037	0.038	0.075
	Mezcla de varios ingredientes (Mezcla)	-0.045	-0.146	-0.192
	Otros cereales locales (Otros)	0.003	0.395	0.398
Pastoreo de parvadas	Si (SiPas)	0.063	0.056	0.119

	No (NoPas)	-0.247	-0.160	-0.408
Instalaciones para parvadas	Rustico (CorrRus)	-0.086	0.029	-0.056
	Tecnificado (CorrTec)	0.574	0.074	0.649
Programa de vacunación	Si (SiVacuna)	-0.011	0.548	0.536
	No (NoVacuna)	0.024	-0.188	-0.163
Programa de desparasitación	Si (SiDespa)	0.356	-0.119	0.237
	No (NoDespa)	0.356	-0.119	0.237
Enfermedades frecuentes	Viruela	0.010	-0.428	-0.417
	Enfermedades digestivas (Diges)	0.119	0.095	0.214
	Enfermedades respiratorias (Respi)	-0.147	0.384	0.237
Tipo de tratamiento sanitario	Casero o tradicional (TratCas)	0.232	0.123	0.355
	Veterinario (TratVet)	-0.238	-0.065	-0.303
Lugar de comercialización de guajolotes	Misma comunidad (ComerMC)	-0.202	-0.129	-0.331
	Otra comunidad (ComerOC)	0.417	0.303	0.721
	Otro municipio (ComerFU)	-0.311	-0.257	-0.569
	% de la varianza	23.32	19.54	21.43

El biplot obtenido con el ACM se muestra en la Figura 8, el cual permite observar las variables que más discriminan a las unidades de producción del guajolote nativo de acuerdo al municipio muestreado. Tales variables se mencionan a continuación:

Unidades de producción (UP) del guajolote nativo en el municipio de Campeche: Las UP de este municipio son las más diferentes respecto a las de los otros. Se caracterizan porque están a cargo de productores con escolaridad mínima, es decir, solo asistieron 6 años o menos a nivel primaria, no realizan programas de desparasitación de los guajolotes y la cloquez de las aves se presenta mayormente en la época de primavera. Así mismo, la comercialización de guajolotes se lleva a cabo en otras comunidades aledañas a la del productor.

Unidades de producción (UP) del guajolote nativo en el municipio de Champotón: En estas UP resalta la participación del hombre como responsable de las mismas. La principal utilidad que tienen sus tierras es la actividad agrícola, por ello, su principal ocupación es el comercio, en el cual venden lo que producen como: chihua, maíz, cacahuate, entre otros, de igual forma comercializan los frutos y verduras generadas en la actividad. A pesar de que los productores realizan programas de vacunación, las enfermedades respiratorias son las que mayormente se presentan en las parvadas de guajolotes nativos. Por otro lado, la época de postura es en verano.

Unidades de producción (UP) del guajolote nativo en el municipio de Escárcega: Estas UP son las más alejadas del centro urbano. Las aves son resguardadas en corrales mayormente rústicos todo el día. Son alimentadas a base de la mezcla de maíz o nixtamal, alimento comercial y desperdicios de la alimentación de las familias. Para el control de enfermedades los guajolotes reciben tratamientos de tipo veterinario. La cloquez de las aves se presenta en época de invierno, principalmente. Por otro lado, existe una mayor proporción de productores que aun hablan alguna lengua indígena, lo cual podría deberse a que el municipio colinda con Calakmul, lugar donde persisten

grupos Mayas. Estos productores solamente cuentan con su traspatio, ya que no tienen otras propiedades. Así mismo, la comercialización de productos excedentes de su traspatio, incluyendo huevo y carne de guajolote, es realizada en la misma comunidad.

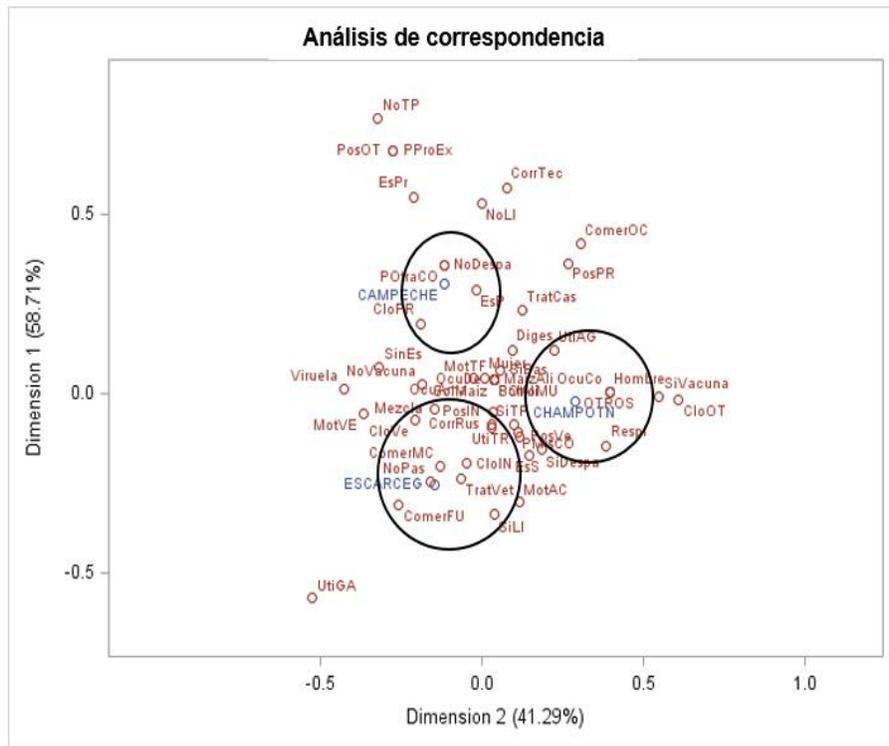


Figura 8. Biplot generado a través del análisis de correspondencia múltiple que muestra la relación de variables cualitativas de unidades de producción del guajolote nativo por municipio.

3.9. Resultados del análisis de componentes principales (ACP)

Del ACP se extrajeron cinco componentes, los cuales totalizaron un 71.83% de la varianza (Cuadro 5). El primer componente explicó el 21.30% de la varianza, el cual se asoció con características productivas del huevo, relacionando: producción de huevo por postura, número de huevos por echada y número de huevos que eclosionan. El segundo componente explicó el 15.54% de la varianza y asoció la edad al inicio de la reproducción,

tanto del macho como de la hembra. Por otro lado, el tercer componente estuvo relacionado con la edad y experiencia en la crianza del guajolote nativo del productor, explicando el 13.77% de la varianza total. Finalmente, el cuarto y quinto componente explicaron el 11.80% y 9.42%, respectivamente, que en conjunto estuvieron relacionados con características de comercialización como: número de guajolotes vendidos por año y costo de venta, y el tamaño de la parvada por unidad de producción. Tales relaciones se muestran claramente en el biplot generado a través del ACP (Figura 9).

Cuadro 5. Matriz de los componentes principales seleccionados de variables cuantitativas de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Edad del productor (años)	0.020	-0.413	0.490	0.111	-0.011
Experiencia en la actividad (años)	0.154	-0.270	0.429	0.207	-0.280
No. de dependientes económicos	0.065	0.341	-0.194	0.256	-0.583
Superficie total de la propiedad (m ²)	0.077	-0.387	0.074	0.252	0.022
Tamaño de la parvada	0.333	-0.082	-0.408	0.102	0.306
Edad al iniciar la reproducción (♂) (meses)	-0.007	0.440	0.341	0.366	0.275
Edad al iniciar la reproducción (♀) (meses)	-0.164	0.393	0.304	0.274	0.281
Número de huevos por postura	0.484	-0.067	-0.002	0.162	-0.069
Número de huevos por echada	0.445	0.143	0.194	-0.384	-0.128
Número de huevos que nacen	0.434	0.325	0.221	-0.193	-0.163
Venta de guajolotes/año/UP	0.377	-0.044	-0.236	0.528	0.164
Costo del guajolote en pie	0.248	-0.010	0.111	-0.322	0.505
Autovalor	2.55	1.86	1.62	1.41	1.13
% de la varianza	21.30	15.54	13.77	11.80	9.42

% varianza acumulada	21.30	36.84	50.62	62.41	71.83
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------

CP= componente principal. UP= unidad de producción.

Se encontraron correlaciones altamente significativas ($P < 0.0001$) entre la edad del productor y su experiencia en la crianza del guajolote nativo (0.56), entre el número de guajolotes vendidos por año y el tamaño de parvada por unidad de producción (0.52), así mismo, entre la edad al inicio de la reproducción del macho y la de la hembra (0.50).

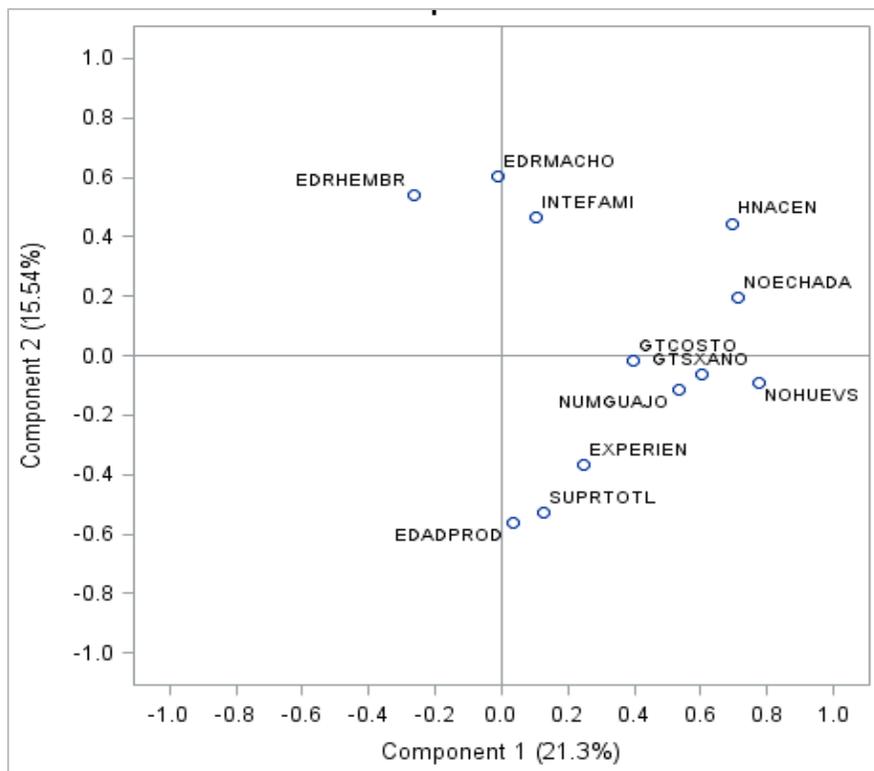


Figura 9. Biplot generado a través del análisis de componentes principales referente a variables cuantitativas de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.

Por otro lado, se encontraron correlaciones moderadas ($P < 0.05$) entre el número de huevos que pone la guajolota por postura y número de huevos por echada (0.48), número

de huevos que logran eclosionar (0.47) y guajolotes vendidos anualmente por unidad de producción (0.41).

3.10. Resultados del análisis de conglomerados con K-medias

El análisis cluster (conglomerados) permitió agrupar a las 48 unidades de producción (UP) en tres grupos (Figura 10). El Grupo 1 y Grupo 2 estuvieron conformadas por 3 y 2 unidades de producción, respectivamente, mientras que en el Grupo 3 se conglomeraron la mayoría de UP (n=43).

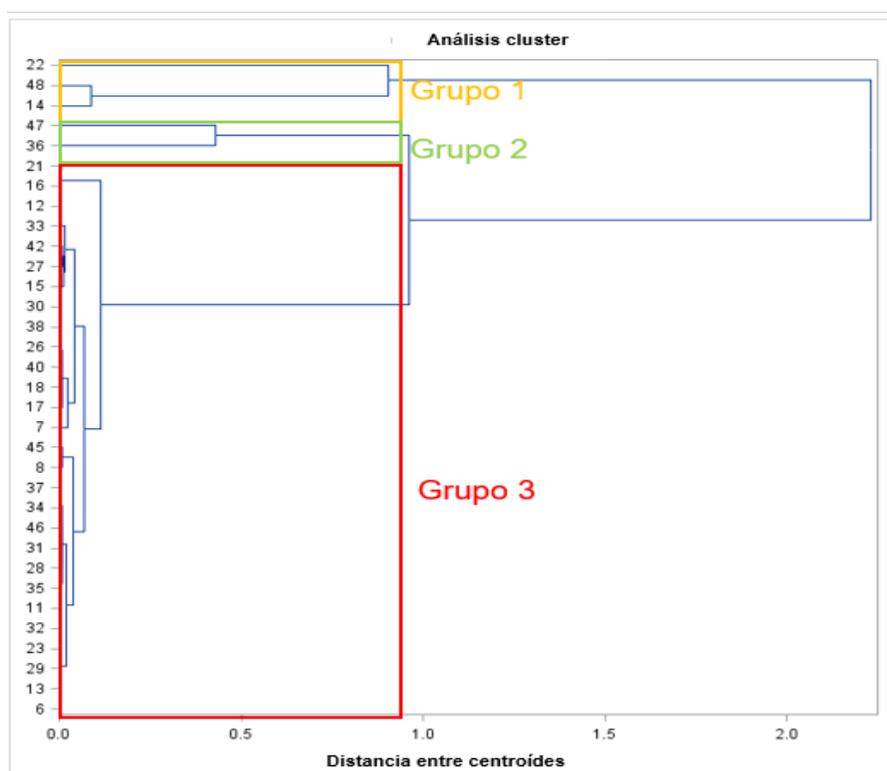


Figura 10. Dendrograma del análisis cluster que permite observar la agrupación de unidades de producción del guajolote nativo en el estado de Campeche, México.

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de las variables cuantitativas de los grupos obtenidos. El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en

las variables de número de dependientes económicos de productor, superficie total de la propiedad, número de huevos por postura y número de guajolotes vendidos por año/ unidad de producción. De acuerdo a estas características, los grupos determinados se pueden caracterizar de la siguiente manera:

Grupo 1: Lo integran unidades de producción a cargo de productores de mejor estatus económico, ya que, en relación a los otros productores, poseen propiedades de terreno más grandes, sus familias son ligeramente más grandes en número que al resto. Respecto a la crianza del guajolote nativo, poseen una mayor experiencia en la actividad, lo cual les permite tener un mayor número de guajolotes, y mejor producción de huevo por postura, logrando así, destacar como las unidades de producción que reportan mayores ventas de guajolotes por año.

Grupo 2: Este grupo está integrado por productores con edades superiores al resto, y familias pequeñas. Así mismo, reportan una menor producción de huevo por postura, sin embargo, son los productores que les colocan una mayor cantidad de huevos por echada a las guajolotas. Por otro lado, estas unidades de producción tienen una menor cantidad de guajolotes, en relación a los demás grupos, lo cual podría deberse al costo de venta de las aves.

Grupo 3: Está constituido por productores jóvenes, es decir con una menor edad y experiencia en la crianza del guajolote en relación a los otros dos grupos. Poseen una propiedad pequeña, misma que está ocupada solamente por el hogar de la familia y su traspatio. Los productos excedentes de la crianza del guajolote nativo, es destinada únicamente para el autoconsumo familiar, lo cual se evidencia al observar que prolongan el tiempo para iniciar a reproducir a sus aves. Este grupo podría considerarse como el

más representativo en cuanto a la descripción de las prácticas de manejo del guajolote nativo en el estado de Campeche, ya que está integrado por la mayoría de unidades de producción estudiadas.

Cuadro 6. Promedios de las características cuantitativas de los grupos generados a través del análisis cluster.

Variable	Grupo 1 (n=3)	Grupo 2 (n=2)	Grupo 3 (n=43)
Edad del productor (años)	49.33 ^a	56.50 ^a	43.93 ^a
Experiencia en la actividad (años)	23.33 ^a	22.50 ^a	13.92 ^a
No. de Dependientes económicos	6.33 ^a	3.00 ^b	4.54 ^{ba}
Superficie total de la propiedad (m ²)	55333 ^a	25000 ^b	7092 ^b
Tamaño de la parvada	16.33 ^a	7.00 ^a	13.38 ^a
Edad al iniciar la reproducción (♂)	8.33 ^a	9.00 ^a	9.30 ^a
Edad al iniciar la reproducción (♀)	7.33 ^a	7.50 ^a	7.51 ^a
Número de huevos por postura	18.33 ^a	13.00 ^b	13.68 ^b
Número de huevos por echada	13.01 ^a	15.50 ^a	14.38 ^a
Número de huevos que eclosionan	10.00 ^a	12.00 ^a	10.19 ^a
Venta de guajolotes/año/UP	13.33 ^a	6.50 ^b	5.55 ^b
Costo del guajolote en pie (\$MXM)	516.67 ^a	500.00 ^a	539.47 ^a

n= número de observaciones. UP= unidad de producción. Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística (P< 0.05).

3.11. Análisis discriminante canónico (ADC)

El ADC permitió clasificar a las unidades de producción de los tres municipios muestreados y determinar las variables cuantitativas de mayor discriminación entre estas. El análisis mostró dos variables canónicas (CAN; Cuadro 7). La CAN1 explicó el 68.36% de la varianza general y se asoció con la experiencia en la crianza del guajolote nativo del productor y la edad al inicio de la reproducción de la guajolota. Por otro lado,

la CAN2 reveló el 31.65% de la varianza y se relacionó con una correlación negativa entre el número de guajolotes que vende el productor por año y el tamaño de la parvada, lo cual evidencia que cuando el número de aves por parvada disminuye, las ventas decrecen.

Cuadro 7. Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas y autovalores

Variable	CAN1	CAN2
Edad del productor (años)	-0.976	0.147
Experiencia en la actividad (años)	0.805	-0.198
No. de Dependientes económicos	-0.695	-0.442
Superficie total de la propiedad (m ²)	0.111	-0.366
Tamaño de la parvada	0.371	-0.717
Edad al iniciar la reproducción (♂)	-0.330	-0.449
Edad al iniciar la reproducción (♀)	0.966	0.259
Número de huevos por postura	0.725	-0.235
Número de huevos por echada	-0.540	0.043
Número de huevos que nacen	0.332	0.206
Venta de guajolotes/año/UP	-0.483	1.59
Costo del guajolote en pie (\$MXM)	-0.090	0.224
Correlación canónica	0.6548	0.5078
Error estándar aproximado	0.100	0.131
Autovalor	0.750	0.347
Varianza explicada (%)	68.36	31.65

Así mismo, los resultados de la clasificación entre UP, mostraron distancias no significativas (Cuadro 8), sin embargo, la distancia más larga se presentó entre las UP muestreadas en el municipio de Campeche y las muestreadas en Champotón. Mientras que la distancia más corta fue entre UP de Campeche y Escárcega. El diagrama de

dispersión de las UP de los tres municipios se presenta en la Figura 11. Se puede observar claramente las separaciones anteriormente mencionadas.

