

# CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DEL GUAJOLOTE AUTÓCTONO (*Meleagris gallopavo*) Y SISTEMA DE PRODUCCIÓN EN LA REGIÓN CENTRO NORTE DE CHIAPAS, MÉXICO

## PHENOTYPIC CHARACTERIZATION OF THE INDIGENOUS TURKEY (*Meleagris gallopavo*) AND PRODUCTION SYSTEM IN THE NORTH-CENTRAL REGION OF CHIAPAS, MÉXICO

Francisco Cigarroa-Vázquez<sup>1</sup>, José G. Herrera-Haro<sup>1\*</sup>, Benigno Ruiz-Sesma<sup>2</sup>,  
Juan M. Cuca-García<sup>1</sup>, Reyna I. Rojas-Martínez<sup>1</sup>, Clemente Lemus-Flores<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa en Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNACH, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. <sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UAN, Tepic, Nayarit. (haro@colpos.mx).

### RESUMEN

El guajolote (*Meleagris gallopavo*) es una especie avícola que forma parte del patrimonio ancestral de México, con genotipos adaptados a diversos climas y sistemas de producción en pequeña escala y con gran aceptación de la población rural. Debido a la escasa información sobre esta especie, se realizó un estudio en la región centro norte del estado de Chiapas para caracterizar el sistema de producción mediante una encuesta en 52 unidades de producción rural (UP) y evaluación morfológica en 212 guajolotes autóctonos (GA). La información incluyó aspectos socioeconómicos de los productores, manejo general del GA, costos y destino de la producción. Las variables para GA fueron peso vivo, color del plumaje y medidas de cuello, cabeza, cuerpo y piernas. El análisis estadístico de los datos incluyó la estimación de estadísticos descriptivos y parámetros multivariados de componentes principales (CP). La edad, experiencia y escolaridad del productor, edad del animal al inicio de postura y producción de huevo permitieron agrupar los sistemas de producción en cuatro CP que explicaron 74.5 % de la variabilidad total, y 74.4 % de la varianza total de las características morfológicas del GA fue explicado por cuatro CP. Las variables para agrupar los tipos de GA fueron altura y peso, largo del dorso y perímetro pectoral, predominando el color negro del plumaje, tanto puro como combinado con blanco y café.

**Palabras clave:** *Meleagris gallopavo*, sistema producción y morfometría.

### ABSTRACT

The turkey (*Meleagris gallopavo*) is a poultry species which is part of ancestral heritage of Mexico, with genotypes adapted to different climates and small-scale production systems and wide rural acceptance. Due to the limited information about this species, a study was conducted in the north-central region of the state of Chiapas to characterize the production system through a survey in 52 rural production units (PU) and a morphological evaluation in 212 indigenous turkeys (IT). The information included socio-economic aspects of the producers, IT general management, costs and production destination. The variables for IT were live weight, plumage color and measurements of neck, head, body and legs. Statistical analysis of the data included descriptive statistics estimate and multivariate parameters of principal components (PC). Age, experience and producer education, animal age at onset of lay and egg production allow clustering the production systems in four PC which accounted for 74.5 % of total variability, and 74.4 % of total variance of morphological characteristics of IT was explained by four PC. The variables to cluster the IT types were height and weight, dorsum length and breast perimeter, predominating black plumage color, both pure and combined with white and brown.

**Key words:** *Meleagris gallopavo*, production system, morphometrics.

### INTRODUCTION

The conservation of indigenous turkey (IT) should be a priority because it is the only domesticated poultry species in pre-Columbian Mexico (Medrano, 2000). This species

\*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: septiembre, 2012. Aprobado: julio, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 47: 579-591. 2013.

## INTRODUCCIÓN

La conservación del guajolote autóctono (GA) debe ser una prioridad porque es la única especie avícola domesticada en el México prehispánico (Medrano, 2000). Esta especie se adaptó exitosamente a sistemas de producción en pequeña escala pero sufre un proceso de erosión que reduce drásticamente sus inventarios, debido a la sustitución y el cruzamiento con genotipos de alto rendimiento, pero no apropiados para explotaciones avícolas extensivas (FAO, 1998). El GA se desarrolló en armonía con aves locales de corral, alimentándose con pequeñas cantidades de granos de maíz, desperdicios de cocina, insectos, gusanos y residuos de la alimentación de otras especies (Galván, 1975; Hernández *et al.*, 2005; Trigueros *et al.*, 2003). Su crianza se realiza en un sistema de bajos insumos, pero sostenibles, generando alimentos inocuos y de buena calidad (carne y huevo) para la familia campesina, en la cual la participación de la mujer es fundamental para su éxito (López-Zavala *et al.*, 2008). Su importancia económica, cultural y social se evidencia por su amplio uso en la cocina mexicana, celebraciones religiosas y rituales ancestrales (Galván, 1975; Hernández *et al.*, 2005; Trigueros *et al.*, 2003). Según Canul *et al.* (2011), en Yucatán la crianza es para autoconsumo, está a cargo de mujeres de origen maya con más de 45 años de edad y escolaridad básica, y la realizan en el traspatio de la casa, proporcionando al GA residuos de cocina, granos de maíz y pequeñas cantidades de alimento comercial. En comunidades rurales de Michoacán, la mujer es la encargada de la cría del GA en el traspatio en parvadas de 7 a 15 hembras, alimentadas con maíz crudo o nixtamalizado, hojas tiernas, semillas, frutos o insectos (López-Zavala *et al.*, 2008).

La carencia de inventarios y bases de datos que proporcionen información productiva del GA (SAGARPA, 2003) dificulta establecer acciones de conservación y mejorar los sistemas de crianza (Rejón *et al.*, 1996). La FAO (2006) señaló la necesidad de documentar información fenotípica de animales domésticos que carecen de ella, como el GA. Un enfoque es usar medidas de agrupación de poblaciones, estirpes o grupos dentro de una misma raza mediante el análisis de componentes principales (ACP), simplificando y reduciendo el espacio multidimensional del conjunto de variables descriptoras correlacionadas y

has successfully adapted to small-scale production systems but undergoes a process of erosion that drastically reduces its inventory resulting from the replacement and crossbreeding with high-performance genotypes, but not appropriate for extensive poultry farming (FAO, 1998). This IT has developed in harmony with local poultry, feeding small amounts of corn seeds, kitchen scraps, insects, worms and food residues from other species (Galván, 1975; Hernández *et al.*, 2005; Trigueros *et al.*, 2003). Its raising is done in a low-input system, but sustainable, generating safe and good quality food (meat and egg) for the peasant family, in which women's participation is critical to its success (López-Zavala *et al.*, 2008). Its economic, cultural and social importance is evidenced by its wide use in Mexican cuisine, religious celebrations and ancestral rituals (Galván, 1975; Hernández *et al.*, 2005; Trigueros *et al.*, 2003). According to Canul *et al.* (2011), in Yucatán, raising is for self-consumption and Mayan women, over 45 years of age and with primary school are in charge of this activity which is carried out in the backyard of the house, giving the IT kitchen scraps, corn grains and small amounts of commercial feed. In rural communities in Michoacán, women are responsible for raising IT in the backyard in flocks of 7 to 15 females fed raw or nixtamalized corn, green leaves, seed, fruits or insects (López-Zavala *et al.*, 2008).

Lack of inventories and databases to provide productive information of IT (SAGARPA, 2003) makes it difficult to establish conservation action and improve raising systems (Rejón *et al.*, 1996). FAO (2006) pointed out the need to document phenotypic information of domestic animals which lack it, such as for IT. One approach is to use clustering measurements of populations, stocks or groups within a same breed through the principal component analysis (PCA), simplifying and reducing the multidimensional space of the set of descriptive correlated variables and generating new variables expressed as linear combinations of the original variables (Johnson, 2000). This form of clustering is used in socio-economic studies (Milán *et al.*, 2003) to define types or strata constituted by very similar individuals. The estimate of diversity among stocks or breeds of animals is used to select breeders, which is the basis of genetic progress of a population (Rochambeau *et al.*, 2000).

generando nuevas variables expresadas como combinaciones lineales de las variables originales (Johnson, 2000). Esta forma de agrupación se usa en estudios socioeconómicos (Milán *et al.*, 2003) para definir tipologías o estratos, constituidos por individuos muy parecidos. La estimación de la diversidad entre estirpes o razas de animales se usa para selección de reproductores, lo cual es la base del progreso genético de una población (Rochambeau *et al.*, 2000).