Cuadro 8. Distancia Mahalanobis y significancia de la clasificación de unidades de producción del guajolote nativo según municipio muestreado.

Municipio	Campeche	Champotón	Escárcega
Campeche	1	ns	ns
Champotón	4.43	1	ns
Escárcega	2.28	2.65	1

Diagonal superior= significancia, diagonal inferior=distancia Mahalanobis. ns= no significativo.

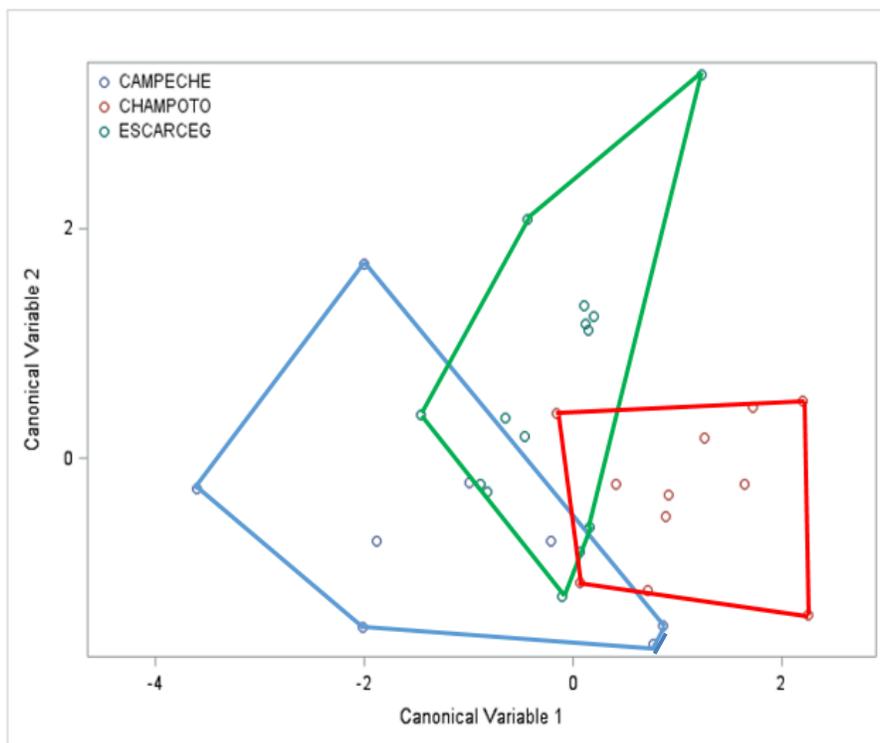


Figura 11. Diagrama de dispersión de las unidades de producción del guajolote nativo según municipio muestreado.

4. CONCLUSIONES

El sistema de producción del guajolote nativo en la región estudiada, se desarrolla en un entorno tradicional y extensivo, con parvadas que proporcionan carne que complementa la dieta familiar y huevo para la recría de venta local o regional, sin embargo, las deficiencias en alimentación y sanidad de las aves, ocasiona que no expresen su potencial genético, poniendo en riesgo su permanencia en los sistemas de traspatio.

El número de dependientes económicos, superficie de la propiedad, producción de huevo y número de guajolotes vendidos por unidad de producción, pueden ser utilizados como un criterio de agrupación de las unidades de producción.

Los análisis de discriminación canónica, basados en características socioeconómicas, prácticas de crianza y manejo, evidenciaron la homogeneidad del sistema de producción del guajolote nativo en las regiones estudiadas del estado de Campeche.

5. LITERATURA CITADA

- Abdelqader A., Wollny C.B.A., Gauly M. 2007. Characterization of local chicken production systems and their potential under different levels of management practice in Jordan. *Tropical Animal Health and Production*, DOI: 10.1007/s11250-007-9000
- Al-Qamashoui B., Mahgoub O., Kadim I., Schlecht E. 2014. Towards Conservation of Omani Local Chicken: Phenotypic Characteristics Management Practices and Performance Traits. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 27 (6): 767-777.
- Ángel-Hernández A., Jerez-Salas M.P., Camacho-Escobar M.A., Vázquez-Davila M.A., Villegas-Aparicio Y., Rodríguez-Ortiz G. 2014. La mujer en la comercialización del guajolote (*Meleagris gallopavo* L.) en los valles centrales del Oaxaca. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4: 153-157.
- Aquino R.E., Arroyo L.A., Torres H.G., Riestra D.D., Gallardo L.F., López Y.B.A. 2003. El guajolote Criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Revista Técnica Pecuaria en México*, 41 (2): 165-173.
- Buchholz R. 2003. Effects of parasitic infection on mate sampling by female wild turkeys (*Meleagris gallopavo*): should infected females be more or less choosy?. *Behavioral Ecology*, 15 (4): 687-694.
- Candelaria-Martínez B., Ramírez-Mella M., Flota-Bañuelos C., Dorantes-Jiménez J. 2016. Recursos genéticos “criollos” de zonas rurales de Campeche, México. *Revista Agroproductividad*, 9 (9): 29-32.

- 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: 109-115.
- Candelaria-Martínez B., Ramírez-Mella M., Flota-Bañuelos C. y Dorantes-Jiménez J. 2016. Recursos genéticos “Criollos” de zonas rurales de Campeche, México. *Agro productividad* 9 (9):29-32.
- Canul S.M., Sierra V.A., Durán S.L., Zamora B.R., Ortiz O.J., 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.
- Centeno B.S.B., López D.C.A., Juárez E.M.A. 2007. Producción avícola familiar en una comunidad del municipio de Ixtacamaxtitlán, Puebla. *Revista Técnica Pecuaria en México*, 45 (1): 41-60.
- Chablé-Pascual R., Palma-López D.J., Vázquez-Navarrete C.J., Ruíz-Rosado O., Mariaca-Méndez R., Ascensio-Rivera J.M. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares en la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2 (4): 23-39.
- Cigarroa-Vázquez F., Herrera-Haro J.G., Ruiz-Sesma B., Cuca-García J.M., Rojas-Martínez R.I., 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: 579-591.
- Cruz-Sánchez B., Muñoz-Rodríguez M., Santoyo-Cortés V.H., Martínez-González E.G., Aguilar-Gallegos N. 2016. Potencial y restricciones de la avicultura de traspatio sobre la seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 13: 257-275.
- Cuca-García J.M., Gutiérrez-Arenas D.A., López-Pérez E. 2015. La avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. *Revista Agroproductividad*, 8 (4): 30-36.
- Desta T.T., Wakeyo O. 2012. Uses and flock management practices of scavenging chickens in Wolaita Zone of southern Ethiopia. *Tropical Animal Health and Production*, 44: 537-544.
- Estrada-Mora A., Alcántara-Carbajal J.L., Cadena-Iñiguez J., Tarango-Arámbula L.A., Segura-León O., Escalante-Pliego P. 2013. La crianza del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en comunidades indígenas de la región centro de México. *Revista Agroproductividad*, 6 (6): 59-68.
- FAO. 2012. Realización de encuestas y seguimiento de los recursos zoogenéticos. Directrices FAO: Producción y sanidad animal. No. 7. Roma.
- Ferreira B.C., Couto R.M., Ecco R., Coelho H.E., Rossi D.A. Beletti M.E., Silva P.L. 2016. Proposal of a Standard for the Condemnation for Turkey Carcasses Due to Fowlpox. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 18 (2): 225-229.
- Flota-Bañuelos C., Ramírez-Mella M., Dorantes-Jiménez J., José-García G., Bautista-Ortega J., Pérez-Hernández P., Candelaria-Martínez B. 2016. Descripción y

- diversidad de solares familiares en zonas rurales de Campeche, México. *Revista Agroproductividad*, 9 (9): 38-43.
- Galaviz-Rodríguez J.R., Vargas-López S., Zaragoza-Ramírez J.L., Bustamante-González A., Ramírez-Bribiesca E., Guerrero-Rodríguez J.D., Hernández-Zepeda J.S. 2011. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 2 (1): 53-68.
- García-Flores A., Guzmán-Gómez E. 2016. El guajolote nativo, elemento cotidiano del traspatio en playa Ventura, Copala, Guerrero, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13: 1-18.
- Goraga Z., Caron L., Wilbert C., Brockmann G.A. 2016. Characterization of village chicken production systems and challenges across agro-climatic zones in Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, 7 (11): 94-105.
- Gutiérrez-Triay M.A., Segura-Correa J.C., López-Burgos L., Santos-Flores J., Santos-Ricarde R.H., Sarmiento-Franco L., Carvajal-Hernández M., Molina-Canul G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el Municipio de Tetiz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7 (3): 217-224.
- INEGI. 2014. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Campeche. 396 p.
- Itza-Ortiz M.F., Carrera-Chavéz J.M., Castillo-Castillo Y., Ruíz-Barrera O., Aguilar-Urquiso E., Sangines-García J.R. 2016. Caracterización de la avicultura de traspatio en una zona urbana de la frontera Norte e México. *Revista Científica, FCV-LUZ* Vol. XXVI, No. 5: 300-305.

- Johnson, R., D. Wichern. 1998. Applied multivariate statistical analysis. (4th Ed). Prentice Hall, New York, USA.
- Juárez C.A., Ortiz A.M.A. 2001. Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *Veterinaria México*, 32 (1): 27-32.
- López D., González C., Chacín F. 2014. Caracterización de unidades de producción porcina en cama profunda a pequeña escala en Venezuela, utilizando métodos multivariados. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18 (1): 67-79.
- López-Zavala R., Monterrubio-Rico T.C., Cano-Camacho H., Chassin-Noria O., Aguilera-Reyes U., Zavala-Paramo M.G. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Revista Técnica Pecuaria en México*, 46 (3): 303-316.
- Losada H., Rivera J., Cortés A., González R.O., Herrera J. 2006. Un análisis de 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): 2006.
- Moula N., Farnir F., Salhi A., Iguer-Ouada M., Leroy P., Antoine-Moussiaux N. 2012. Backyard poultry in Kabylie (Algeria): from an indigenous chicken to a local poultry breed?. *Animal Genetics Resources*, 50: 87-96.
- Muchadeyi E.C., Wollny C.B.A., Eding H., Weigend S., Makuza S.M., Simianer H. 2007. Variation in village chicken production systems among agro-ecological zones of Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*, 39: 453-461.

- Olobatoke R., Mobayo E., Mathuthu M. 2015. Evaluation of local chicken production in Kogi state of Nigeria. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 3 (10): 377-381.
- Quintero A.B., Guerra C.W., Fernández L., de Calzadilla J. 2010. Diagnóstico del sistema de producción-comercialización del ganado caprino-ovino en el departamento de La Guajira, Colombia. Aplicación del Escalamiento Óptimo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19 (2): 57-64.
- Requelme N., Bonifaz N. 2012. Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. La granja. *Revista de Ciencia de la Vida*, 15 (1): 55-68.
- Ruiz-Sesma H., Ruiz-Sesma B., Mendoza-Nazar P., Gutiérrez-Morales L.G., Guevara-Hernández F. 2014. En gallinas criollas y guajolotes nativos de México. Editores: Raúl Andrés Perezgrovas Garza, Martha Patricia Jerez Salas y Marco Antonio Camacho Escobar. Universidad Autónoma de Chiapas. Red Mexicana Sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A. C. Red CONBIAND-México. 328 p.
- 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): 63-75.
- Tovar-Paredes J.L., Narváez-Solarte W., Agudelo-Giraldo L. 2015. Tipificación de la gallina criolla en los Agroecosistemas campesinos de producción en la zona de influencia de la selva de Florencia (Caldas). *Revista Luna Azul*, 41:57-72.

- Urrutia J.A., Palomino R., Galindo E.I.R. 2010. Uso de estadísticos descriptivos para interpretar los resultados de un análisis cluster; Caso particular. *Scientia Et Technica* 17 (46): 40-43.
- Vargas-López S., Bustamante-González A., Vargas-Monter J., Hernández-Zepeda J.S., Vázquez-Martínez I., Calderón-Sánchez F. 2017. Diversidad y prácticas de crianza de animales domésticos en traspatios de comunidades indígenas en Guerrero, México. *Revista Agroproductividad*, 10 (7): 15-20.
- Yakubu A. 2010. Indigenous chicken flocks of Nasarawa State, Nigeria: Their characteristics, husbandry and productivity. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12 (1): 69-76.
- Zahraddeen D., Ahemen T., Aliyu P.I. 2011. On-farm studies on breeding characteristic of turkeys (*Meleagris gallopavo*) in parts of Jos Plateau, Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, 2 (2): 179-184.



CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA, MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

CAPÍTULO II. CARACTERIZACIÓN MORFOMÉTRICA, MORFOESTRUCTURAL Y FANERÓPTICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN EL ESTADO DE CAMPECHE, MÉXICO

RESUMEN

Con el objetivo de contribuir al conocimiento etnológico del guajolote nativo a partir de variables morfológicas, morfoestructurales y fanerópticas, se caracterizó una muestra de 202 aves, 133 machos y 69 hembras, seleccionados aleatoriamente en comunidades rurales del estado de Campeche, México. Se estimó el peso corporal, 12 medidas morfométricas y tres índices morfológicos, además, se determinó el color de plumaje, color de piel de tarso y color de pigmento de pico. Los datos fueron analizados usando estadísticos descriptivos, tablas de frecuencias y coeficientes de correlación, así como, análisis multivariado de componentes principales y correspondencia múltiple del programa SAS. Todos los rasgos morfométricos e índices morfológicos fueron diferentes por efecto del sexo ($P < 0.05$). En machos, el 84.6% de las variables morfológicas estuvieron correlacionadas, mientras que, en las hembras se encontró que el 60.3% de variables correlacionaron entre sí, evidenciando un grado de armonía morfoestructural considerado como medio-alto. El perímetro torácico ($r = 0.86$) en machos y el ancho de pierna ($r = 0.75$) en hembras, fueron los rasgos morfométricos con mayor correlación con el peso corporal. Se determinaron once fenotipos distintos, con predominio de aves con plumajes en colores claros. Estos resultados contribuyen al reconocimiento racial del guajolote nativo para futuros programas de selección y mejora genética de esta especie.

Palabras clave: guajolote nativo, mejora genética, medidas morfométricas.

ABSTRACT

In order to contribute to the ethnological knowledge of the native turkey based on morphological, morphostructural and phenotypic variables, a sample of 202 birds, 133 males and 69 females were randomly selected in rural communities in the state of Campeche, Mexico. Body weight, 12 morphometric measurements and 3 morphological indices were estimated, In addition, the color of plumage, tarsus skin color and beak pigment color were also determined. Data were analyzed using descriptive statistics, frequency tables and correlation coefficients, as well as multivariate analysis of main components and multiple correspondence from the SAS program. All morphometric features and morphological indices were different due to the effect of sex ($P < 0.05$). In males, 84.6% of the morphological variables were correlated, while in females it was found that 60.3% of variables correlated with each other, evidencing a degree of morphostructural harmony considered as medium-high. The thoracic perimeter ($r = 0.86$) in males and leg width ($r = 0.75$) in females were the morphometric features with the highest correlation with body weight. 11 different phenotypes were determined, predominantly birds with light-coloured feathers. These results contribute to the racial recognition of the native turkey for future breeding programs and genetic improvement of this specie.

Key words: native turkey, genetic improvement, morphometric measurements.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Los recursos zoogenéticos y su importancia socioeconómica

La producción mundial de alimentos utiliza pocas especies animales, dentro de las cuales, se incluyen razas altamente productivas, desarrolladas durante muchas generaciones y que en la actualidad forman un grupo diverso de recursos genéticos disponible para satisfacer la creciente demanda de alimentos (FAO, 2000). Los recursos genéticos animales o zoogenéticos representan una parte importante de la base biológica de la seguridad alimentaria mundial, ya que determinan la cantidad y calidad de los productos generados (Da Silva, 2014). Estos recursos contribuyen a satisfacer las necesidades humanas de aproximadamente el 70% de la población, proporcionando carne, leche y productos lácteos, huevos, fibras, ropas, recursos para el alojamiento temporal y permanente, estiércol como fertilizante y combustible, fuerza de arrastre, ayuda para la caza y bienes comercializables (Adebabay *et al.*, 2016). Por ello, una amplia diversidad de estos animales es fundamental para la supervivencia y el bienestar humano, además de ser una fuente esencial en la erradicación del hambre y en la adaptación a las condiciones socioeconómicas y ambientales cambiantes (FAO, 2007).

En países en desarrollo, existe una gran dependencia de las familias rurales de las especies y razas de animales locales para su sustento, satisfaciendo con ellas parte o la totalidad de sus necesidades diarias. Estos sistemas tradicionales, especialmente los localizados en regiones con condiciones ambientales difíciles y socioeconómicas importantes, requieren que los recursos zoogenéticos en ellas presenten amplia variabilidad en sus características productivas, resistencia o tolerancia a enfermedades, adaptación a condiciones cambiantes del ambiente, producción en sistemas de bajos

insumo, entre otros (De la Rosa-Carbajal *et al.*, 2016). A su vez, la diversidad biológica de estos genotipos es indispensable para la integridad cultural y el desarrollo social y económico de un país (Mujica, 2009).

Los productores rurales y sus comunidades son quienes mantienen la mayor parte de los recursos zoogenéticos nativos y son parte vital de sus ecosistemas, economías y culturas agrícolas. Estos animales domésticos desempeñan funciones importantes para la conservación de la cultura, a través de sus mitos, actividades religiosas, tradiciones y prácticas sociales de las comunidades indígenas y locales. Por ello, estas importantes funciones son actualmente un factor esencial para respaldar la conservación *in situ* de los recursos zoogenéticos (FAO, 2007).

1.2. Importancia de la caracterización de los recursos zoogenéticos

Los recursos zoogenéticos locales son un componente primordial de los sistemas de producción pecuaria y constituyen la base para la selección direccional y la adaptación animal, además, representan un elemento relevante en favor de la seguridad alimentaria de las familias en el medio rural, (Da Silva, 2014). Sin embargo, a pesar de la gran biodiversidad que existe en estos recursos, son pocos y aislados los programas enfocados a la recuperación y conservación, lo que ocasiona que la gran mayoría de ellos, no hayan sido caracterizados y deficientemente utilizados, propiciando la extinción de algunos de ellos. Además, la introducción de genotipos mejorados ha impactado a los explotados en sistemas tradicional (Mujica, 2009).