El objetivo de esta investigación fue caracterizar el sistema de producción de guajolote autóctono (*Meleagris gallopavo*) en la región centro norte de Chiapas, agrupar las unidades de producción con base a su importancia socio-económica y la población de guajolotes por sus características fenotípicas, usando como criterio de agrupación el análisis multivariado de componentes principales (ACP).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en nueve comunidades rurales de la región centro norte del estado de Chiapas (Figura 1), que incluye tres subregiones y nueve comunidades rurales: Frailesca: Domingo Chanona y Guadalupe Victoria; Centro: Las Maravillas, Terán y La Trinidad; Norte: La Soledad, Santa Cruz, El Recuerdo y El Carrizal. Una encuesta fue realizada en 52 unidades de producción rural (UP) en pequeña escala con GA, que representó 36 % de la población, mediante encuesta directa con el productor y medición morfológica en las parvadas de 212 GA.

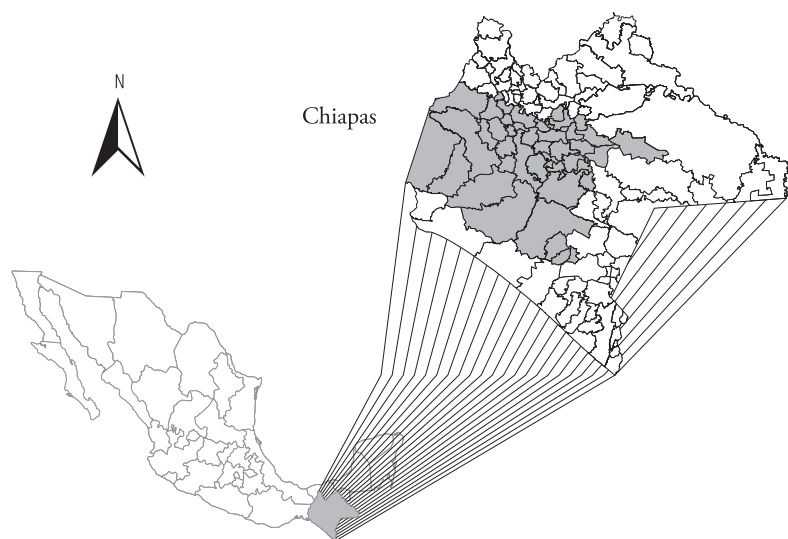
La altitud en las regiones de estudio varía de 500 a 1000 m, el clima predominante es cálido subhúmedo, con precipitación

The research aim was to characterize the production system of the indigenous turkey (*Meleagris gallopavo*) in the north central region of Chiapas, cluster production units based on their socio-economic importance and turkey population by its phenotypic characteristics using as clustering criterion the multivariate analysis of principal components (PCA).

## MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in nine rural communities in the north-central region of the state of Chiapas (Figure 1), which includes three sub-regions and nine rural communities: Frailesca: Domingo Chanona and Guadalupe Victoria; Center: Las Maravillas, Terán and La Trinidad; North: La Soledad, Santa Cruz, El Recuerdo and El Carrizal. A survey was carried out in 52 small-scale rural production units (PU) of IT, representing 36 % of population through direct survey with the producer and morphological measurement in the flocks of 212 IT.

The altitude in the study regions varies from 500-1000 m; the climate is warm subtropical, with annual rainfall of 1200 mm and summer rains. Rainfed, irrigation crops, and livestock are the main land use. The study considered two aspects: a direct questionnaire-based survey with the head of the PU and the morphometric measurement in the IT flocks in each PU. The survey included 42 variables on socioeconomic aspects of producers; flock management practices, feeding, breeding, health, facilities and IT commercialization. Morphometric measurements were made on a sample of 212 IT, 189 adults (9 to 13 months of age) and 23 young (7 to 9 months of age), which were weighed and plumage color was determined



**Figura 1.** Localización de sitios de encuesta de guajolote (*Meleagris gallopavo*) en la región centro norte del estado de Chiapas.

**Figure 1.** Location of survey sites of turkey (*Meleagris gallopavo*) in the north-central region of the state of Chiapas.

pluvial anual de 1200 mm y lluvias en verano. Los cultivos de temporal, riego y ganadería, son el principal uso del suelo. El estudio consideró dos aspectos: una encuesta directa con el responsable de las UP y la medición morfométrica en las parvadas de GA en cada UP. La encuesta incluyó 42 variables sobre aspectos socioeconómicos de los productores, prácticas de manejo de las parvadas, alimentación, reproducción, sanidad, instalaciones y comercialización de GA. Las mediciones morfométricas se realizaron tomando una muestra de 212 GA, 189 adultos (9 a 13 meses de edad) y 23 jóvenes (7 a 9 meses de edad), los cuales se pesaron y se determinó el color del plumaje según la clasificación de la Sociedad Americana de Aves de corral (Christman y Hawes, 1999). Las variables medidas fueron: largo y ancho del cuello, pico, moco, muslo, pierna, tarso, ala; circunferencia de la cabeza; altura y largo dorsal; perímetro pectoral; largo de corbata o escobeta; peso vivo y color del plumaje. Para estas mediciones se usó una báscula con aproximación a gramos, regla metálica para medición vertical de altura, vernier y una cinta métrica. Las medidas fueron tomadas según diagramas del guajolote, en las cédulas de registro (Figura 2).

Para todas las variables se obtuvieron estadísticos descriptivos y la agrupación de las UP y tipos de GA se realizó mediante ACP, tomando como criterio sus valores propios y una proporción de la varianza total mayor de 70 %. Las relaciones entre variables se evaluaron con la correlación de Pearson. Estos análisis se realizaron con SAS (2003, v.9.3).

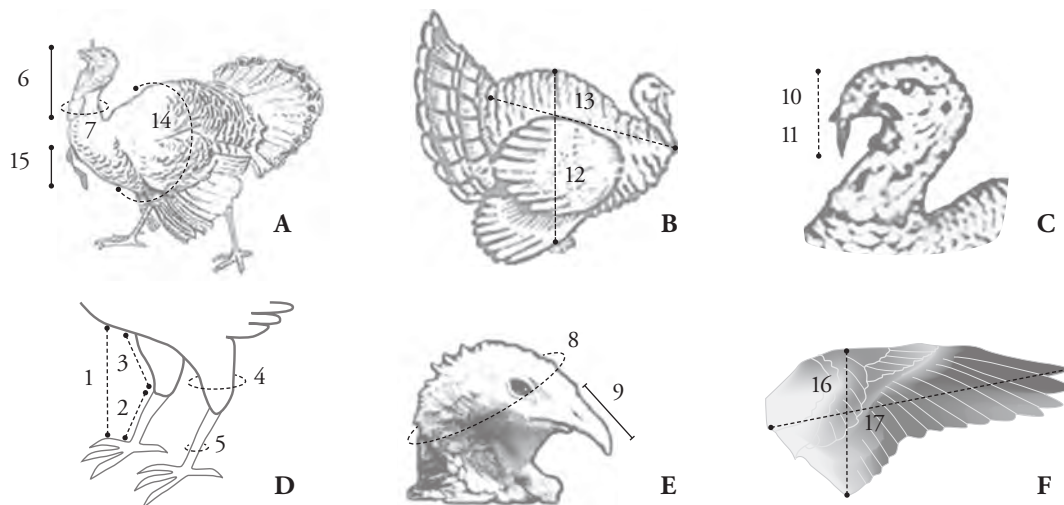
according to the classification of American Poultry Association (Christman and Hawes, 1999). The measured variables were neck length and width, beak, tassel, thigh, leg, tarsus, wing; head circumference; dorsal height and length, breast perimeter; tassel length; plumage weight and color. For these measurements a scale with approximation to grams was used, metal ruler for measuring vertical height, vernier and a tape measure. Measurements were taken as turkey diagrams in the certificates of registration (Figure 2).

For all variables, descriptive statistics were obtained and the PU clustering and IT types was performed by PCA using as criteria their own values and a proportion of total variance greater than 70 %. Relationships between variables were evaluated using Pearson correlation. These analysis were performed using SAS (2003, v.9.3).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Characteristics of the production system

The IT production system in the north-central region of Chiapas (Cuadro 1) is performed in a small-scale, under an organization that distributes risks, opportunities and benefits in the family, promoting sustainability. The overall management of the flock is primarily done by women (86.4 %) and is supported



**Figura 2. Identificación de mediciones tomadas en guajolote autóctono. A) Largo y ancho de cuello, largo de la escobeta y perímetro pectoral; B) largo dorsal y altura; C) largo del pico y moco; D) largo y ancho de muslo, pierna y tarsos; E) largo de pico y circunferencia de cabeza; F) largo y ancho de ala.**