En este contexto, la caracterización de los recursos zoogenéticos es el primer paso hacia la planificación de su preservación, uso sostenible y mejora genética (Contreras *et*

al., 2011). Por ello, esta acción se ha convertido en una prioridad a escala nacional e internacional (FAO, 2000). Al respecto, De la Rosa-Carbajal *et al.* (2016) mencionan que una correcta caracterización de estos recursos zoogenéticos incluye cuatro directrices fundamentales relacionadas con su morfológica, producción, mejora genética y demográfica, además, de los sistemas de producción donde se crían y desarrollan, siendo los estudios morfológicos, el primer paso para el conocimiento del patrón racial de una población o raza determinada (Jáuregui *et al.*, 2015). Asimismo, es importante estudiar y conservar esta diversidad genética, debido a que estos genotipos representan un recurso local importante por su rusticidad y adaptación para soportar las condiciones de cría desfavorables de las regiones rurales de México (Martínez-Rojero *et al.*, 2013)

1.2.1. Caracterización morfológica

Muchas veces los recursos zoogenéticos se describen como razas con caracteres morfológicos pobres o insuficientes para determinado interés zootécnico, sin embargo, no se considera que su morfología depende de la historia evolutiva y del ambiente en el cual se han desarrollado. La morfología es una de las ramas más clásicas del saber zootécnico y ganadero, la cual ha evolucionado en los últimos años, tanto en su concepto, como en su aplicación. Cumple dos funciones fundamentales: sirve de base para la identificación visual del individuo o del grupo racial (descripción y diferenciación) y propicia una valoración biométrica y zootécnica que permite la predicción de sus posibilidades productivas (Montes *et al.*, 2013).

Actualmente, el uso de la zoometría ha permitido establecer de manera objetiva las características fenotípicas adquiridas por una raza en un determinado ambiente (Peña

et al., 2017). Así mismo, sirve para clasificar individuos de una población y determinar el grado de variación morfométrica, proporcionando información útil para detectar relaciones o similitudes genéticas entre razas de animales domésticos (Zaitoun *et al.*, 2005). Además, la caracterización y monitoreo de los rasgos fenotípicos de estos recursos genéticos pueden ayudar para crear programas de rescate y conservación (Carvalho *et al.*, 2017). Las mediciones corporales describen completamente a un individuo o una población y pueden ser utilizados para predecir el peso corporal de los animales, siendo más efectivos que los métodos convencionales de pesaje y clasificación visual.

En la actualidad, la caracterización morfología de los recursos zoogenéticos se apoya en análisis estadísticos univariados y multivariados, estos últimos son técnicas utilizadas con mucho éxito en la evaluación de caracteres morfológicos intercorrelacionados con el tamaño y forma de un genotipo (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013). Un ejemplo claro es el análisis de componentes principales (ACP), que permite analizar las relaciones entre diferentes variables morfológicas medidas en un solo individuo, reduciendo el número de estas variables en un pequeño grupo de funciones lineales de las variables originales no correlacionadas denominadas componentes principales, los cuales permiten determinar patrones simples de relaciones entre las variables estudiadas (Maluve *et al.*, 2013).

1.2.2. Caracterización morfoestructural

Para definir programas de conservación de la riqueza biológica de una región, se requieren estudios de diversidad y estimación de parámetros morfoestructurales, como la base del conocimiento de la variabilidad de la población. En este contexto, la etnología

constituye una ciencia, cuyos principios permiten profundizar en la caracterización de la morfoestructura de una raza o genotipos animales (Hernández-Zepeda *et al.*, 2002). Así mismo, el conocimiento de interrelaciones entre diferentes rasgos corporales es de gran importancia, debido a que la mayoría de los genes que influyen sobre la conformación de un animal tienen efectos pleitrópicos de manera que, una determinada región se relaciona con otra (Salamanca *et al.*, 2015).

Herrera y Luque (2009) sugieren complementar el conocimiento de los rasgos de una población o raza mediante un análisis de la armonicidad, señalando que la armonía morfoestructural de los individuos supone que en cualquiera de ellos, los incrementos o disminuciones en determinado rasgo implican el incremento o disminución de otro rasgo de manera proporcional al primero, así, el grado de armonía de un genotipo o raza estará determinado por el mayor o menor número de correlaciones significativas entre ellos, por ende, si se encuentran correlaciones menores al 25%, entonces se dice que la raza o el individuo tiene un modelo poco armónico. Por lo anterior, un animal dotado de una estructura esquelética única, puede presentar diferentes formas a lo largo de su vida, sea por cambios en el peso o en el estado reproductivo. Además, la valoración morfoestructural adquiere una gran importancia en el aspecto dinámico, ya que este, le confiere soporte estructural, esqueleto, músculos y ligamentos, generadores de las fuerzas responsables del movimiento.

1.2.3. Caracterización faneróptica

Los caracteres fanerópticos o faneras son rasgos visibles de origen genético de mucha utilidad en la producción animal. Son marcadores externos que pueden estar ligadas a *loci* de características de importancia económica o de adaptación, facilitando

los estudios moleculares. La comprensión del modo de herencia de estos rasgos puede contribuir a predecir cambios en el tiempo, perfil etnológico y diferencias entre poblaciones o razas (Pariacote *et al.*, 2004). Por ello, Muñoz *et al.* (2014) mencionan que la identificación animal, como base para la caracterización etnológica, es uno de los pasos iniciales en el proceso de selección, mejora y conservación de una raza. Por ejemplo, en la producción de guajolote, Asmundson (1950), destaca la importancia de conocer el patrón faneróptico de las parvadas, ya que, mediante este análisis se pueden descartar aquellas aves con colores de plumaje que no son del agrado de los consumidores y seleccionar a los futuros progenitores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Tamaño muestral y recolección de datos

Se muestrearon en total 202 guajolotes adultos, 133 machos y 69 hembras, con edades promedio de 9.72 ± 0.44 y 10.98 ± 0.49 meses, respectivamente. Las aves fueron seleccionadas al azar en 16 comunidades rurales en los municipios de Campeche, Champotón y Escárcega del estado de Campeche (Figura 1).

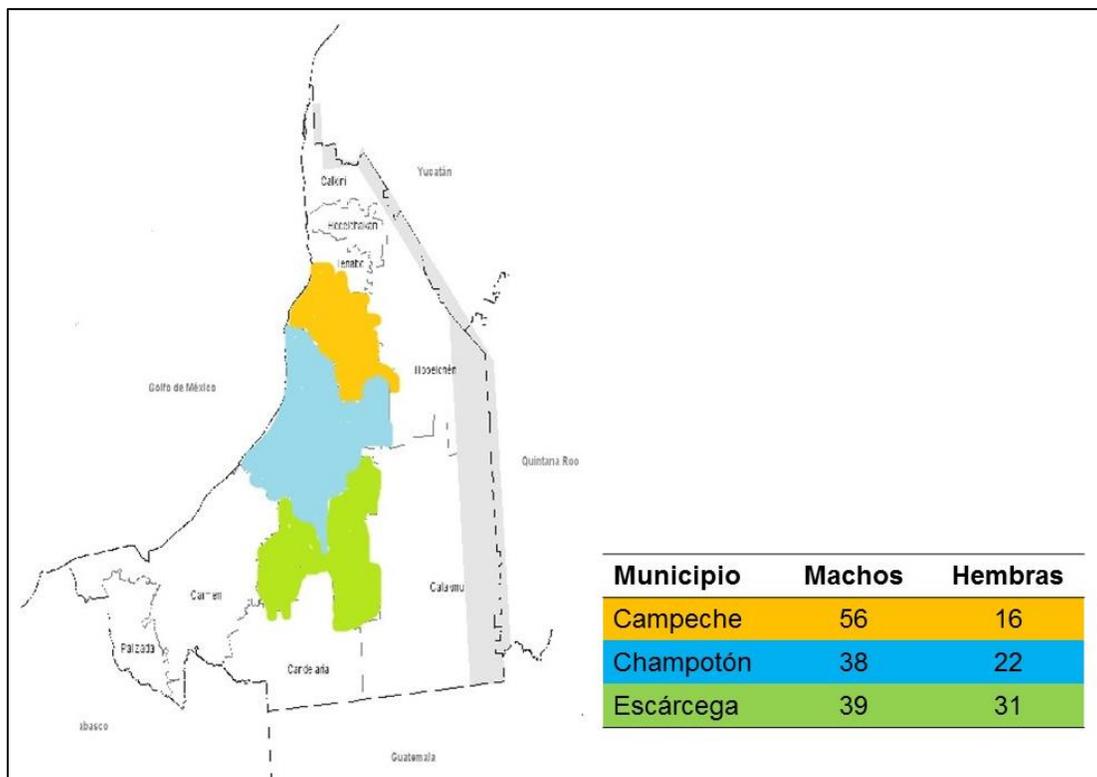


Figura 1. Numero de guajolotes muestreados en cada municipio del estado de Campeche, México.

En cada comunidad se seleccionaron aleatoriamente tres unidades de producción, teniendo en cuenta tres aspectos: a) que los productores accedieran a dar información sobre su parvada y permitiera tomar las medidas morfométricas a los guajolotes, b) el

tamaño de la parvada (para tomar una muestra representativa), y c) distancia entre unidades de producción (para disminuir la probabilidad de muestrear individuos relacionados genéticamente). Dentro de la unidad de producción se muestrearon cuatro guajolotes, considerando aves con edades de entre 8 a 24 meses, totalizando doce aves por comunidad. Los datos fueron colectados de agosto a diciembre de 2016 utilizando una ficha de registro (ANEXO 2), además, se tomó evidencia fotográfica por guajolote muestreado.

Para la caracterización morfométrica de las aves, se midió el peso corporal (PC) y doce rasgos morfológicos usando descriptores avícolas, apropiados y recomendados para guajolotes (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2016): Perímetro torácico (PT), Longitud corporal (LC), Altura dorsal (AD), Longitud del cuello (LCU), Ancho del cuello (ACU), Longitud del muslo (LM), Longitud de la pierna (LP), Longitud del tarso (LT), Ancho del tarso (AT), Ancho de la pierna (AP), Longitud de ala (LA) y Ancho de ala (AA) (Figura 2). El registro de las mediciones en campo se realizó de la siguiente manera: PC con báscula digital; PT, LC, LCU, LM, LP, LT, LA, AA con cinta métrica; ACU, AT, AP con vernier pie de rey digital; AD con un bastón zoométrico. El peso corporal se midió en kilogramos (kg), mientras que todos los rasgos morfológicos se midieron en centímetros (cm). El índice de dimorfismo sexual (DS) se determinó dividiendo la media de cada una de las variables morfométricas de los machos entre la media de las hembras (Oguntunji y Ayorinde, 2014).

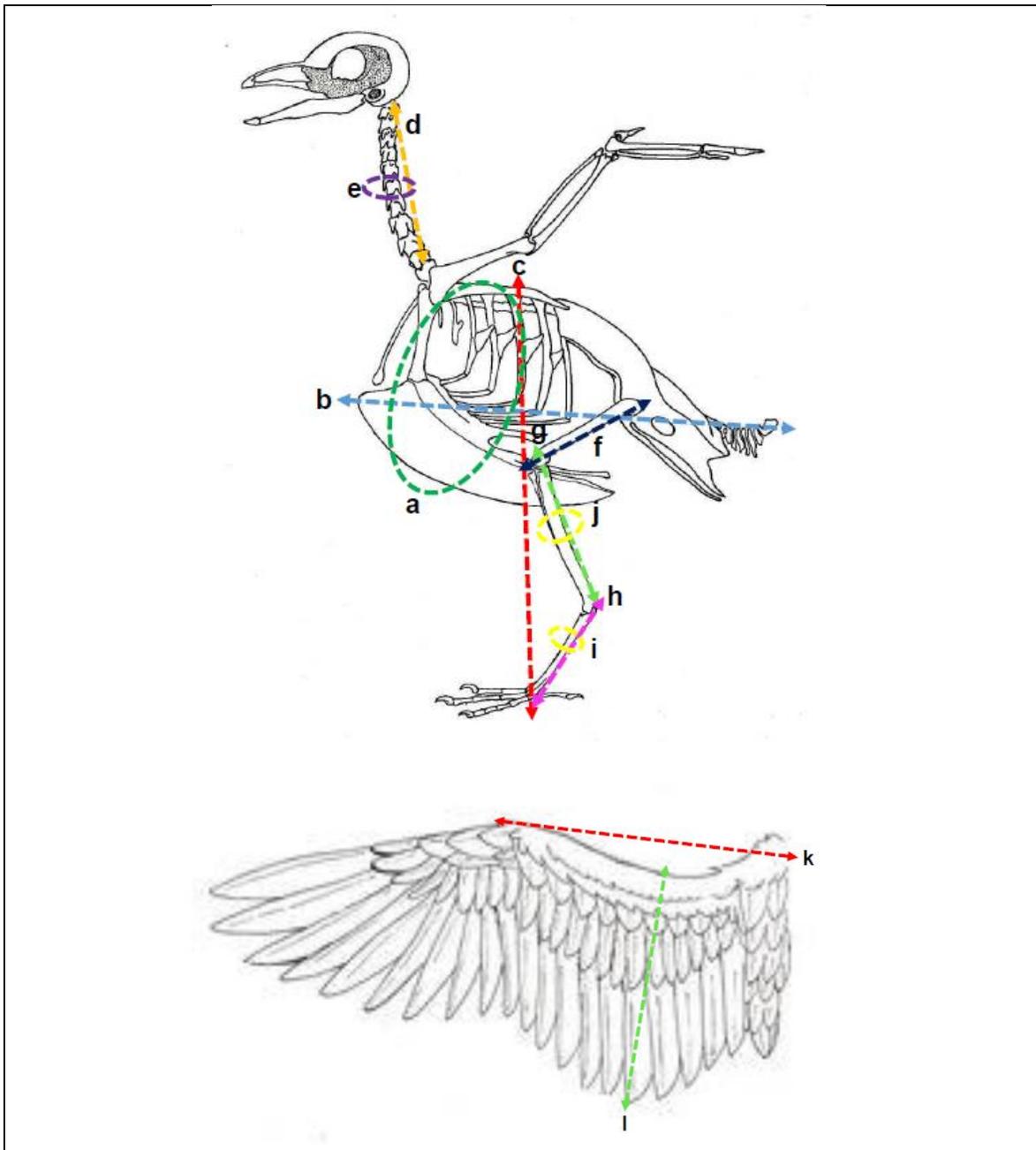


Figura 2. Puntos de referencia anatómica de las variables morfológicas estudiadas. a) perímetro torácico; b) longitud dorsal; c) altura dorsal; d) longitud del cuello; e) ancho del cuello; f) longitud del muslo; g) longitud de la pierna; h) longitud del tarso; i) ancho del tarso; j) ancho de la pierna; k) longitud del ala; l) ancho del ala.

2.2. Nomenclatura anatómica exterior de las variables morfológicas estudiadas

Peso corporal: Se obtuvo midiendo el peso vivo de las aves utilizando una báscula digital (Birteeb *et al.*, 2016).

Perímetro torácico: Se midió la circunferencia del pecho tomada hasta la punta posterior de la pechuga, por la parte posterior de la inserción de ambas alas (Vázquez *et al.*, 2015).

Longitud corporal: Se obtuvo midiendo la distancia entre la punta del pico y el extremo caudal (cola), sin considerar las plumas (Birteeb *et al.*, 2016).

Altura dorsal: Esta medida fue obtenida colocando al animal en posición erguida, ubicando el bastón zoométrico verticalmente a la altura de las patas hasta la parte dorsal de la entrada del tórax (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

Longitud del cuello: Consistió en la distancia que existe entre el cóndilo occipital y los bordes cefálico de los coracoides (Birteeb *et al.*, 2016).

Ancho del cuello: Circunferencia del cuello, tomada a la mitad del mismo (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

Longitud del muslo: Longitud entre la región media del coxal hasta la articulación femoro-tibial (Vázquez *et al.*, 2015).

Longitud de la pierna: Longitud entre la articulación femora-tibial hasta la articulación del tarso (Vázquez *et al.*, 2015).

Longitud del tarso: Representa al largo del tarso-metatarso y corresponde a la distancia de la articulación intertarsiana a la articulación metatarsofalángica (Ríos *et al.*, 2016)

Ancho del tarso: Se midió el diámetro total de atrás hacia delante en medio del hueso metatarso, sin presionar la piel (Carvalho *et al.*, 2017).

Ancho de la pierna: Esta medida se considera como la circunferencia que existe a la mitad de la pierna o tibia (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

Longitud de ala: También llamada longitud proximal, se toma con el ala extendida y consiste en la distancia medida desde la articulación del hombro hasta el extremo de la falange termina (Birteeb *et al.*, 2016).

Ancho de ala: Esta medida se toma de manera horizontal a la altura de las falanges (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013).

2.3. Cálculo de índices zoométricos

A partir de las variables morfológicas estudiadas, se estimaron tres índices de importancia etnológica, los cuales evalúan la morfoestructura y proporcionalidad del cuerpo de las aves domésticas (Yakubu, 2011). Los índices obtenidos se describen a continuación:

Índice de solidez: ($ISO = \text{Perímetro Torácico} / \text{Longitud Corporal} * 100$)

Índice de masividad: ($IMA = \text{Peso corporal} / \text{Longitud Corporal} * 100$).

Índice de condición: ($ICO = \text{Peso corporal} / \text{Longitud de ala} * 100$).

Tanto el índice de solidez como el índice de masividad se utilizan para evaluar el desarrollo de la musculatura de las aves, así mismo, define morfotipos orientados hacia una mayor producción de carne. Por otro lado, el índice de condición indica que aves tienen una mejor capacidad para satisfacer sus necesidades energéticas, basado en su peso corporal (Yakubu, 2011).

2.4 Descripción de los caracteres fanerópticos estudiados

Las variables fanerópticas fueron determinadas mediante examen visual realizado a cada animal. Se registró la tonalidad del pigmento del pico, considerando los colores amarillo, negro y blanco. Por otro lado, para el color de piel de tarso se consideraron los colores rosa, negro y blanco. Finalmente, el color de plumaje, este último se tipificó siguiendo la metodología propuesta por Juárez-Caratachea *et al.* (2016), quienes sugieren considerar como plumajes de colores puros a aquellos que presenten en mayor proporción un solo color y como plumajes con combinación de colores cuando se observe una mezcla de colores que no permitan catalogarse como color puro. Los colores considerados fueron: blanco, café, gris y negro, mismos que en estudios previos han sido considerados como básicos en el plumaje de guajolotes (Cigarroa-Vázquez *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2016).

2.5. Análisis estadístico

Todos los datos colectados en campo fueron codificados en hojas de cálculo Microsoft® Excel para su posterior análisis usando el programa Statistical Analysis System (SAS, 2016, ver. 9.4).

2.5.1. Descriptivos estadísticos y análisis de varianza (ANOVA)

Se obtuvieron los estadísticos descriptivos (media, error estándar, coeficiente de variación) de todas las variables cuantitativas estudiadas (morfológicas) usando el PROC MEANS y UNIVARIATE. Asimismo, se determinaron las tablas de distribución de

frecuencias (absolutas y relativas) de los caracteres fanerópticos a través del PROC FREQ.

Las medias del peso corporal y medidas morfométricas fueron diferenciadas mediante el análisis de varianza del PROC GLM (Yakubu *et al.*, 2011; Cevallos-Falquez *et al.*, 2016). Los factores de comparación fueron el sexo y población (municipio). Cada factor se analizó por separado, por ello el ANOVA utilizado fue simple. La notación del modelo se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde: Y_{ij} es la variable respuesta para la j -ésima observación en el i -ésimo tratamiento, μ es la media general del i -ésimo tratamiento y la media general de población, y ε_{ij} es el error experimental.