**Figure 2. Identification of measurements taken in indigenous turkeys. A) Neck length and width, tassel length and breast perimeter; B) dorsal length and height; C) peak and tassel length; D) length and width of thigh, leg and tarsus; E) peak length and head circumference; F) wing length and width.**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características del sistema de producción

El sistema de producción del GA en la región centro-norte de Chiapas (Cuadro 1) se realiza en pequeña escala, bajo una organización que distribuye riesgos, oportunidades y beneficios en el núcleo familiar, propiciando su sostenibilidad. El manejo general de la parvada está a cargo principalmente de mujeres (86.4 %) y es apoyado por los demás miembros de la familia, como en otras áreas rurales del país (Lopez-Zavala *et al.*, 2008). La edad promedio de los productores fue 41 años, 14 años de experiencia en la cría y 6 años de escolaridad, menor a la informada por Losada *et al.* (2006) en áreas urbanas del occidente del país, cuya escolaridad supera los 12 años (43 %). De los productos (guajolotes y huevo) 54.7 % va a mercados regionales y 45.3 % para autoconsumo. El destino de los productos varía con

by other family members, as in other rural areas of the country (López-Zavala *et al.*, 2008). The average age of producers was 41 years, 14 years of experience in turkey rearing and 6 years of schooling, lower than that reported by Losada *et al.* (2006) in urban areas in the west of the country, whose schooling was over 12 years (43 %). Of the products (turkeys and eggs) 54.7 % is for regional markets and 45.3 % for self-consumption. Destination of products varies with regional socio-economic conditions, so in Yucatán 63 % of IT is sold in local markets (Rejón *et al.*, 1996) and on the coast of Oaxaca 68 % is for self-consumption (Camacho *et al.*, 2006). Turkey rearing takes place in the backyard of the house, with average flocks of 8.3 adult ITs, similar to Oaxaca and Quintana Roo whose average is 5 to 12 adult ITs per PU. Diet is based on corn (73 % producers), which has a state-subsidized price; supplemented with commercial feed and fruits of the region, this is similar to that reported by Jerez *et al.* (1994) in the Central Valleys of Oaxaca.

**Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las características socioeconómicas del sistema de producción en la región centro norte del estado de Chiapas.**

**Table 1. Descriptive statistics of the socioeconomic characteristics of the production system in the north-central region of the state of Chiapas.**

Característica cuantitativas	N	Media ( $\bar{y}$ )	DE (S)
Edad del productor (años)	52	41.1	12.3
Dependientes económicos	52	2.2	1.8
Experiencia de cría (años)	52	14.6	10.8
Escolaridad (años)	52	6.3	3.7
Tamaño de parvada	52	8.3	3.7
Edad de sacrificio (meses)	52	13.0	2.7
Peso machos adultos (kg)	52	4.2	2.4
Peso hembras adultas (kg)	52	3.8	1.6
Edad inicio de postura (meses)	52	8.0	1.2
Producción huevo (nidada)	52	12.5	2.7
Alimento proporcionado (kg)	52	1.8	0.9

Características cualitativas	n	Proporción (p)	$\sqrt{\text{var}(p)}$
Participación del ama de casa	52	86.3	2.5
Autoconsumo familiar (%)	52	45.3	3.6
Venta de guajolote	52	54.7	3.6
Eclosión de huevo (%)	52	87.0	2.4
Mortalidad parvada (%)	52	25.0	3.1

UP=unidad de producción; GA=guajolote autóctono; n=total unidades de producción; DE=desviación estándar ❖ UP=production unit; GA=indigenous turkey; n=total production units; DE=standard deviation.

las condiciones socioeconómicas regionales; así, en Yucatán 63 % de GA se vende en mercados locales (Rejón *et al.*, 1996) y en la costa de Oaxaca 68 % es para autoconsumo (Camacho *et al.*, 2006). La cría se realiza en el traspatio de la casa, con parvadas promedio de 8.3 GA adultos, similar a Oaxaca y Quintana Roo cuyo promedio es 5 a 12 GA adultos por UP. La alimentación se basa en maíz (73 % de productores), el cual tiene un precio estatal subsidiado, complementado con alimento balanceado comercial y frutas de la región, lo cual es similar a lo informado por Jerez *et al.* (1994) en Valles Centrales de Oaxaca.

Los GA son sacrificados a 13 meses de edad, con un peso de 4.2 kg, y precio de venta promedio de \$ 361.10 pesos (US\$ 27.8). Las hembras inician la postura entre 6 y 9 meses de edad y el huevo se destina para incubación natural (64 %) y venta (36 %). Las UP (76 %) usan cobertizos rústicos con bebederos y comederos construidos con materiales diversos, como llantas o utensilios de cocina deteriorados.

La identificación de GA se realiza con marcas y cintillas de hilo o listones de color, colocadas en crestas o tarsos para evitar se confundan con parvadas ajenas, ya que los GA se crían sueltos en patios de viviendas y campos aledaños a la casa familiar. Camacho *et al.* (2006) mencionan que los productores aprovechan la capacidad de pastoreo del GA para reducir sus costos de alimentación y los alojan fuera de la casa familiar. El control sanitario de la parvada consiste en vacunación periódica contra viruela (70 % de UP) y desparasitación de ácaros (43 % de UP). La mortalidad en las parvadas es 25 % debido a diarreas, gripes y viruela, principalmente.

Al comparar los resultados de este estudio con los de otras regiones fisiográficas del país, se observa una mayor frecuencia de color negro del plumaje, menor tamaño de parvada y peso de los guajolotes adultos, mayor uso de granos de maíz en la alimentación, un enfoque principalmente hacia el mercado y en menor proporción hacia el autoconsumo y un mejor precio de venta del guajolote, comparado con los reportados en el D.F., Michoacán, Oaxaca y Yucatán (Aquino, *et al.*, 2003; López-Zavala *et al.*, 2008; Camacho *et al.*, 2008). El tamaño promedio de las parvadas y su peso es inferior a lo informado en Michoacán, Veracruz y Yucatán.

The ITs are slaughtered at 13 months of age, with a weight of 4.2 kg, and an average selling price of \$361.10 pesos (US\$ 27.8). Laying starts between 6 and 9 months of age and eggs are destined for natural incubation (64 %) and sale (36 %). The UP (76 %) have rustic pens with feeding and watering troughs constructed with different materials, as tires or deteriorating kitchen utensils.

Identification of IT is performed with marks and threads or color ribbons placed on snoods or tarsus to avoid confusion with outside flocks, since ITs are kept loose in courtyards of houses and surrounding fields to the family house. Camacho *et al.* (2006) mentioned that producers take advantage of the IT grazing capacity to reduce their feeding costs and keep them out from the family home. Sanitary control of the flock consists of periodically vaccination against smallpox (70 % of PU) and control of mite parasites (43 % of PU). Mortality in flocks is 25 % due mainly to diarrhea, flu and smallpox.

When comparing the results of this study with other physiographic regions of the country, it is observed that there is a higher frequency of black colored plumage, smaller flock size and weight of adult turkeys, increased use of corn in feeding, an approach mainly to the market and to a lesser extent to self-consumption and a better sale price for turkey, compared with those reported in Mexico City, Michoacán, Oaxaca and Yucatán (Aquino *et al.*, 2003; López-Zavala *et al.*, 2008; Camacho *et al.*, 2008). The average size of flocks and their weight is less than that reported in Michoacán, Veracruz and Yucatán.

### Principal component analysis (PCA)

The PCA of IT production system allowed to evaluate the relationship between socioeconomic variables and production system techniques to generate homogeneous subgroups determined by a lower space of variables. PCA generated six components that accounted for 90 % of the total variance (Table 2), where variables of age, raising experience, education, economic dependents, estimated purchase price, egg production and hatching percentage were selected.

The first four components accounted for 74.5 % of total variance and included variables related to the socioeconomic characteristics of

**Análisis de componentes principales (ACP)**

El ACP del sistema de producción de GA permitió evaluar las relaciones entre las variables socioeconómicas y técnicas del sistema de producción, para generar subgrupos homogéneos determinados por un espacio menor de variables. El ACP generó seis componentes que explicaban 90 % de la variación total (Cuadro 2), con las variables de edad, experiencia en la cría, escolaridad, dependientes económicos, precio estimado de compra, producción de huevos y porcentaje de eclosión.