La prueba de comparación de medias se realizó usando el método de prueba de rango Tukey (Nigussie *et al.*, 2015). La significancia de diferencias estadísticas de los datos se basó en una confiabilidad del 95% ($P < 0.05$).

2.5.2. Análisis de componentes principales (ACP)

Después de estandarizar los valores de las medidas morfométricas, se realizó un análisis multivariado de componentes principales (ACP) utilizando el PROC PRINCOMP, con la finalidad de reducir el espacio multidimensional de las variables originales en un subconjunto de combinaciones lineales. En el ACP cada variable está muy bien representada (con una correlación elevada) en una dimensión y pobremente representada (con correlaciones bajas) en las demás (Navarro *et al.*, 2010).

Otros autores (Egena *et al.*, 2014; Khargharia *et al.*, 2015) definen el ACP como un método para transformar variables en un conjunto de datos multivariados, X_1, x_2, \dots, X_n en nuevas variables no correlacionadas y_1, y_2, \dots, y_n que representan la disminución proporciones de la varianza total en las variables originales definidas como:

$$Y_1 = a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots a_{1p}X_p.$$

$$Y_2 = a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots a_{2p}X_p.$$

.....

$$Y_n = a_{p1}X_1 + a_{p2}X_2 + \dots a_{np}X_p.$$

Con los coeficientes elegidos de manera que, Y_1, Y_2, \dots, Y_n representan proporciones decrecientes de la varianza total de las variables originales X_1, X_2, \dots, X_p .

2.5.3. Análisis de correlación

Para evaluar el grado de armonía morfoestructural de las poblaciones de guajolotes estudiadas, se realizó un análisis de correlación lineal de las variables morfométricas usando el PROC CORR. Este análisis permitió obtener los coeficientes de correlación de Pearson (r) mediante la fórmula siguiente:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum x_i - \bar{x})^2} \sqrt{(\sum y_i - \bar{y})^2}} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

Dónde: X_i e Y_i son las puntuaciones de cada par, S_x y S_y son las desviaciones típicas de cada variable.

En este análisis, los coeficientes de correlación toman valores entre -1 y 1; un valor cercano a 1 indica relación positiva, por el contrario, un valor cercano a -1 indica relación negativa (Steel *et al.*, 1997).

2.5.4. Análisis discriminante canónico (ADC)

Se realizó un análisis discriminante con la finalidad de clasificar a las poblaciones de guajolotes muestreadas (municipios) en grupos homogéneos sobre la base de las medidas morfométricas estudiadas. Se empleó el procedimiento de análisis discriminante por etapas o paso a paso (PROC STEPDISC) para identificar la importancia relativa de las variables que mejor discriminan a las poblaciones. Posteriormente, se utilizó el procedimiento PROC CANDISC para generar la prueba univariante de los rasgos morfológicos seleccionados, las funciones canónicas y los grupos tipológicos de pertenencia a la población visualizados en un biplot. El PROC DISCRIM se utilizó para obtener las distancias de Mahalanobis, significancias, y funciones discriminantes lineales (CAN) (Zergaw *et al.*, 2017).

2.5.5. Análisis de conglomerados (cluster)

Usando el procedimiento PROC CLUSTER del programa SAS (SAS, 2016, ver. 9.4), se realizó un análisis cluster o de conglomerados con el propósito de determinar una tipología de los guajolotes muestreados (según el sexo), basada en sus rasgos morfométricos. Este análisis determinó homogeneidad entre las aves que componían un grupo y heterogeneidad entre los grupos generados.

Para la separación de los distintos grupos se utilizó la distancia euclidiana y el método de K-medias, el cual, es un método no jerárquico de agrupación, por lo tanto, está diseñado para la clasificación de individuos, no de variables, en K grupos. El procedimiento es elegir una partición de los individuos en K-grupos e intercambiar los miembros de los clústers para tener una partición mejor (Urrutia *et al.*, 2010).

2.5.6. Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

Para analizar la intensidad y estructura de las relaciones de dependencia entre las variables cualitativas estudiadas (rasgos fanerópticos) y la proximidad a nivel población (municipio) y por sexo, se realizó un análisis multivariado de correspondencia múltiple (ACM) usando el PROC CORRESP (Nigussie *et al.*, 2016). Esta técnica estadística es utilizada para analizar desde un punto de vista gráfico las relaciones de dependencia e independencia de un conjunto de variables categóricas partiendo de los datos de una tabla de contingencia. Asimismo, resume la información original en un número reducido de factores o dimensiones, por ello, cuanto mayor sea la inercia total, mayor dependencia entre las variables y, por consiguiente, tiene más sentido identificar las categorías que participan en mayor medida en esa dependencia (Regueiro y Sánchez, 2014). La fórmula del ACM es la siguiente:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=0}^n S^2_i}{S^2_x} \right)$$

Dónde: n es el número de variables, S^2_i es la varianza de la variable, X_i y S^2_x es la varianza de los valores resultantes de la sumatoria de cada variable X_i .

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización morfométrica según sexo y población de origen

Los estadísticos descriptivos de las variables morfométricas e índices morfológicos estudiados, se presentan en el Cuadro 1. Se encontraron pesos corporales promedio de 5.48 y 3.27 kg en machos y hembras, respectivamente, semejante a los obtenidos en el sur de Yucatán (Canul *et al.*, 2011), en donde reportan un peso vivo promedio de 6.9 kg en machos y de 2.9 kg en hembras.

Para el analizar la variabilidad morfométrica, Herrera *et al.* (1996) mencionan que si una variable morfológica presenta un CV inferior al 4% puede ser considerada “de escasa variabilidad”, mostrando así una gran homogeneidad. Así mismo, si el coeficiente de variación está entre el 5 y 9% indica un grado de uniformidad “medio” y si es superior al 10% existe una elevada variabilidad en la población o raza estudiada.

En el presente estudio, la mayoría de las variables morfométricas estudiadas mostraron un coeficiente de variación menor al 20%, lo cual de acuerdo a Muñoz *et al.* (2014) y Cevallos-Falquez *et al.* (2016), es un indicativo de que existe una moderada variabilidad morfológica en las poblaciones de guajolotes, confirmando uniformidad morfométrica. Las variables que presentaron mayor variación fueron el PC (26.5%) en machos y el AT (23.8%) en hembras. Por su parte, Ríos *et al.* (2016) reportaron un CV= 36% en el peso corporal de guajolotes muestreados en varios estados de México, lo cual evidenció heterogeneidad de esta variable, posiblemente causada por las diversas características que presenta la crianza de esta ave en cada zona agroecológica del país.

Por su parte, Lamazares (2006) menciona que el bajo consumo de alimento en algunas aves derivado de la falta de apetito y del estrés provocado por condiciones ambientales en las cuales se crían, es un factor importante que ocasiona variación en los pesos corporales de las parvadas.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de medidas morfométricas e índices morfológicos de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.

Variable	Machos (n=133)			Hembras (n=69)		
	Media	EEM	CV (%)	Media	EEM	CV (%)
PC (kg)	5.48 ^a	0.12	26.49	3.27 ^b	0.08	21.91
PT (cm)	47.22 ^a	0.52	12.83	37.15 ^b	0.39	8.72
LC (cm)	39.97 ^a	0.34	10.08	34.26 ^b	0.46	11.38
AD (cm)	42.83 ^a	0.26	7.17	35.91 ^b	0.39	0.09
LCU (cm)	24.04 ^a	0.18	9.10	20.82 ^b	0.22	9.06
ACU (cm)	2.38 ^a	0.03	17.19	1.78 ^b	0.03	15.01
LM (cm)	16.36 ^a	0.09	6.58	13.64 ^b	0.11	6.39
LP (cm)	24.43 ^a	0.11	5.26	19.97 ^b	0.21	8.33
LT (cm)	13.81 ^a	0.10	8.57	11.03 ^b	0.10	8.01
AT (cm)	1.22 ^a	0.02	22.54	0.85 ^b	0.02	23.82
AP (cm)	2.96 ^a	0.04	16.66	2.25 ^b	0.03	12.61
LA (cm)	32.51 ^a	0.24	8.65	27.39 ^b	0.23	7.16
AA (cm)	12.38 ^a	0.07	6.61	9.95 ^b	0.07	6.61
ISO (%)	118.65 ^a	1.27	12.43	109.6 ^b	1.74	13.25
IMA (%)	13.68 ^a	0.28	24.01	9.56 ^b	0.22	19.94
ICO (%)	16.91 ^a	0.39	26.67	11.92 ^b	0.29	20.65

ab= letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$). n=número de observaciones, EEM= error estándar de la media, CV= coeficiente de variación.

Se exhibió dimorfismo sexual a favor de los machos ($P < 0.05$) en todas las variables morfométricas, esto se debe a la variación en los efectos hormonales entre machos y

hembras en la mayoría de animales (Shirzeyli *et al.*, 2013). El PC, AT, ACU, AP fueron las variables que evidenciaron un mayor dimorfismo sexual, datos similares a los descritos en guajolotes nigerianos (Ogah, 2011; Ajayi *et al.*, 2012a). Las medidas morfométricas muestran que los machos presentan un cuerpo corpulento en comparación con el de las hembras, ya que estas necesitan un cuerpo más estrecho para la producción de huevo (Yakubu, 2011).

En el presente estudio, los guajolotes muestreados mostraron un índice de masividad de 13.68% en machos y 9.56% en hembras, mientras que el índice de solidez fue de 118.65 y 109.6% en machos y hembras, respectivamente. Estos resultados confirman una menor ganancia de peso de estos genotipos nativos en comparación con genotipos mejorados; ya que un estudio realizado en pavos comerciales de la línea BIG-6, mostró que estas aves alcanzan un índice de solidez del 192.30% a las 20 semanas de edad (Oblakova, 2007).

Así mismo, las aves presentaron un índice de condición de 16.91 y 11.92% en machos y hembras, respectivamente. Este índice morfológico es de gran importancia fisiológica, debido a que las variables relacionadas con actividades metabólicas se expresan en función del peso y tamaño corporal de los animales (Yakubu, 2011). Los tres índices analizados fueron estadísticamente mayores en los machos ($P < 0.05$). El CV obtenido en estos índices osciló de 12.43 a 26.67%, tanto en macho como en hembras, tomando como referencia lo descrito por Martínez *et al.* (2016), esto sugiere que las poblaciones evaluadas presentan un patrón racial homogéneo.

En el Cuadro 2 se presentan los estadísticos descriptivos del peso corporal y rasgos morfométricos de los machos, diferenciados por población o municipio en el cual fueron muestreados.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos del peso corporal y medidas morfométricas de guajolotes nativos (machos) según población de origen.

Variable	Campeche(n=57)	Champtón (n=38)	Escárcega (n=38)
	Media \pm EEM	Media \pm EEM	Media \pm EEM
PC (kg)	5.41 \pm 0.17 ^a	5.24 \pm 0.20 ^a	5.83 \pm 0.28 ^a
PT (cm)	46.92 \pm 0.71 ^{ba}	45.83 \pm 0.85 ^b	49.06 \pm 1.18 ^a
LC (cm)	40.28 \pm 0.47 ^a	39.26 \pm 0.69 ^a	40.21 \pm 0.71 ^a
AD (cm)	43.41 \pm 0.31 ^a	42.10 \pm 0.61 ^a	42.72 \pm 0.51 ^a
LCU (cm)	23.77 \pm 0.32 ^a	24.01 \pm 0.32 ^a	24.48 \pm 0.32 ^a
ACU (cm)	2.61 \pm 0.06 ^a	2.22 \pm 0.03 ^b	2.21 \pm 0.04 ^b
LM (cm)	16.32 \pm 0.14 ^{ba}	15.96 \pm 0.17 ^b	16.82 \pm 0.13 ^a
LP (cm)	24.19 \pm 0.14 ^b	24.21 \pm 0.21 ^b	25.01 \pm 0.22 ^a
LT (cm)	14.08 \pm 0.13 ^a	13.47 \pm 0.23 ^b	13.72 \pm 0.16 ^{ba}
AT (cm)	1.37 \pm 0.04 ^a	1.11 \pm 0.01 ^b	1.12 \pm 0.02 ^b
AP (cm)	3.09 \pm 0.06 ^a	2.77 \pm 0.96 ^b	2.95 \pm 0.07 ^{ba}
LA (cm)	33.17 \pm 0.44 ^a	31.91 \pm 0.31 ^a	32.13 \pm 0.41 ^a
AA (cm)	12.41 \pm 0.09 ^a	12.22 \pm 0.13 ^a	12.49 \pm 0.14 ^a

ab= letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$). n=número de observaciones, EEM= error estándar de la media.

Las variables que presentaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre poblaciones fueron: PT, ACU, LM, LP, LT, AT y AP. Los guajolotes muestreados en el municipio de Campeche, son lo que presentaron los valores ligeramente más altos, lo cual podría deberse a la cercanía de las unidades de producción estudiadas con la zona urbana, lo cual les facilita el acceso a granos y alimentos balanceados. Por otra parte, en las

hembras, el ACU, LT, AT y AP fueron los rasgos morfométricos que mostraron variación estadística ($P < 0.05$) entre las poblaciones estudiadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadísticos descriptivos del peso corporal y medidas morfométricas de guajolotes nativos (hembras) según población de origen.

Variable	Campeche (n=15)	Champotón (n=22)	Escárcega (n=32)
	Media \pm EEM	Media \pm EEM	Media \pm EEM
PC (kg)	3.31 \pm 0.16 ^a	3.21 \pm 0.13 ^a	3.28 \pm 0.14 ^a
PT (cm)	36.36 \pm 0.59 ^a	37.29 \pm 0.73 ^a	37.43 \pm 0.61 ^a
LC (cm)	35.30 \pm 0.61 ^a	32.86 \pm 1.01 ^a	34.74 \pm 0.64 ^a
AD (cm)	34.29 \pm 0.72 ^a	36.20 \pm 0.64 ^a	36.46 \pm 0.61 ^a
LCU (cm)	21.12 \pm 0.54 ^a	20.76 \pm 0.43 ^a	20.72 \pm 0.31 ^a
ACU (cm)	2.02 \pm 0.07 ^a	1.68 \pm 0.03 ^b	1.74 \pm 0.04 ^b
LM (cm)	13.91 \pm 0.28 ^a	13.54 \pm 0.17 ^a	13.60 \pm 0.13 ^a
LP (cm)	19.58 \pm 0.25 ^a	19.58 \pm 0.25 ^a	20.42 \pm 0.36 ^a
LT (cm)	11.30 \pm 0.20 ^a	10.66 \pm 0.14 ^b	11.15 \pm 0.17 ^{ba}
AT (cm)	1.05 \pm 0.07 ^a	0.82 \pm 0.02 ^b	0.78 \pm 0.02 ^b
AP (cm)	2.41 \pm 0.03 ^a	2.17 \pm 0.04 ^b	2.24 \pm 0.06 ^{ba}
LA (cm)	28.03 \pm 0.73 ^a	27.02 \pm 0.34 ^a	27.35 \pm 0.29 ^a
AA (cm)	10.11 \pm 0.15 ^a	9.92 \pm 0.13 ^a	9.91 \pm 0.12 ^a

ab= letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$). n=número de observaciones, EEM= error estándar de la media.

Al igual que en los machos, las hembras muestreadas en comunidades rurales del municipio de Campeche, son las que presentaron un peso corporal y tamaño superior al resto, evidenciando la mejor alimentación a la cual tienen acceso, reflejándose en aves más corpulentas y de mayor tamaño.

3.2. Análisis de la armonía morfoestructural

En el Cuadro 4 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson entre las variables morfométricas estudiadas en los machos. Se observan asociaciones positivas altas ($P < 0.05$) entre las variables (84.6%), cuyos coeficientes variaron de $r = 0.86$ a $r = 0.22$, indicando el alto grado de armonía morfoestructural que presentan los guajolotes, lo cual coincide con lo afirmado por Herrera y Luque (2009), quienes basaron su criterio de armonía en correlaciones morfoestructurales de una raza o población.

Por su parte, Salamanca *et al.* (2015), afirman que la valoración de las correlaciones positivas entre las diferentes regiones corporales de individuos de alguna raza, resulta crucial debido a que la mayoría de los genes que influyen sobre la configuración de un animal son de acción general y no local, por tanto, la conformación de una región en parte se muestra estrechamente correlacionada con la conformación de otra.

En este estudio el AT fue la variable morfométrica que presentó coeficientes de correlación más bajos ($P > 0.05$), lo cual es acorde con lo descrito por Ige (2013), quien reportó coeficientes de correlación bajos en pollos nigerianos, entre longitud de quilla y longitud de ala, pico y tarso, además de peso corporal ($P > 0.05$).

Cuadro 4. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables morfométricas de guajolotes nativos (machos).

	PC	PT	LC	AD	LCU	ACU	LM	LP	LT	AT	AP	LA
PT	0.86 **											
LC	0.46 **	0.48 **										
AD	0.53 **	0.51 **	0.38 **									
LCU	0.25 *	0.29 *	0.19 ns	0.24 *								
ACU	0.34 **	0.36 **	0.39 **	0.28 *	0.17 ns							
LM	0.56 **	0.58 **	0.42 **	0.36 **	0.31 *	0.35 **						
LP	0.38 **	0.37 **	0.24 *	0.44 **	0.29 *	0.09 ns	0.58 **					
LT	0.24 *	0.26 *	0.33 **	0.38 **	0.23 *	0.24 *	0.32 *	0.42 **				
AT	0.15 ns	0.13 ns	0.22 *	0.12 ns	0.13 ns	0.54 **	0.23 *	0.07 ns	0.15 ns			
AP	0.66 **	0.66 **	0.45 **	0.42 **	0.26 *	0.54 **	0.49 **	0.31 *	0.29 *	0.55 **		
LA	0.15 ns	0.30 *	0.27 *	0.24 *	0.28 *	0.29 *	0.27 *	0.25 *	0.44 **	0.08 ns	0.23 *	
AA	0.57 **	0.61 **	0.43* *	0.49 **	0.36 **	0.27 **	0.45 **	0.45 **	0.57 **	0.01 ns	0.43 **	0.42 **

* $P < 0.05$, ** $P < 0.0001$, ns= no significativo.

Por otro lado, en las hembras solo el 60.3% de las correlaciones fueron positivas (Cuadro 5), en un rango de $r = 0.31$ a $r = 0.75$, con un grado de armonía morfoestructural considerado como medio-alto (Herrera y Luque, 2009). Al igual que en los machos, el AT fue la variable que mostró una mayor proporción de correlaciones no significativas ($P > 0.05$), excepto con el ACU ($r = 0.41$). Al respecto, Egena *et al.* (2014) mencionan que el tarso es un carácter que no tiene valor económico en las aves de corral, así que, si no crece proporcionalmente al tamaño del cuerpo, esto no causa inquietud a los productores.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson entre variables morfométricas de guajolotes nativos (hembras).

	PC	PT	LC	AD	LCU	ACU	LM	LP	LT	AT	AP	LA
PT	0.74 **											
LC	0.46 **	0.36 *										
AD	0.32 *	0.33 *	0.32 *									
LCU	0.31 *	0.23 ns	0.23 ns	0.21 ns								
ACU	0.47 **	0.41 *	0.33 *	0.03 ns	0.19 ns							
LM	0.41 *	0.41 *	0.35 *	0.20 ns	0.37 *	0.28 ns						
LP	0.14 ns	0.13 ns	0.23 ns	0.36 *	0.24 ns	0.08 ns	0.29 ns					
LT	0.31 *	0.35 *	0.33 *	0.16 ns	0.19 ns	0.41 *	0.44 **	0.39 *				
AT	0.20 ns	0.16 ns	0.23 ns	0.13 ns	0.05 ns	0.41 *	0.27 ns	0.06 ns	0.24 ns			
AP	0.75 **	0.51 **	0.49 **	0.09 ns	0.21 ns	0.58 **	0.39 *	0.09 ns	0.35 *	0.40 *		
LA	0.32 *	0.30 ns	0.23 ns	0.16 ns	0.47 **	0.34 *	0.47 **	0.37 *	0.45 **	0.17 ns	0.33 *	
AA	0.33 *	0.33 *	0.24 ns	0.36 *	0.44 **	0.35 *	0.52 **	0.38 *	0.56 **	0.31 *	0.37 *	0.66 **

* $P < 0.05$, ** $P < 0.0001$, ns= no significativo.

Tanto en los machos como en las hembras, el PT ($r = 0.86$), AP ($r = 0.75$), AA ($r = 0.57$), LM ($r = 0.56$), AD ($r = 0.53$) y ACU ($r = 0.47$), fueron las variables morfométricas con mayor correlación con el peso corporal, por lo tanto, estos rasgos podrían ser útiles para predecir el peso corporal de guajolotes nativos (Durosaro *et al.*, 2013). Similares hallazgos fueron reportados en pollos domésticos por Liyanage *et al.* (2015), quienes concluyen que el perímetro torácico es un buen indicador del peso vivo de estas aves.

En estudios previos, realizados por Contreras *et al.* (2011) en ganado bovino se ha descrito que al ser el perímetro torácico el rasgo morfológico de mayor correlación con

el peso corporal, este puede considerarse como un indicador del crecimiento, adaptabilidad y eficiencia alimenticia.

3.3. Resultados del análisis de componentes principales (ACP)

3.3.1. Análisis de componentes principales a nivel de los machos

Del ACP se extrajeron cuatro componentes principales (CP), los cuales en su conjunto explicaron el 70.19% de la varianza total (Cuadro 6). Se presentaron variaciones en el patrón de cargas de las medidas morfométricas en cada componente.

Cuadro 6. Matriz de componentes principales de guajolotes nativos (machos).

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
Peso corporal	0.340	0.024	-0.444	-0.080
Perímetro torácico	0.351	-0.009	-0.354	-0.148
Longitud corporal	0.276	0.093	-0.002	-0.353
Altura dorsal	0.287	-0.131	-0.106	-0.091
Longitud del cuello	0.195	-0.140	0.201	0.500
Ancho del cuello	0.242	0.456	0.237	-0.135
Longitud del muslo	0.312	-0.033	-0.105	0.345
Longitud de la pierna	0.255	-0.312	0.009	0.491
Longitud del tarso	0.245	-0.239	0.454	-0.126
Ancho del tarso	0.154	0.600	0.266	0.277
Ancho de la pierna	0.330	0.336	-0.099	0.043
Longitud del ala	0.206	-0.178	0.518	-0.268
Ancho del ala	0.324	-0.290	0.043	-0.202
Autovalor	5.46	1.55	1.21	0.88
% Varianza	42.03	11.99	9.38	6.79
% Varianza acumulada	42.03	54.02	63.40	70.19

CP= Componente principal

El primer CP se relacionó con PT, PC, AP y LM, y fue el que aportó el mayor porcentaje a la varianza (42.03%), por ello y de acuerdo a Khargharia *et al.* (2015), podría considerarse como factor de tamaño corporal.

El segundo PC, se caracterizó por tres rasgos morfométricos (AT, ACU y AP), mismo que explicó el 11.99% de la varianza total. El tercer CP contribuyó con el 9.38% a la varianza y estuvo influenciado por LA y LT, mientras que el cuarto CP determinó el 6.79% de la varianza total y se asoció con LCU y LP. Los criterios de variación usando los CP 1 y 2 (Figura 3), permitieron realizar una división de la población de machos en dos subpoblaciones, las cuales incluyen grupos de individuos homogéneos, sin embargo, presentan heterocigosidad entre los tipos de subpoblaciones determinadas.

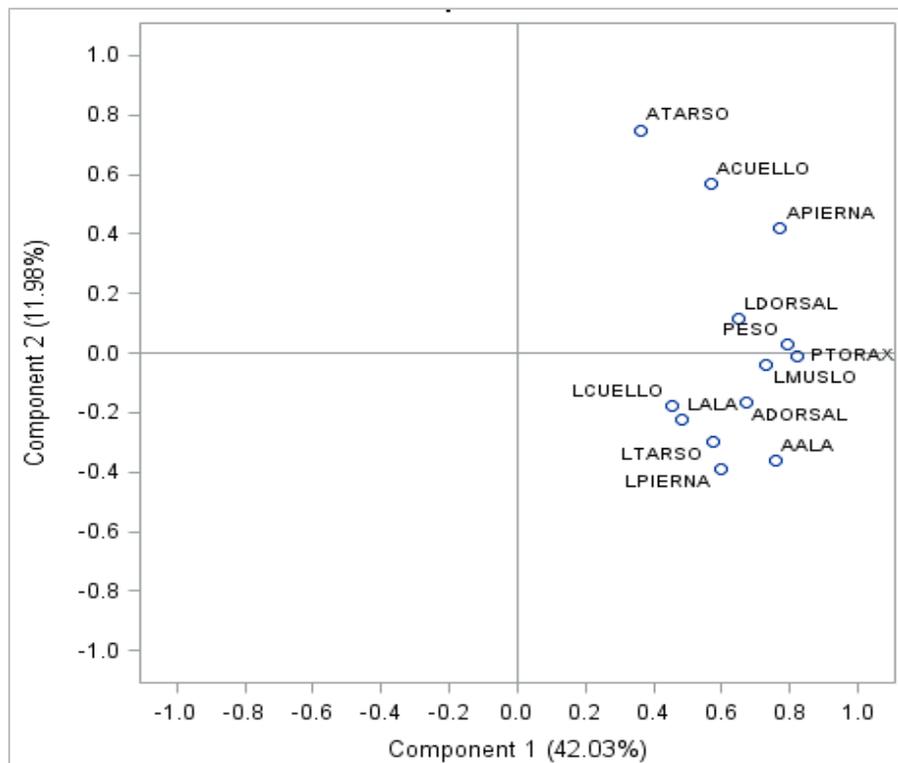


Figura 3. Distribución espacial de las variables morfométricas mas importantes asociadas en los componentes principales 1 y 2 de los machos.

3.3.2. Análisis de componentes principales a nivel de las hembras

Del mismo modo, del ACP realizado con los datos de las medidas morfométricas de las hembras, se extrajeron cuatro componentes principales (CP), mismos que totalizaron una varianza de 69.30% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Matriz de componentes principales de guajolotes nativos (hembras).

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
Peso corporal	0.338	-0.206	0.374	-0.152
Perímetro torácico	0.308	-0.138	0.350	-0.105
Longitud corporal	0.269	-0.075	0.259	0.304
Altura dorsal	0.178	0.338	0.476	0.128
Longitud del cuello	0.230	0.239	-0.70	-0.659
Ancho del cuello	0.276	-0.370	-0.141	-0.045
Longitud del muslo	0.311	0.095	-0.131	-0.052
Longitud de la pierna	0.179	0.502	0.020	0.363
Longitud del tarso	0.296	0.103	-0.236	0.416
Ancho del tarso	0.180	-0.359	-0.399	0.23
Ancho de la pierna	0.328	-0.339	0.095	0.013
Longitud del ala	0.300	0.227	-0.313	-0.234
Ancho del ala	0.329	0.233	-0.278	-0.014
Autovalor	5.02	1.76	1.32	0.89
% Varianza	38.65	13.55	10.18	6.91
% Varianza acumulada	38.65	52.20	62.39	69.30

CP= Componente principal.

Las variables morfológicas que se relacionaron en el primer CP, el cual aportó el 38.65% a la varianza total, fueron: PC, AA, AP, PT y LA. El segundo CP explicó el 13.55% de la varianza y asoció la LP y AD. El tercer y cuarto CP, en conjunto aportaron el 17.09% a la varianza general y estuvieron relacionados con la AD, LT, PC, LP, PT y LC. Por su parte, Cigarroa-Vázquez *et al.* (2013) determinaron cuatro componentes que explicaron

el 74% de la variación total y estuvieron relacionados con la altura, peso corporal, largo del dorso y el perímetro pectoral de guajolotes autóctonos muestreados en la región centro-norte de Chiapas, México. De acuerdo a lo señalado por Ajayi *et al.* (2012b), los componentes obtenidos en el presente estudio, podrían ser útiles en la evaluación del guajolote nativo con fines de reproducción y selección.

Así mismo, el ACP generó un biplot que permitió observar la división de la población total de las hembras en dos subpoblaciones, utilizando los dos primeros componentes principales (Figura 4).

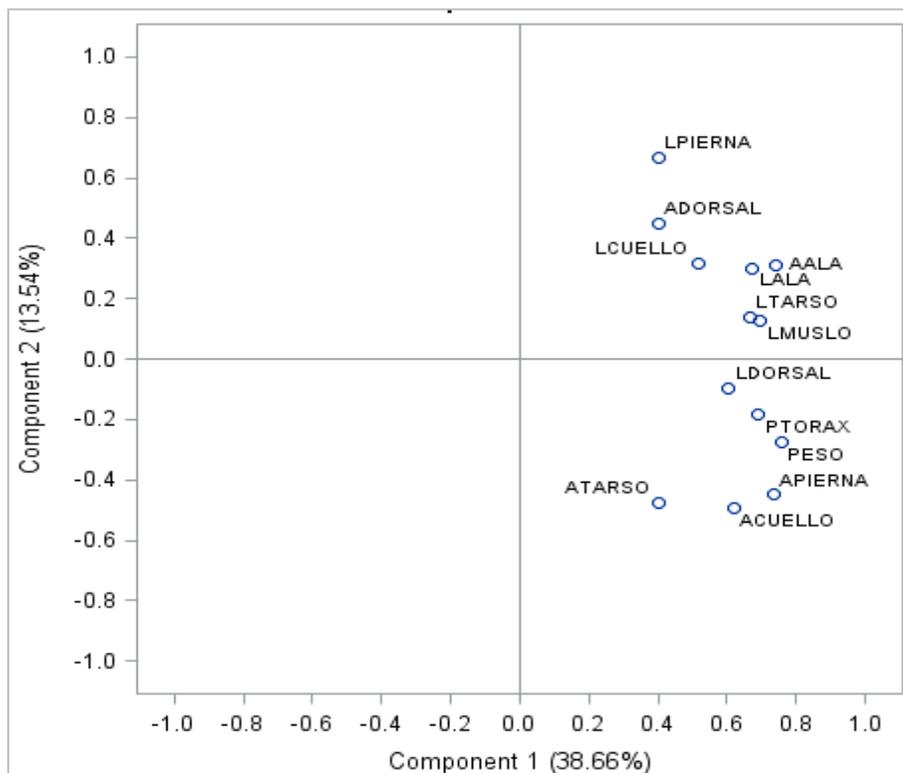


Figura 4. Distribución espacial de las variables morfométricas más importantes asociadas en los componentes principales 1 y 2 de las hembras.

3.4. Resultados del análisis discriminante canónico (ADC)

3.4.1. Análisis discriminante canónico a nivel de toda la muestra

De acuerdo a Getu *et al.* (2014), el análisis discriminante canónico (ADC) mide la fuerza de la relación global entre el compuesto lineal del conjunto predictor de variables, donde el predictor es las variables canónicas y el criterio es la población estudiada. La primera variable canónica (CAN1) o función discriminante lineal obtenida, explicó el 96.34% de la varianza total de las tres poblaciones de guajolotes estudiadas, mientras que la segunda variable canónica solo explicó el 3.66% de la variación (Cuadro 8).

Las variables morfométricas más importantes para discriminar entre las tres poblaciones en CAN1 fueron el ACU y AT con una puntuación de función discriminante canónica de 0.87 y 0.79, respectivamente. Por otro lado, CAN2 estuvo relacionada con el AA con una puntuación de 1.83

Cuadro 8. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de la muestra total.

Variable	CAN1	CAN2
Perímetro torácico	-0.78	-0.87
Longitud del cuello	-0.32	0.16
Ancho del cuello	0.87	-0.58
Longitud de pierna	-0.66	-1.17
Ancho de tarso	0.79	0.15
Longitud de ala	0.46	-0.04
Ancho de ala	0.45	1.83
Autovalor	0.86	0.03
Correlación canónica	0.681	0.178
% Varianza	96.34	3.66

CAN= Variable canónica

La correlación canónica significativa entre la población y la primera variable canónica ($r= 0.681$) y segunda variación canónica ($r= 0.178$), indican que estas variables explican la diferenciación entre poblaciones, sin embargo, la CAN1 explica la mayor proporción.

El análisis discriminante usando el procedimiento de Regresión Stepwise mostró que el ancho de tarso ($R^2= 26\%$) y el perímetro torácico ($R^2= 14.5\%$) fueron los rasgos morfométricos que más contribuyen significativamente ($P< 0.0001$) a la separación de las poblaciones de guajolotes nativos (Campeche, Champotón y Escárcega) (Cuadro 9). Algunas de estas variables morfológicas han sido señaladas como importantes en la diferenciación de guajolotes domésticos (Ajayi *et al.*, 2012a), pollos locales (Ajayi *et al.*, 2012b) y patos locales (Oguntunji and Ayorinde, 2014).

Cuadro 9. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante Stepwise de toda la muestra.

Step	Variable	R ² parcial	Wilk λ	F-estadístico	Significancia
1	Ancho de tarso	0.261	0.738	35.19	<.0001
2	Ancho de cuello	0.059	0.694	6.24	<.0001
3	Perímetro torácico	0.145	0.594	16.70	<.0001
4	Longitud de pierna	0.028	0.577	2.88	<.0001
5	Ancho de ala	0.051	0.547	5.31	<.0001
6	Longitud de ala	0.028	0.532	2.79	<.0001
7	Longitud de cuello	0.026	0.518	2.62	<.0001

Usando como referencias las distancias Mahalanobis, se determinó diferenciación altamente significativa ($P<.0001$) entre los guajolotes muestreados en Campeche con las poblaciones muestreadas en Champotón (13.50) y Escárcega (21.49) (Cuadro 10). Estas distancias son menores a las reportadas por Rosario *et al.* (2008), quienes realizaron la diferenciación morfométrica de distintas líneas de pollos comerciales. Aunado a esto,

Hauser *et al.* (1995) mencionan que la variación de los rasgos morfométricos entre poblaciones podría ser un indicativo de adaptación a los diversos ecosistemas en los que se encuentran, ya que, el fenotipo se basa en rasgos que combinan la base genotípica del individuo y su interacción con el ambiente.

Las funciones canónicas determinadas evaluaron las distribuciones discriminantes, mismas que se representaron gráficamente (Figura 5), pudiéndose observar la diferenciación entre poblaciones.

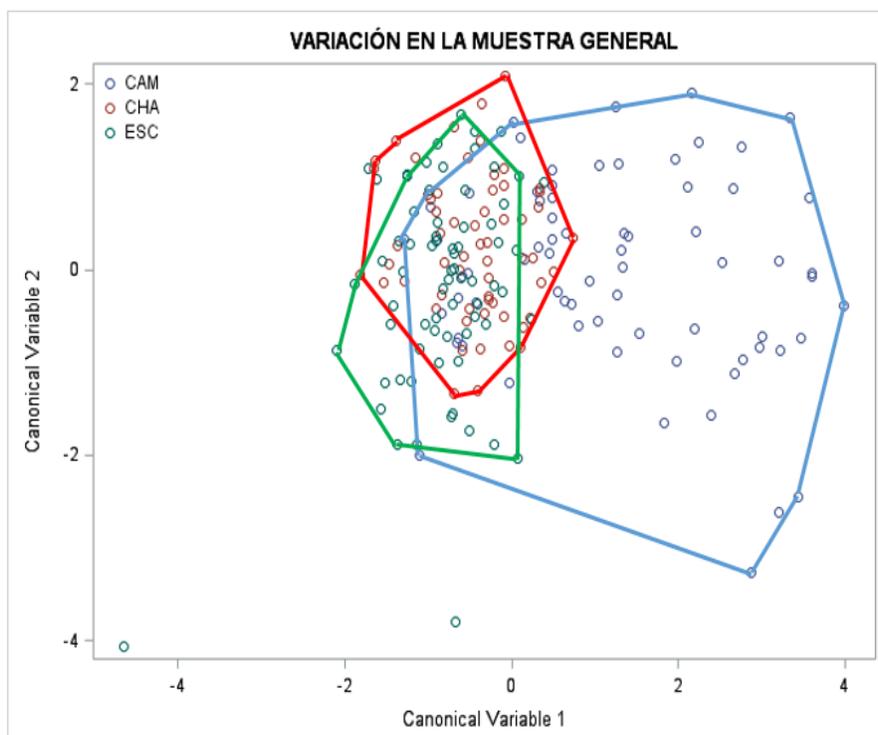


Figura 5. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (muestra total). CAM= Campeche, CHA= Champotón, ESC= Escárcega.

Cuadro 10. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes total.

Población	Campeche	Champotón	Escárcega
Campeche	0	<.0001	<.0001
Champotón	13.50	0	ns
Escárcega	21.49	1.53	0

Diagonal inferior= Distancias Mahalanobis, diagonal superior= significancia.

3.4.2. Análisis discriminante canónico a nivel de los machos

A través de ADC realizado con los datos de las medidas morfométricas de los machos se obtuvieron dos variables canónicas, mismas que revelaron el 100% de la varianza total (Cuadro 11). CAN1 fue la que aportó la mayor variación (91.15%) y estuvo explicada por el ancho de cuello (0.66), ancho de tarso (0.62) y la altura dorsal (0.48). Por otro lado, CAN2 solo aportó el 8.85% a la varianza total, y fue representada por la longitud de muslo (0.74) y ancho de tarso (0.34). Similares hallazgos han sido descritos previamente en la diferenciación de razas de guajolotes nigerianos (Yakubu *et al.*, 2012).

La correlación canónica encontrada fue de 0.726 y 0.313 en la primera y segunda variable canónica, respectivamente, evidenciando el valor sobresaliente que tiene CAN1 en la diferenciación de las poblaciones de guajolotes estudiadas.