Los cuatro primeras componentes explicaron 74.5 % de la varianza total e incluyeron variables relacionadas con las características socioeconómicas de los productores: edad, experiencia del productor, escolaridad, número de dependientes económicos, y precio del animal. Esto coincide con lo reportado por Hernández *et al.* (2011) para unidades familiares de la Mixteca Poblana, cuyas primeras CP explicaron 90.5 % de la variabilidad, relacionándolas con bajos índices de calidad de vida.

Las UP se agruparon básicamente en tres estratos visualizados en un biplot (Figura 3), distribuido en cuatro cuadrantes. En el primer cuadrante está el estrato más importante por la cantidad de variación explicada, agrupando a UP con mayor experiencia en la cría y productores de mayor edad.

En la parte superior del primero y segundo cuadrante se agrupan productores con mayor escolaridad, con familias más numerosas y exitosas en la incubación natural de huevo. El cuarto cuadrante

producers: age, producer experience, schooling, economic dependent, number plus the animal price. This is consistent with that reported by Hernández *et al.* (2011) for households of the Puebla Mixteca, whose first PC accounted for 90.5 % of variability, relating them with low quality of life.

The PUs were basically clustered into three strata displayed on a biplot (Figure 3), distributed into four quadrants. In the first quadrant it is the most important stratum by the amount of variation explained, clustering a PU with more experience in rearing and older producers.

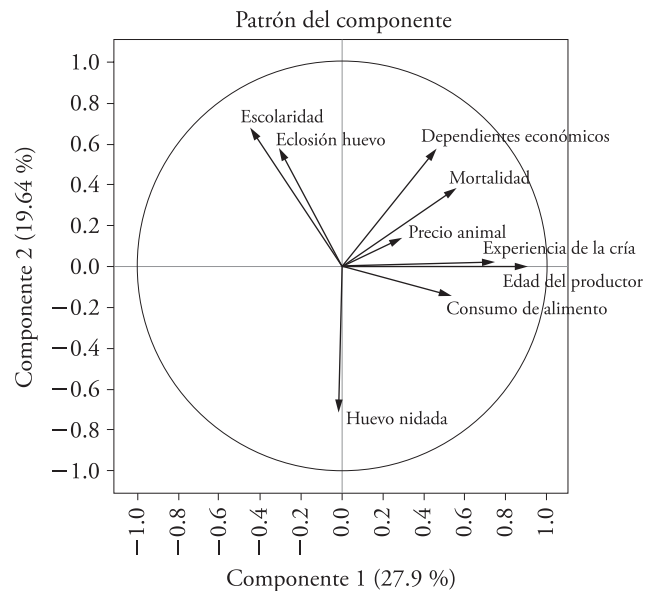
At the top of the first and second quadrant producers with more education and larger families with success in natural incubation of eggs are clustered. The fourth quadrant clusters producers who complement the feeding of their animals and obtain a higher amount of poults per brood.

The correlations were positive (>0.40) between the producer’s age with experience in raising IT and providing his flock supplementary feeding. There were also moderate correlations between producer’s

**Cuadro 2. Componentes principales (CP) autovalores ( $\lambda_i$ ), % de varianza explicada y acumulada (VCP) para características socioeconómicas de las UP en la región centro norte del estado de Chiapas.**

**Table 2. Principal components (PC) eigenvalues ( $\lambda_i$ ), % of variance explained and cumulated (VCP) for socioeconomic characteristics of the PU in the north-central region of the state of Chiapas.**

CP	$\lambda_i$	% VCP	% VCP (acumulada)
1	2.5109	0.279	0.279
2	1.7679	0.1964	0.4754
3	1.2724	0.1414	0.6168
4	1.1152	0.1283	0.7451
5	0.7926	0.0881	0.8288
6	0.6743	0.0749	0.9037



**Figura 3. Distribución espacial de las nueve características más importantes dentro de las cuales se agrupan las unidades de producción rural dedicadas a la crianza de guajolote (*Meleagris gallopavo*) en la región centro norte del estado de Chiapas.**

**Figure 3. Spatial distribution of the nine most important characteristics among which are clustered rural production units dedicated to raising turkeys (*Meleagris gallopavo*) in the north-central region of the state of Chiapas.**

agrupa productores que complementan la alimentación de sus animales y obtienen una mayor cantidad de pavipollos por nidada.