El análisis Stepwise determinó que los rasgos más importantes que permiten discriminar entre poblaciones fueron: ACU, LM, AT, LT, LP, LCU, AD, PT y LA, sin embargo, el ancho de cuello fue la medida morfométrica con mayor valor discriminatorio ($R^2= 0.24$) (Cuadro 12).

Cuadro 11. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de los machos.

Variable	CAN1	CAN2
Perímetro torácico	-0.52	0.18
Altura dorsal	0.48	-0.10
Longitud del cuello	-0.35	-0.14
Ancho del cuello	0.66	0.06
Longitud de muslo	-0.21	0.74
Longitud de pierna	-0.59	0.21
Longitud de tarso	0.32	-0.39
Ancho de tarso	0.62	0.34
Longitud de ala	0.32	0.15
Autovalor	1.12	0.10
Correlación canónica	0.726	0.313
% Varianza	91.15	8.85

CAN= Variable canónica

Cuadro 12. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante Stepwise de los machos.

Step	Variable	R ² parcial	Wilk λ	F-estadístico	Significancia
1	Ancho del cuello	0.244	0.755	21.06	<.0001
2	Longitud del muslo	0.157	0.636	12.09	<.0001
3	Ancho del tarso	0.103	0.570	7.36	<.0001
4	Longitud del tarso	0.043	0.545	2.88	<.0001
5	Longitud de la pierna	0.064	0.510	4.34	<.0001
6	Longitud del cuello	0.042	0.488	2.78	<.0001
7	Altura dorsal	0.032	0.473	2.05	<.0001
8	Perímetro torácico	0.062	0.443	4.06	<.0001
9	Longitud del ala	0.041	0.425	2.65	<.0001

Los valores Wilk lambda oscilaron de 0.755 a 0.425 (Cuadro 12). Al respecto, Jesuyon and Isidahomen (2015) mencionan que el valor de lambda de Wilks es la proporción de variabilidad total en los datos que no fue explicada por la función. Es decir, cuanto menor sea este valor, mayores serán las diferencias.

El análisis discriminante mostró que las tres poblaciones se caracterizaron como tres grupos distintos, sin embargo, con base en las distancias de Mahalanobis encontradas, las poblaciones de guajolotes machos localizados en Campeche se diferencian estadísticamente de las otras dos poblaciones ($P < .0001$) (Cuadro 13). La distancia más grande se encontró entre las poblaciones de Campeche y Escárcega (14.05), mientras que la más corta fue entre las poblaciones de Champotón y Escárcega (2.51).

Cuadro 13. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes nativos (machos).

Población	Campeche	Champotón	Escárcega
Campeche	0	<.0001	<.0001
Champotón	7.30	0	ns
Escárcega	14.05	2.51	0

Diagonal inferior= Distancias Mahalanobis, diagonal superior= significancia.

El dendrograma generado usando el ADC (Figura 6), muestra los tres grupos determinados, evidenciando las separaciones anteriormente expuestas mediante las dos variables canónicas obtenidas.

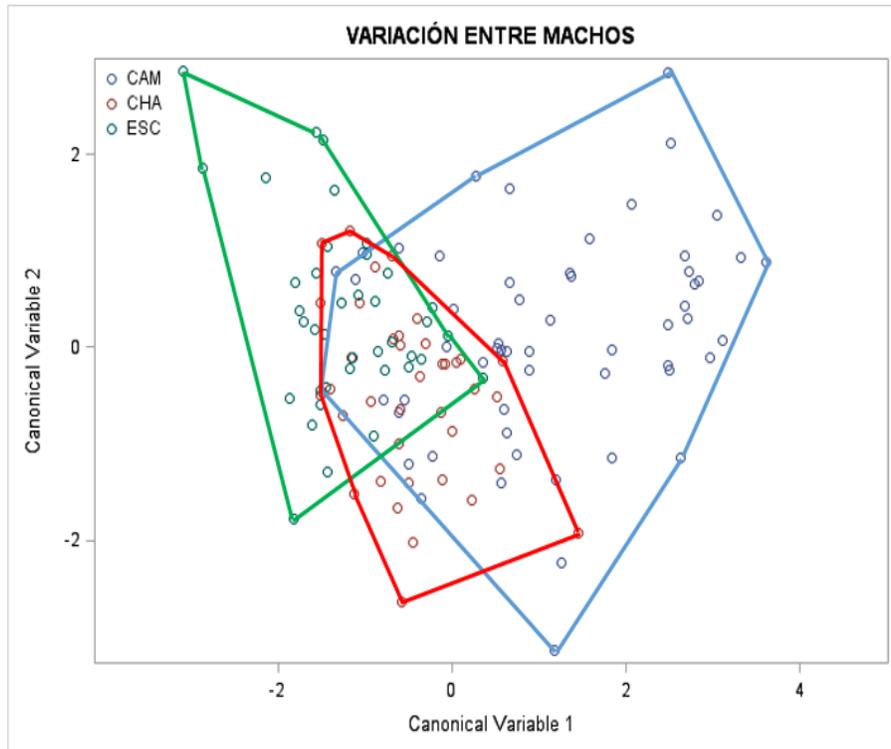


Figura 6. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (machos). CAM= Campeche, CHA= Champotón, ESC= Escárcega.

3.4.3. Análisis discriminante canónico a nivel de las hembras

El análisis discriminante canónico identificó dos variables canónicas (CAN), con las cuales se explicaba el 100% de la variación total. El Cuadro 14 presenta los coeficientes canónicos estandarizados de la muestra y la varianza total explicada por cada variable canónica. CAN1 incluyó la combinación lineal de rasgos que mejor discrimina entre las poblaciones de hembras muestreadas, ya que representó el 89.47% de la variación total. Los caracteres morfométricos que influyeron en la variable fueron: ancho de cuello (0.93) y ancho de tarso (0.72). Por otro lado, CAN2 reveló el 10.53% de la varianza y estuvo explicada por la longitud de tarso (0.96) y ancho de cuello (0.27). La correlación canónica

fue superior en la primera variable canónica ($r= 0.683$). Tal como lo afirma Ogah (2013), este tipo de estudios ayuda a analizar la contribución de los rasgos morfológicos originales a cada una de las dos variables canónicas, evidenciando los de mayor importancia.

Cuadro 14. Coeficientes estandarizados, correlación canónica y variación explicada por cada función del ADC de las hembras.

Variable	CAN1	CAN2
Perímetro torácico	-0.78	-0.27
Ancho del cuello	0.93	0.27
Longitud de tarso	0.04	0.96
Ancho de tarso	0.72	-0.64
Autovalor	0.87	0.10
Correlación canónica	0.683	0.306
% Varianza	89.47	10.53

CAN= Variable canónica

Estos rasgos sobresalientes fueron confirmados a través del análisis discriminante Stepwise (Cuadro 15), en donde se destaca que el AT, ACU, PT y LT, fueron las medidas morfométricas con mayor poder discriminante y que permiten realizar la separación de las poblaciones estudiadas.

Cuadro 15. Resumen de las variables morfológicas incluidas en el análisis discriminante Stepwise de las hembras.

Step	Variable	R ² parcial	Wilk λ	F-estadístico	Significancia
1	Ancho del tarso	0.265	0.734	11.94	<.0001
2	Ancho del cuello	0.128	0.639	4.80	<.0001
3	Perímetro torácico	0.192	0.516	7.64	<.0001
4	Longitud del tarso	0.065	0.482	2.22	<.0001

Las distancias Mahalanobis entre poblaciones y su significancia se presentan en el Cuadro 16. Al igual que en los machos, la distancia más grande se encontró entre las poblaciones de hembras muestreadas en Campeche y Escárcega (12.07), mientras que la distancia más corta se presentó entre las poblaciones de Champotón y Escárcega (1.63). Esta situación podría justificarse debido a la separación de las poblaciones por grandes distancias, lo cual disminuye el flujo de genes, manteniendo así las diferencias fenotípicas entre estas (Yakubu and Ibrahim, 2011),

Cuadro 16. Distancia Mahalanobis y significancia de las poblaciones de guajolotes nativos (hembras).

Población	Campeche	Champotón	Escárcega
Campeche	0	<.0001	<.0001
Champotón	11.12	0	ns
Escárcega	12.07	1.63	0

Diagonal inferior= Distancias Mahalanobis, diagonal superior= significancia.

Tales separaciones se muestran claramente en la Figura 7. Es evidente que el guajolote nativo en el estado de Campeche varía de región en región, lo cual podría deberse a la falta de recursos, como agua y alimento, ocasionando que los animales no expresen su potencial genético, originando dimensiones morfológicas inferiores o superiores, según sea el caso (Yakubu *et al.*, 2010).

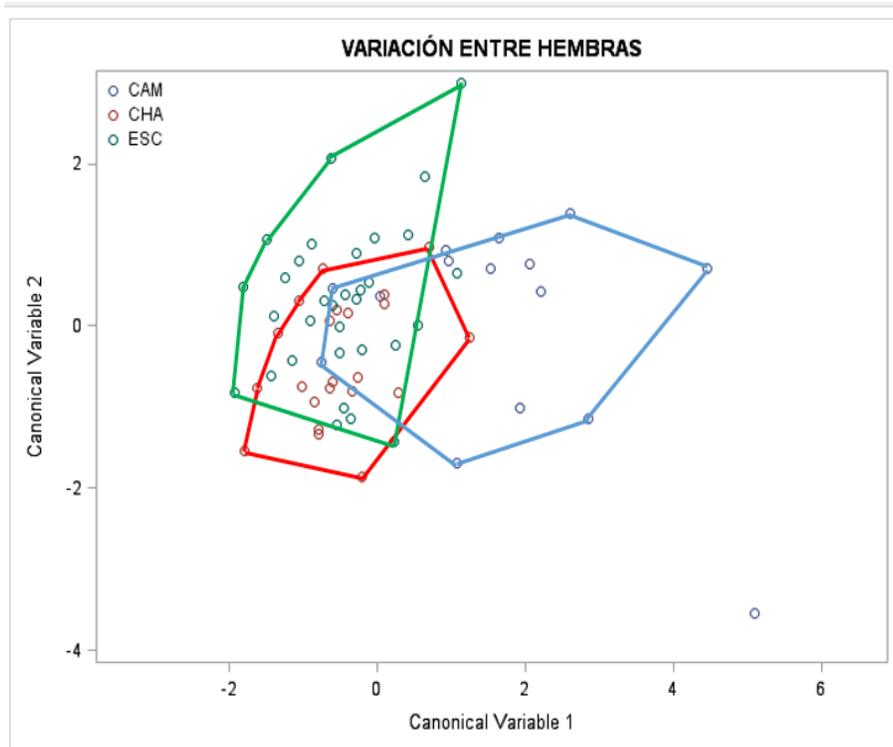


Figura 7. Representación gráfica de las variables canónicas que permiten diferenciar a las poblaciones de guajolotes nativos (hembras). CAM= Campeche, CHA= Champotón, ESC= Escárcega.

3.5. Resultados del análisis cluster

El resultado del análisis de conglomerados permitió agrupar a los machos en tres morfotipos, de acuerdo a una distancia euclidiana de 1.00 (Figura 8). En el Cuadro 17 se muestran los promedios de las variables morfométricas para cada morfotipo. Grupo I: está constituido por animales de mayor talla y tamaño, con un peso corporal, perímetro torácico, longitud dorsal, altura dorsal, longitud de muslo, longitud de pierna, ancho de tarso y ancho de ala, superiores al resto de individuos. Grupo II: conglomeró a las aves más pequeñas, las cuales presentaron valores inferiores en todas las variables morfométricas. Grupo III: este agrupó a la mayoría de guajolotes, los cuales tienen una

morfoestructura similar, es decir sus rasgos morfométricos se encuentran dentro de la media poblacional, sin embargo, presentaron una longitud de tarsos superior al resto de animales. De acuerdo con Cigarroa-Vázquez *et al.* (2013), los morfotipos que presentan una talla superior al resto de individuos, podrían considerarse como indicadores ecológicos, ya que muestran el grado de adaptación de estas aves a las condiciones agroclimáticas y de manejo en las cuales se crían, por lo tanto, los hace deseables para ser incluidos en programas de selección.

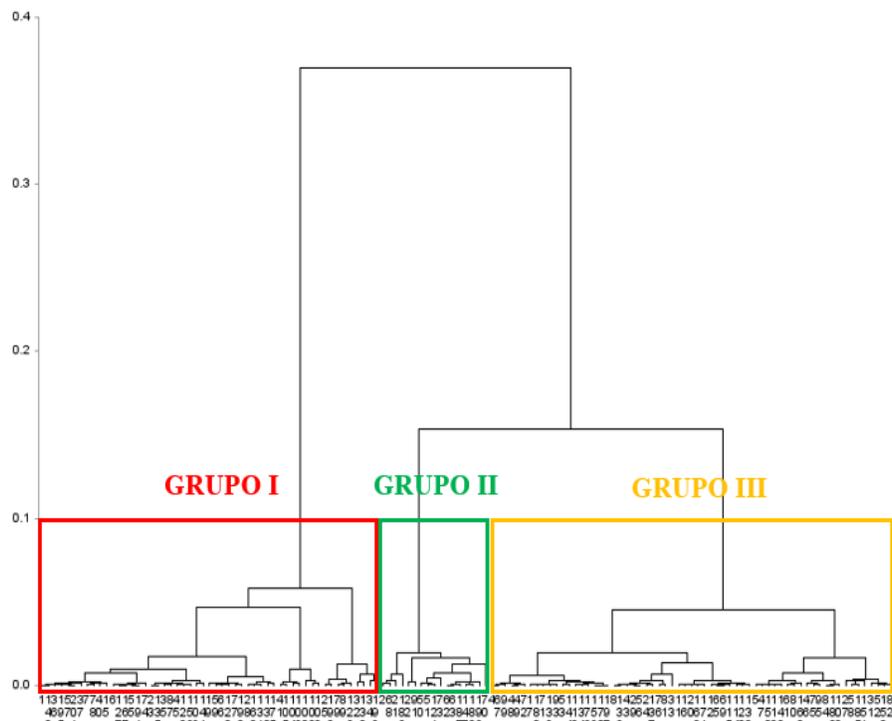


Figura 8. Dendrograma generado que muestra la similitud morfológica de guajolotes nativos (machos) muestreados en el estado de Campeche, México.

De la misma manera, las hembras se agruparon en tres morfotipos, de acuerdo a una distancia euclidiana de 1.00 (Figura 9). El promedio de los rasgos morfométricos de cada agrupamiento (Cuadro 17), permitió determinar que el grupo I conglomeró a las hembras más sobresalientes, ya que incluyó aves con los valores de peso corporal y rasgos

morfométricos superiores al resto. El grupo II estuvo representado con la mayoría de animales, con medidas morfométricas que están dentro de la media poblacional, es decir, aves con crecimiento homogéneo. Por último, el grupo III agrupó a las hembras de menor talla y tamaño, las cuales tuvieron valores inferiores, sin embargo, fueron ligeramente superiores en cuanto al ancho de cuello, pierna y tarso, respecto a las aves del morfotipo II.

Cuadro 17. Promedios del peso corporal y variables morfométricas para cada morfotipo determinado.

Variable	Morfotipos					
	Machos			Hembras		
	1 (n=25)	2 (n=17)	3 (n=91)	1 (n=23)	2 (n=26)	3 (n=20)
PC	7.29	3.44	5.36	3.81	3.09	2.86
PT	55.61	37.87	46.66	39.53	36.34	35.47
LD	42.96	33.81	40.30	37.83	33.57	31.06
AD	44.99	38.48	43.05	37.53	37.24	32.31
LCU	24.78	23.89	24.32	21.24	20.95	20.21
ACU	2.98	1.95	2.56	2.32	1.82	1.93
LM	17.21	15.12	16.36	14.13	13.60	13.15
LP	25.23	23.31	24.42	20.45	20.05	19.31
LT	13.95	12.59	13.99	11.54	10.90	10.60
AT	1.25	1.11	1.24	0.92	0.79	0.86
AP	3.37	2.33	2.97	2.44	2.16	2.17
LA	33.19	29.97	32.81	28.24	26.99	26.95
AA	13.02	11.21	12.42	10.35	9.84	9.64

n= número de observaciones



Figura 10. Diversidad del color de plumaje de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México

Las combinaciones de color de plumaje predominantes fueron: café/blanco en hembras (20.2%) y negro/café/blanco en machos (24.06%), mientras que el gris (10.1%) y negro (9.7%) fueron los colores puros que se encontraron en mayor proporción en hembras y machos, respectivamente. Estos datos concuerdan con lo reportado en los estados de Michoacán y Chiapas (López-Zavala *et al.*, 2018; Cigarroa-Vázquez *et al.*,

2013), en donde describen que las frecuencias del color negro y su combinación con blanco y café fueron superiores al resto. Al respecto, Aquino *et al.* (2003) mencionan que la coloración de las plumas en estas aves puede ser útil para realizar programas de rescate genético, debido a que esta característica faneróptica indica el grado de cruzamientos que tiene la especie. Así mismo, el predominio de plumajes en colores claros podría tener impacto en la ganancia de peso de estas aves, debido a que estos colores reflejan la luz, disminuyendo el estrés provocado por el calor en regiones tropicales (Sarker *et al.*, 2014)

Cuadro 18. Frecuencias y porcentajes del color de plumaje de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.

Variable	Por sexo				Por Municipio					
	Hembras		Machos		Campeche		Champotón		Escárcega	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Blanco/café/negro	3	4.35	5	3.7	2	2.82	3	5	3	4.2
Blanco/negro	7	10.1	7	5.2	5	7.04	6	10	3	4.2
Blanco/negro/café	4	5.8	18	13.5	10	14.1	2	3.3	10	14.1
Café/blanco	14	20.2	16	12.03	14	19.7	6	10	10	14.1
Café/negro	10	14.4	4	3.01	4	5.63	7	11.7	3	4.2
Café/negro/blanco	8	11.5	21	15.7	9	12.7	6	10	14	19.7
Gris	7	10.1	3	2.2	1	1.41	3	5	6	8.5
Negro	4	5.8	13	9.7	4	5.63	7	11.7	6	8.5
Negro/blanco	3	4.3	11	8.27	3	4.23	7	11.7	4	5.6
Negro/café	4	5.8	3	2.2	1	1.41	4	6.7	2	2.8
Negro/café/blanco	5	7.2	32	24.06	18	25.4	9	15	10	14.1

Frec= Frecuencia

Los fenotipos encontrados variaron en cada municipio. En Campeche predominaron guajolotes con plumajes de color negro/café/blanco (25.4%), café/blanco (19.7%) y café/negro/blanco (12.7%), mientras que en Champotón predominaron aves con plumajes en negro/café/blanco (15%), color café/negro (11.7%), negro puro (11.7%) y

negro/blanco (11.7%). Por otro lado, en el municipio de Escárcega se encontró una mayor proporción de aves con plumajes en color café/negro/blanco (19.7%), blanco/negro/café (14.1%), café/blanco (14.1%) y negro/café/blanco (14.1%). Dichas relaciones entre fenotipo (color de plumaje) y municipio de estudio, se presentan gráficamente en un dendrograma (Figura 11) generado a partir de un análisis de correspondencia múltiple.

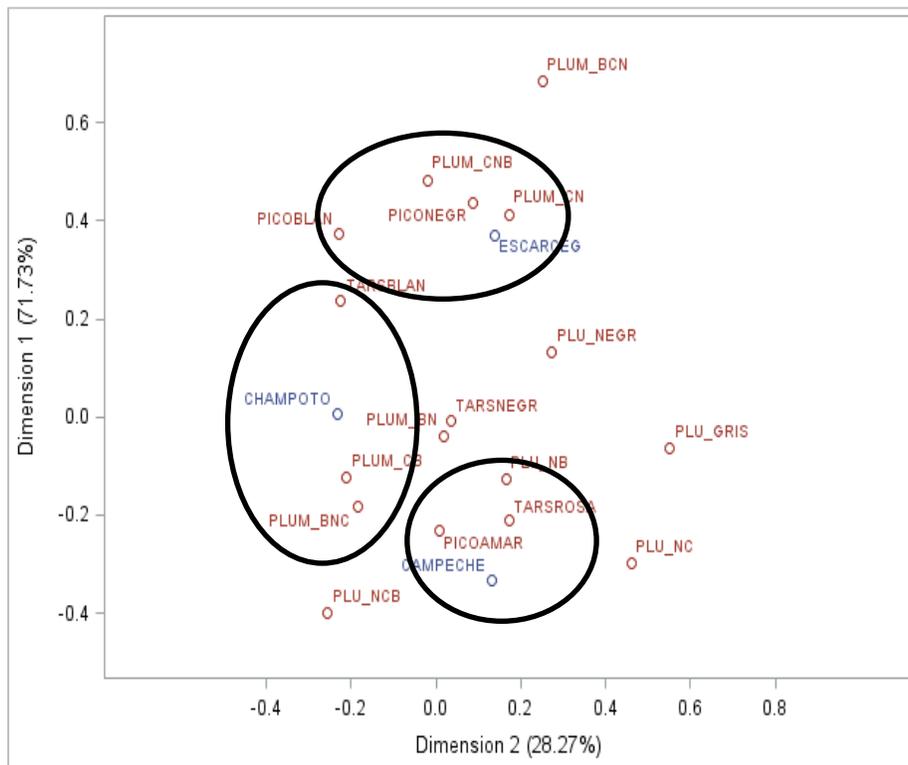


Figura 11. Dendrograma del análisis de correspondencia que muestra la relación entre variables fanerópticas y municipio de estudio.

Las proporciones de color de piel de tarso y pigmento de pico se muestran en el Cuadro 19. En piel de tarsos, se encontró superioridad del color blanco en hembras (36.8%) y rosa en machos (42.03%). Estos datos son similares a los hallados en Yucatán (Canul *et al.*, 2011), ya que se visualizó mayor frecuencia de parvadas con piel de tarsos

de coloración rosa (61.3%), sin embargo, Mallia (1998) reportó una superioridad de aves con tarsos de color negro en los estados de Quintana Roo y Oaxaca. Al respecto, Nigussie *et al.* (2015) mencionan que el color amarillo en los tarsos de las aves se debe a los pigmentos carotenoides de la dieta en la epidermis cuando el pigmento melánico está ausente. Los tonos negros son el resultado del pigmento melánico en la dermis y la epidermis. Por otro lado, cuando hay pigmento negro en la dermis y amarillo en la epidermis, las cañas tienen aspecto verdoso y en la ausencia completa de ambos pigmentos, los tarsos son blancos. Además, el color de piel está asociado con la adaptabilidad del individuo que refleja su estado nutricional, lo cual, es indicativo de su eficiencia de forrajeo y estado inmune.

El color del pigmento de pico predominante en el área de estudio fue el amarillo, tanto en hembras (63.7%), como en machos (64.6%). En el municipio de Campeche se encontró una mayor proporción de guajolotes con color de piel de tarsos blanco (40.9%) y pigmento de pico de color amarillo (63.4%), mientras que en las poblaciones de guajolotes nativos muestreadas en Champotón predominaron aves con color de piel de tarsos rosa (41.6%) y pigmento de pico amarillo (58.3%). Finalmente, en el municipio de Escárcega se reportó una mayor cantidad de guajolotes con piel de tarsos de color rosa (38.1%) y pico con pigmento de color amarillo (70.4%) (Cuadro 19, Figura 10).

Cuadro 19. Frecuencias y porcentajes del color de piel de tarso y pigmento de pico de guajolotes nativos en el estado de Campeche, México.

Variable	Por sexo				Por Municipio					
	Hembras		Machos		Campeche		Champotón		Escárcega	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
Color de piel de tarso										
Blanco	16	23.1	49	36.8	29	40.9	16	26.7	20	28.2
Negro	24	34.7	42	31.5	23	32.4	19	31.7	24	33.8
Rosa	29	42.03	42	31.5	19	26.7	25	41.6	27	38.1
Color de pigmento de pico										
Amarillo	44	63.7	86	64.6	45	63.4	35	58.3	50	70.4
Blanco	9	13.04	14	10.5	11	15.5	3	5	9	12.7
Negro	16	23.1	33	24.8	15	21.2	22	36.7	12	16.9

Frec= Frecuencia

3.7. Resultados del análisis de correspondencia múltiple (ACM)

3.7.1. Análisis de correspondencia múltiple a nivel de los machos

El Cuadro 20 presenta la matriz de discriminación obtenida a través del ACM utilizando las variables fanerópticas estudiadas en los machos.

Cuadro 20. Matriz de discriminación usando las variables fanerópticas de guajolotes nativos (machos).

Variable	Dimensiones		Media
	1	2	
Color de tarso-Blanco	0.015	-0.028	-0.01
Color de tarso-Negro	0.013	-0.125	-0.11
Color de tarso-Rosa	-0.011	0.116	0.10
Color de pico-Amarillo	-0.120	0.016	-0.10
Color de pico-Blanco	-0.268	0.016	-0.25
Color de pico-Negro	0.451	-0.024	0.42
Color de plumaje-B/C/N	-0.244	0.032	-0.21
Color de plumaje-B/N	0.508	-0.054	0.45
Color de plumaje-B/N/C	-0.566	-0.054	-0.62
Color de plumaje-C/B	-0.287	0.092	-0.19
Color de plumaje-C/N	-0.689	0.290	-0.39
Color de plumaje-C/N/B	0.446	-0.246	0.20
Color de plumaje-Gris	-0.495	0.44	-0.05
Color de plumaje-Negro	0.569	0.327	0.89
Color de plumaje-N/B	0.675	0.225	0.90
Color de plumaje-N/C	0.020	0.164	0.18
Color de plumaje-N/C/B	-0.027	-0.109	-0.13
Valor singular	0.30	0.13	-
% de la varianza	83.70	16.30	-

El análisis indicó que los caracteres que contribuyen, según su frecuencia e importancia, en la primera dimensión fueron: color de plumaje negro/blanco, color de plumaje negro, color de plumaje blanco/negro, color de pico negro y color de plumaje café/negro/blanco (Figura 12). La segunda dimensión se relacionó con color de plumaje gris y color de plumaje negro. Ambas dimensiones totalizaron el 100% de la varianza, la

primera aportó el 83.70%, mientras que la segunda aportó el 16.30%. Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron: color de plumaje negro/blanco (0.90), color de plumaje negro (0.89), color de plumaje blanco/negro (0.45) y color de pico negro (0.42).

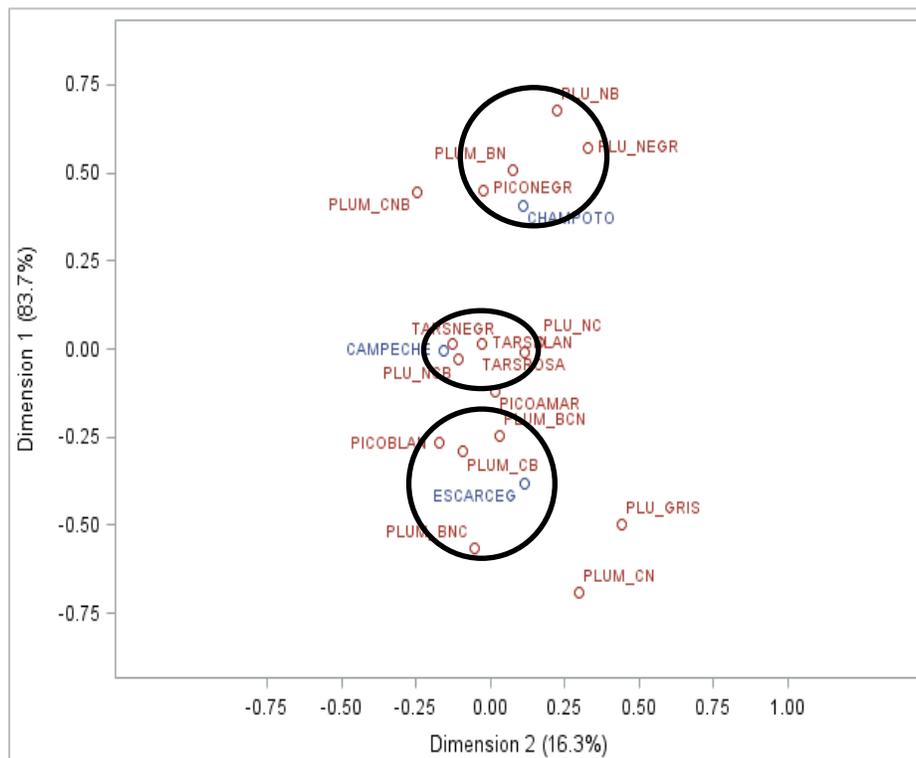


Figura 12. Relación entre variables fanerópticas de guajolotes nativos (machos) y población de estudio.

De acuerdo al diagrama obtenido mediante el ACM (Figura 3), las variables discriminatorias relacionadas y próximas a cada municipio fueron:

Campeche: color de plumaje negro/café/blanco, color de plumaje negro/café, color de tarsos negro y color de piel de tarsos rosa.

Champotón: color de plumaje blanco/negro, color de plumaje negro/blanco, color de plumaje negro y color de pico negro.

Escárcega: color de plumaje blanco/negro/café, color de plumaje café/blanco, color de plumaje blanco/café/negro y color de pico blanco.

3.7.2. Análisis de correspondencia múltiple a nivel de las hembras

La matriz de discriminación obtenida utilizando el ACM mostró que las variables fanerópticas que contribuyen, según su frecuencia e importancia, en la primera dimensión fueron: color de plumaje negro/café/blanco, color de tarsos blanco, color de plumaje blanco/negro/café, color de pico blanco y color de pico negro. Por otro lado, la segunda dimensión estuvo relacionada con color de plumaje café/negro, color de plumaje negro café y color de plumaje blanco/café/negro (Cuadro 21). La primera y segunda dimensión aportaron a la varianza total el 62.54% y 37.42%, respectivamente.

Las variables que evidenciaron un alto valor medio de discriminación en ambas dimensiones fueron: color de plumaje negro/café/blanco (0.95), color de plumaje blanco/negro/café (0.70), color de pico negro (0.47) y color de tarso blanco (0.47).

De acuerdo al diagrama del ACM (Figura 13), los caracteres fanerópticos más discriminatorios relacionado y próximos a cada municipio son:

Campeche: color de plumaje blanco/negro/café, color de tarsos blanco y color de pico blanco.

Champotón: color de plumaje negro/café y color de plumaje blanco/café/negro.

Escárcega: color de plumaje negro, color de plumaje gris, color de plumaje negro/blanco, color de tarsos negro y color de pico amarillo.

Los resultados anteriores indican los fenotipos más sobresalientes o de mayor proporción en cada municipio estudiado.

Cuadro 21. Matriz de discriminación usando las variables fanerópticas de guajolotes nativos (hembras).

Variable	Dimensiones		Media
	1	2	
Color de tarso-Blanco	0.559	-0.087	0.47
Color de tarso-Negro	-0.297	-0.137	-0.43
Color de tarso-Rosa	-0.309	0.067	-0.24
Color de pico-Amarillo	-0.083	-0.027	-0.11
Color de pico-Blanco	0.453	-0.198	0.25
Color de pico-Negro	0.335	0.137	0.47
Color de plumaje-B/C/N	-0.124	0.426	0.30
Color de plumaje-B/N	0.050	-0.019	0.03
Color de plumaje-B/N/C	0.499	0.202	0.70
Color de plumaje-C/B	0.194	0.082	0.27
Color de plumaje-C/N	-0.483	0.615	0.13
Color de plumaje-C/N/B	-0.219	-0.672	-0.89
Color de plumaje-Gris	-0.257	-0.330	-0.58
Color de plumaje-Negro	-0.082	-0.340	-0.42
Color de plumaje-N/B	-0.005	-0.153	-0.15
Color de plumaje-N/C	-0.272	0.587	0.31
Color de plumaje-N/C/B	0.725	0.229	0.95
Valor singular	0.31	0.24	-
% de la varianza	62.54	37.46	-

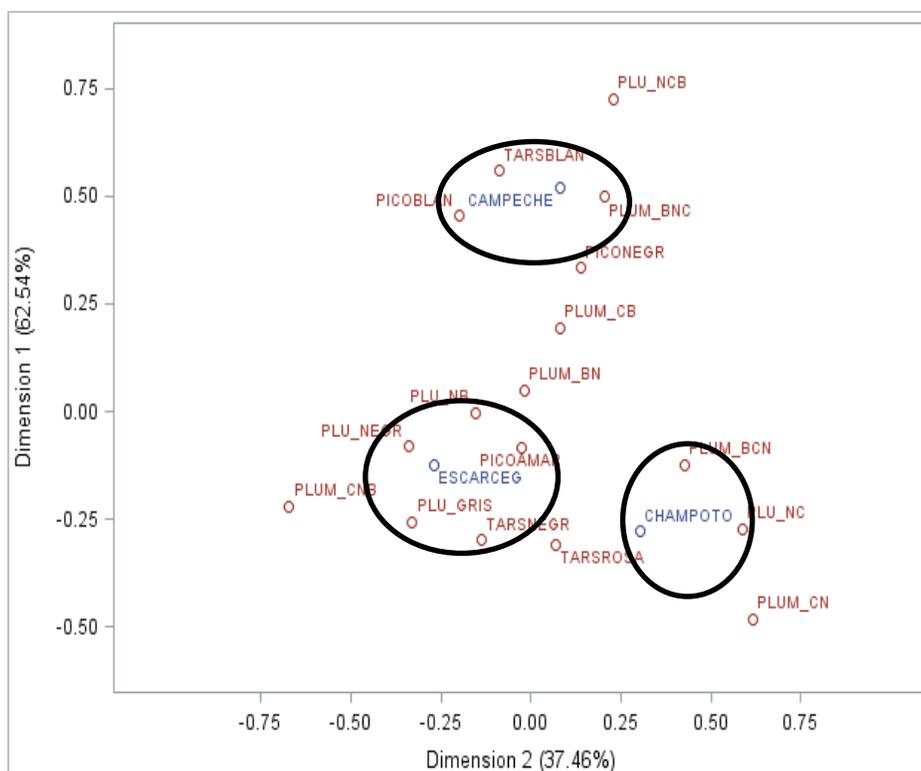


Figura 13. Relación entre variables fanerópticas de guajolotes nativos (hembras) y población de estudio.

Los resultados anteriormente planteados contribuyen al conocimiento etnológico del guajolote nativo, además, es información útil sobre las características raciales, la influencia del ambiente en la morfología, la armonía corporal y la aptitud productiva, fundamentales para definir estrategias de mejora genética y su posible reconocimiento racial.

4. CONCLUSIONES

La caracterización morfológica del guajolote nativo en el área de estudio, evidenció que las aves presentan un grado de armonía morfoestructural medio-alto.

La caracterización faneróptica, permitió identificar once fenotipos distintos, predominando aves con plumajes de colores claro, debido al gusto y preferencia de los productores hacia aves con plumaje vistoso.

El peso y tamaño corporal de las aves, son características que deberían ser utilizadas en futuros programas regionales de selección, enfocados al rescate y conservación de este recurso zoogenético.

El análisis discriminante canónico, como herramienta de diferenciación morfométrica del guajolote nativo, mostró que la población muestreada en el municipio de Campeche es diferente a las de los otros municipios, debido posiblemente a una distinta base genética.

5. LITERATURA CITADA

- Adebabay K.B., Kassahum T., Gurja B. 2016. The state of conservation of animal genetic resources in developing countries: A review. *International Journal of Pharma Medicine and Biological Sciences*, 5 (1): 58-66.
- Ajayi O.O., Yakubu A., Jayeola O., Imumorin I.G., Takket M.I., Ozoje M.O., Ikeobi C.O.N., Peters S.O. 2012a. Multivariate analysis of sexual size dimorphism in local turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Nigeria. *Tropical Animal Health and Production*, 44: 1089-1095.
- Ajayi O.O., Adeleke M.A., Sanni M.T., Peters S.O., Ozoje M.O., Ikeobi C.O.N., Adebambo O.A. 2012b. Application of principal component and discriminant analyses to morpho-structural indices of indigenous and exotic chickens raised under intensive management system. *Tropical Animal Health and Production*, DOI 10.1007/s11250-011-0065-1.
- AL-qamashoui B., Mahgoub O., Kadim I., Schelecht E. 2014. Towards conservation of Omani local chicken: Phenotypic characteristics, management practices and performance traits. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(6): 767-777.
- Aquino R.E., Arroyo L.A., Torres H.G., Riestra D.D., Gallardo L.F., López Y.B.A. 2003. El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*, 41 (2): 165-173.
- Asmundson V.S. 1950. Turkeys selective breeding for control of heritable characteristics. *California Agriculture*. 12 p.

- Birteeb T.P., Essuman K.A., Adzitey F. 2016. Variations in morphometric traits of local chicken in Gomoa West District, Southern Ghana. *Journal of Worlds Poultry Research*, 6 (3): 153-160.
- Canul S.M., Sierra V.A., Mena D.O., Ortiz O.J., Zamora B.R., Durán S.L. 2011. Contribución a la caracterización fenotípica del *Meleagris gallopavo* en la zona sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1: 284-287.
- Carvalho D.A., Bonafe C.M., Almeida M.J.O., Rodríguez-Rodríguez M.P., Sarmiento J.L.R., Silva M.A., Oliveira M.B., Sousa P.R., Carvalho A.A. 2017. Padrão racial fenotípico de galinhas brasileiras da raça Canela-Preta. *Archivos de Zootecnia*, 66 (254): 195-202.
- Cevallos-Falquez O., Barba C., Delgado J.V., González A., Perea J., Angón E., García A. 2016. Caracterización zoométrica y morfológica del ganado criollo de Manabí (Ecuador). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 25 (5): 313-323.
- Cigarroa-Vázquez F., Herrera-Haro J.G., Ruíz-Sesma B., Cuca-García J.M., Rojas-Martínez R.I., 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, 579-591.
- Contreras G., Chirinos Z., Zambrano S., Molero E., Paéz A. 2011. Caracterización morfológica e índices zoométricos de vacas Criollo Limonero de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía Luz*, 28: 91-103.

- Da Silva A. 2014. El plan de acción mundial de la FAO sobre los recursos zoogenéticos y su aplicación en Latinoamérica y el Caribe. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48 (1): 35-41.
- De la Rosa-Carbajal s., Revidatti M.A., Carpello-Villada J.S., Tejerina E.R. 2016. La oveja formoseña: un recurso local de alto valor social. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11 (1): 70-83.
- Durosaro S.O., Oyetade M.S., Ilori B.M., Adeaike A.S., Olowofeso O., Wheto M., Amusan S.A., Osho S.O., Ozoje M.O. 2013. Estimation of body weight of Nigerian local turkeys from zoometrical measurements at 4, 8 and 12 weeks of age. *GJSFR Bio-Tech & Genetics*, 13(1): 1-4.
- Egena S.S.A., Ijaiya A.T., Ogah D.M., Aya V.E. 2014. Principal component analysis of body measurements in a population of Indigenous Nigerian chicken raised under extensive management system. *Slovak Journal of Animal Science*, 47 (2): 77-82.
- Estrada-Mora A., Alcántara-Carbajal J.L., Cadena-Iñiguez J., Tarango-Arámbula L.A., Segura-León O., Escalante-Pliego P. 2013. La crianza del guajolote (*Meleagris gallopavo*) en comunidades indígenas de la región centro de México. *Revista Agroproductividad*, 6 (6): 59-68.
- FAO. 2000. World watch list. For domestic animal diversity. 3er edition. Edited by Beate D. Scherf. Rome, Italia. 56 p.

- FAO. 2007. Plan de acción mundial sobre recursos zoogenéticos y la declaración de Interlaken. Comisión de recursos genéticos para la alimentación y agricultura. Roma, Italia, 52 p.
- Getu A., Alemayehu K., Wuletaw Z. 2014. Canonical analysis for assessment of genetic diversity of three indigenous chicken ecotypes in North Gondar Zone, Ethiopia. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4 (4): 871-876.
- Gómez-Urviola N.C. 2013. Caracterización estructural, morfológica y genética de la población de cabras autóctonas de la región Apurímac del Perú. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. 295 p.
- Gutiérrez-Triay M. A., Segura-Correa J.C., López-Burgos L., Santos-Flores J., Santos-Ricalde R.H., Sarmiento-Franco L., Carvajal-Hernández M., Molina-Canul G. 2007. Características de la avicultura de traspatio en el Municipio de Tetz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 7 (3): 217-224.
- Hauser L., Carvalho G.R., Pitcher T.J. 1995. Morphological and genetic differentiation of the Africa clupeid *Limnothrissa miodun* 34 years after introduction to Lake Kivu. *Journal of Biogeography*. 28: 831-841.
- Hernández-Zepeda J.S., Franco-Guerra F.J., Herrera-García M., Rodero-Serrano E., Sierra-Vázquez A.C., Bañuelos-Cruz A., Delgado-Bermejo J.V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia*, 51: 53-64.

- Herrera M., Rodero, E., Gutiérrez M.J., Peña F., Rodero J.M. 1996. Application of multifactorial discriminant analysis in the morphostructural differentiation of Andalusian caprine breeds. *Small Ruminant Research*, 22:39-47.
- Herrera M., Luque M. 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. En: *Valoración Morfológica de los animales domésticos*. Sañudo, A. C. (Ed.). Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ige A.O. 2013. Relationship between body weight and growth traits of crossbred Fulani ecotype chicken in derived savannah zone of Nigeria. *International Journal of Applied Agricultural and Apicultural Research*, 9 (2): 157-166.
- Jáuregui R., Flores H., Vásquez L., Oliva M.J. 2015. Caracterización morfométrica de la gallina de cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicollis*) en la región ch'orti de Chiquimula, Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 2 (1): 2015.
- Jesuyon O.M.A., Isidahomen C. 2015. Canonical discriminant analysis of early maturity traits of parent stock layer strains in the tropics. *Archiva Zootechnica*, 18 (1): 5-14.
- Juárez-Caratachea A., Barocio-Urue J.N., García-Valladares A., Gutiérrez-Vázquez E., Ortiz-Rodríguez R. 2016. Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 48: 99-106.
- Khargharia G., Kadirvel G., Kumar S., Doley S., Bharti P.K., Mukut Das. 2015. Principal component analysis of morphological traits of Assam Hill goat in Eastern Himalayan India. *The Journal of Animal & Plant Science*, 25 (5): 1251-1258.

- Lamazares M.C. 2006. Estudio morfométrica del inicio-reemplazo de ponedoras. Revista Electronica de Veterinaria REDVET, Vol. VII, No. 10.
- Liyanage R.P., Dematawewa, C.M.B., Silva, G.L.L.P. 2015. Comparative study on morphological and morphometric features of Village chicken in Sri Lanka. Tropical Agricultural Research, 26, 261-273.
- López-Zavala R., Monterrubio-Rico T.C., Cano-Camacho H., Chassin-Noria O., Aguilera-Reyes U., Zavala-Paramo M.G. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolote (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio en las regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. Revista Técnica Pecuaria en México, 46 (3): 303-316. 2008.
- Mallia J.G. Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, México. Animal Genetics Resources Information, 23: 69-78. 1998.
- Martínez-Rojero R.D., Torres-Hernández G., Martínez-Hernández S. 2013. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del “Fito Mayor” de la Sierra Madre del sur en el estado de Guerrero. Nova Scientia, 6 (11): 25-44.
- Martínez V.G., Román P.S.I., Vélez I.A., Cabrera T.E., Cantú C.A., De la Cruz C.L., Durán A.M., Maldonado J.J.A., Martínez S.F.E., Ríos U.A., Vega M.V.E., de Jesús R.L.F. 2016. Morfometría del cerdo de traspatio en áreas rurales de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7 (4): 431-440.

- Mavule B.S., Muchenje V., Bezuidenhout C.C., Kunene N.W. 2013. Morphological structure of Zulu sheep based on principal component analysis of body measurements. *Small Ruminant Research*, 111: 23-30.
- Montes V.D., Moreno M.J., Hurtado L.N., Ramírez U.R., Celis E.A., Garay O.G. 2013. Caracterización faneróptica y morfológica de la hembra ovina de pelo criollo (Camura) colombiana, en la sub región Sabanas y golfo de Morrosquillo departamento de Sucre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 5 (1): 104-115.
- Mujica F. 2009. Diversidad y conservación de los recursos zoogenéticos del país. *Agro Sur*, 37 (3): 134-175.
- Muñoz M.G.M., Granda Y., Rosas B. 2014. Caracterización Etnológica del ecotipo “Caprino Criollo” de la Microrregión Cauderales, Lara, Venezuela. *Revista Zootecnia Tropical*, 32 (3): 269-273.
- Navarro C.J.M., Casas C.G.M., González R.E. 2010. Análisis de Componentes Principales y Análisis de Regresión para Datos Categóricos. Aplicación en la Hipertensión Arterial. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 17 (2): 199-230.
- Nigussie H., Kebede K., Ameha N. 2015. Phenotypic and morphological characterization of Indigenous Chicken populations in Southern Zone of Tigray, Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (21): 132-141.

- Nigussie H., Kumar P.S., Diriba S., Mekasha Y., Kebede K., Abegaz S. 2016. Phenotypic variation and protein polymorphism of indigenous sheep breeds in Eastern Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development* 28 (8).
- Oblakova M. 2007. Weight development and body configuration of turkey-broiler parents BIG-6. *Trakia Journal of Science*, 5(1): 33-39.
- Ogah D.M. 2011. Assessing size and conformation of the body of nigerian indigenous turkey. *Slovak Journal of Animal Science*, 44 (1): 21-27.
- Ogah D.M. 2013. Canonical discriminant analysis of morphometric traits in indigenous chicken genotypes. *Trakia Journal of Sciences*, 2: 170-174.
- Oguntunji A.O., Ayorinde K.L. 2014. Multivariate analysis of morphological traits of the Nigerian Muscovy duck (*Cairina moschata*). *Archivos de Zootecnia*, 63: 483-493.
- Pariacote F.A., Ruiz L., Pimentel X. 2004. Características fanerópticas en el caprino criollo venezolano. *Revista Zootecnia Tropical*, 22 (2).
- Peña S., López G.A., Abbiati N.N., Género E.R., Martínez R.D. 2017. Caracterización de ovinos Criollos argentinos utilizando índices zoométricos. *Archivos de Zootecnia*, 66 (254): 263-270.
- Regueiro F.R.M., Sánchez S.M.C. 2014. Aplicación del análisis de correspondencia sobre los datos de generación de empleo en el sistema eléctrico de España. *Revista Galega de Economía*, 23 (1): 227-243.
- Ríos U.A., Román P.S.I., Vélez I.A., Cabrera T.E., Cantú C.A., De la cruz C.L., Durán A.M., Maldonado J.J.A., Martínez S.F.E., Martínez V.G., Ruíz L.F.J., Bagnato A.,

- Vega M.V.E. 2016. Análisis de variables morfológicas de pavos de traspatio mexicanos (*Meleagris gallopavo gallopavo*). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7: 377-389.
- Rosario M.F., Silva M.A.N., Coelho A.A.D., Savino V.J.M., Dias C.T.S. 2008. Canonical discriminant analysis applied to broiler chicken performance. Animal, 2 (3): 419-424.
- Salamanca C.A., Monroy N., Parés-Casanova P.M., Crosby G.R.A. 2015. Aporte a la evaluación para la preservación del caballo Criollo Araucano en Colombia. Revista Zootecnia Tropical, 33 (4): 317-325.
- Sarker N.R., Hoque A., Faruques S., Islam N., Bhuiyan F.H. 2014. An ex situ study on body characteristics and effect of plumaje color on body weight of indigenous chicken (*Gallus domesticus*) in Bangladesh. Acta Scientiarum. Agronomy. 36(1): 79-84. 2014.
- SAS, Institute Inc. 2016. SAS/STAT® 14.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Shirzeyli F.H., Lavvaf A., Asadi A. 2013. Estimation of body weight from body measurements in four breeds of Iranian sheep. Songklanakarin Journal of Science and Technology 35(5): 507-511.
- Sponenberg D.P., Bender M., Johnson P., Smith E., Gogal R., Pierson F.W., Gómez J.M.A. 2005. La conservación del pavo en los Estados Unidos. Archivos de Zootecnia, 54: 177-183.

- Steel R.G.D., Torrie J.H., Dickey D.A. 1997. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. 3rd Edition, McGraw Hill Co., Inc., New York.
- Urrutia J.A., Palomino R., Galindo E.I.R. 2010. Uso de estadísticos descriptivos para interpretar los resultados de un análisis clúster; caso particular. *Scientia Et Technica*, 17 (46): 40-43.
- Valadez A.R. 2003a. El guajolote: un mexicano genuino. *Revista ¿Cómo ves?*, No. 61: 23-26.
- Valadez A.R. 2003b. Domesticación y zootecnia en el México antiguo. *Revista Imagen Veterinaria*, 3 (4): 32-45.
- Vázquez G.A., Palacio C.D., Guerra C.L., Mena C.Y. 2015. Caracterización morfológica de la gallina fina cubana. *Revista de Producción Animal*, 27 (2).
- Yakubu A., Salako A.E., Imumorin I.G. 2010. Multivariate analysis of spatial patterns of morphological traits in West African Dwarf goats in three agro-ecological zones of Nigeria. *Journal of Applied Animal Research*, 38, 257-260.
- Yakubu A. 2011. Discriminant analysis of sexual dimorphism in morphological traits of African Muscovy ducks. *Archivos de Zootecnia*, 60 (232): 1115-1123.
- Yakubu A., Salako A.E., Abdullab A.R. 2011. Varimax rotated principal component factor analysis of the zoometrical traits of Uda sheep. *Archivos de Zootecnia*, 60 (231): 813-816.
- Yakubu A., Peters S.O., Ilor B.M., Imumorin I.G., Adeleke M.A., Takeet M.I., Ozoje M.O., Ikeobi C.O.N., Adebembo O.A. 2012. Multifactorial discriminant analysis of

- morphological and heat-tolerant traits in indigenous, exotic and cross-bred turkeys in Nigeria. *Animal Genetic Resources*, 50, 21-27.
- Yakubu A., Ibrahim I.A. 2011. Multivariate analysis of morphostructural characteristics in Nigerian indigenous sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 10, 83-86.
- Zaitoun I.S., Tabbaa M.J., Bdour S. 2005. Differentiation of native goat breeds of Jordan on the basis of morphostructural characteristics. *Small Ruminant Research*, 56: 173-182.
- Zergaw N., Dessie T., Kebede K. 2017. Using morphometric traits for live body weight estimation and multivariate analysis in Central Highland and Woyto-Guji goat breeds, Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research*, 12 (5): 1326-1331.

ANEXO 1



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD-GANADERÍA

CAMPUS MONTECILLO

TESIS: ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y CARACTERIZACIÓN ETNOLÓGICA DEL GUAJOLOTE NATIVO (*Meleagris gallopavo*) EN CAMPECHE, MÉXICO

El presente cuestionario tiene como objetivo obtener información acerca del sistema de producción en el cual se cría el guajolote nativo (*Meleagris gallopavo*) en las comunidades rurales del estado de Campeche, México, para analizar los componentes del sistema y establecer una tipología de unidades de producción en términos económicos y productivos.

La información proporcionada **SERÁ ABSOLUTAMENTE CONFIDENCIAL Y SU USO SERÁ ÚNICAMENTE CON FINES ACADÉMICOS.**

I. DATOS GENERALES

Localidad: _____ Fecha: _____ Georeferencia: _____

_____ Altitud (msnm) _____

Nombre del productor _____

Edad _____ Años en la actividad (Experiencia) _____

Escolaridad: 1. Primaria () 2. Secundaria () 3. Preparatoria () 4. Universidad ()

Número de integrantes de la familia _____

Integrantes dedicados a la meleagricultura _____

Motivo principal de la crianza del guajolote:

1. Tradición familiar ()
2. Autoconsumo ()
3. Venta ()
4. Subsistencia ()
5. Fuente de ahorro ()

II. MEDIOS DE PRODUCCIÓN

¿Cuenta con tierra propia? 1. Sí () 2. No ()

Principal utilidad:

1. Agrícola (superficie): _____ Principales cultivos: _____

2. Ganadería (superficie): _____ Principales especies: _____

3. Forestal (superficie): _____ Principales especies: _____

III. INVENTARIO Y ESTRUCTURA DE LA PARVADA

Procedencia de los guajolotes:

1. Propia explotación ()
2. Dentro del municipio ()
3. Fuera del municipio ()

Que _____ razas _____ de _____ guajolote
posee _____

Utiliza razas comerciales si () no ()

¿Porque? _____

—

3.1. Inventario de la parvada

Etapa	Individuos	Raza (s)
Machos adultos (>9 meses)		
Hembras adultas (>9 meses)		
Machos jóvenes (<9 meses)		
Hembras jóvenes (<9 meses)		
Pavipollos machos (<3 meses)		
Pavipollos hembras (<3 meses)		

3.2. Dinámica de la parvada

Entradas a la parvada en el último año

	Machos	Hembras
Nacimientos		
Compra (precio)		
Regalos (edad)		

Salidas de la parvada en el último año

	Machos	Hembras
Muerte (edad y motivo)		
Venta (precio de venta)		
Consumo		
Pérdida (robo, ataque por depredadores, etc.)		

IV. REPRODUCCIÓN

4.1. Selección de reproductores

¿A qué edad selecciona el macho para la reproducción? _____ ¿y en el caso de la hembra? _____

Aspectos del ave en los que se basa para la selección:

Característica	Macho	Hembra
Peso		
Color (¿Cuál?)		
Velocidad de crecimiento		
Conformación del cuerpo		
Sanos		
Vigorosos		
Habilidad materna		

Otros (especifique) _____

Relación hembra: macho que utiliza _____

¿Posee al macho o lo renta? _____ Y si lo renta, ¿cuál es el trato trueque? _____

4.2. Aspectos generales en la reproducción

Inicio de postura _____

Duración de postura y número de huevos _____

Tamaño de la camada o echada (promedio) _____ huevos

¿Cuántos nacen? _____ ¿cuántos viven? _____ ¿cuántos mueren? _____

¿Causas y motivos de las muertes? (explíquelas) _____

¿Para incubar, utiliza guajolotas o gallinas? _____ ¿porque? _____

¿Tiempo o periodo de incubación? _____

¿Qué cuidados especiales recibe la guajolota clueca? _____

¿Características de los nidos y materiales de los que son construidos? _____

¿Cuántas veces se encluecan las guajolotas al año? _____

¿En qué épocas del año se encluecan más? _____

¿Cuáles son las épocas del año en que ponen más huevos? _____

V. ALIMENTACIÓN

A continuación, describa el tipo de alimentación que les ofrece a los guajolotes:

Etapa	Tipo de alimento	Proporción o cantidad	Cuántas veces al día	Costo

Pavipollos				
Adultos				

¿Pastorea la parvada? _____ ¿Dónde? _____ ¿Cuántas horas al día? _____ ¿De qué nota que se alimentan cuando pastorean?

¿Les suministra agua? _____ ¿Qué tipo? _____
 ¿Qué cantidad? _____ ¿Cada cuánto la cambia? _____

VI. INSTALACIONES Y SANIDAD

Tipo de alojamiento de las aves:

1. Corral con o sin techo () 2. Jardín o patio ()

Si es corral, mencione los materiales con los cuales está construido _____

Tipo de confinamiento:

1. Solo por la noche () 2. Todo el tiempo () 3. No confina ()

Con quien los confina:

1. Solo guajolotes () 2. Solo gallinas () 3. Gallinas y otros animales ()

¿Qué tipo de animales? (menciónelos)

Tipo de bebederos que utiliza:

1. Especiales () 2. Llantas de auto () 3. Recipientes de cocina ()

Tipo de comederos que utiliza:

1. Especiales () 2. Aluminio o plástico () 3. Madera () 4. No utiliza ()

Mencione que enfermedades se le han presentado y descríbalas a continuación:

Enfermedad(es)	Época	Tratamiento	Costo	Existe recuperación

--	--	--	--	--

¿Utiliza desparasitantes? _____ ¿de qué tipo? _____ ¿costo? _____
 ¿Administra vacunas? _____ ¿de qué tipo? _____ ¿costo? _____

VII. COMERCIALIZACIÓN

Principales productos que comercializa:

Producto	Cantidad que comercializa/año (promedio)	Costo (promedio)	Donde comercializa	Temporada de mayor comercialización

¿Cuáles son las características del ave de mayor importancia en la preferencia por el consumidor?

¿Y en el huevo? _____

VIII. USOS DE LOS GUAJOLOTES

¿Cuáles son los principales usos que les dan a las aves? _____

Explique el motivo por el cual les dan estos usos: _____