Las correlaciones fueron positivas ( $>0.40$ ) entre la edad del productor con su experiencia en la cría de GA y en proporcionar alimentación complementaria a su parvada. Además hubo correlaciones moderadas entre experiencia del productor en la cría con la compra de guajolotes a menor precio y menor mortalidad de la parvada. También, la correlación fue negativa entre el número de huevos por nidada y su eclosión.

### Características morfométricas del guajolote autóctono

El color del plumaje presentó patrones de coloración básicos: negro, blanco, café y sus combinaciones. El negro (Figura 4) predominó (43 %) tanto puro como combinado con blanco y café. En segundo lugar se encontraron estas mismas combinaciones con blanco (22 %), café (21 %) y gris

experience in raising with the purchase of turkeys at a lower price and lower mortality of the flock. Also, the correlation was negative between the number of eggs per brood and hatching.

### Morphometric characteristics of indigenous turkey

Plumage color shows basic coloring patterns: black, white, brown, and their combinations. The black (Figure 4) predominated (43 %) both pure and combined with white and brown. In second place form these same combinations with white (22 %), brown (21 %) and grey (4 %) were found, due to random crosses among ITs in these PUs in the north-central region of Chiapas, and a unique color pattern is not defined (Table 3).

The black color is identified with a triplet allelic genes  $B$ ,  $b^+$  and  $b^1$  autosomal dominants with unknown binding, which acts as a diluent in presence of genes  $r$  (red) or  $D$  (slate). White is a recessive autosomal gene completely epistatic to other colors;



**Figura 4.** Variación en color en guajolote autóctono en la región centro norte de Chiapas. A) Tonalidad de gris; B) plumaje negro; C) plumaje café con terminaciones en blanco; D) parvada con guajolotes blancos y negros.

**Figure 4.** Variation in color on indigenous turkey in the north-central region of Chiapas. A) Tonality of grey; B) black plumage; C) brown plumage with white at the extremity of feathers; D) flock with black and white turkeys.



(4 %), debido a cruza aleatorias entre GA en estas UP de la región centro norte de Chiapas, y no se define un patrón de color único (Cuadro 3).

El color negro se identifica con una tripleta de genes alélicos B, b<sup>+</sup> y b<sup>1</sup> autosómicos dominantes, con ligamiento desconocido, el cual actúa como diluyente en presencia de los genes r (rojo) o D (pizarra). El blanco es un gene autosómico recesivo completamente epistático a otros colores; el café tiene una herencia recesiva ligada al sexo y reduce la intensidad de la pigmentación (Somes, 1988). Estas frecuencias de color son similares a los del estudio de Aquino *et al.* (2003) en el estado de Veracruz, quienes reportan la prevalencia de negro, blanco y café rojizo.

La detección de individuos con combinaciones entre negro, café, gris y blanco no identificados con una variedad o estirpe específica, sugiere que resultan de combinaciones alélicas asociadas a loci responsables de la coloración de la capa del plumaje en los guajolotes (Christman y Hawes, 1999). Además, son propios de parvadas prevalentes en la ganadería familiar, no registradas actualmente y son indicativas de variabilidad genética (Canul *et al.*, 2011).

En un estudio realizado en Yucatán (Canul *et al.*, 2011) se detectaron colores puros negro

brown has a sex-linked recessive inheritance and reduces the intensity of pigmentation (Somes, 1988). These color frequencies are similar to those of the study of Aquino *et al.* (2003) in the state of Veracruz, who reported the prevalence of black, white and reddish brown.

Detection of individuals with combinations between black, brown, grey and white not identified with a variety or specific stock, suggests that result from allelic combinations associated with loci responsible for the coat coloration of plumage in turkeys (Christman and Hawes, 1999). Besides, there are typical of flocks prevalent in backyard livestock, currently unregistered and are indicative of genetic variability (Canul *et al.*, 2011).

In a study conducted in Yucatán (Canul *et al.*, 2011), pure colors were detected, black (12.87 %) and red (6.94 %); in combination of two colors brown and white predominated (7.92 %) and black-brown, white-black and white-brown (5.94 %) and black-brown-white predominated (20.79 %) and white black-brown (6.93 %) in three colors.

These data are similar to those reported in the state Veracruz (Aquino *et al.*, 2003) where the combination of two or more colors (75.9 %)

**Cuadro 3. Distribución del patrón de colores del plumaje de guajolote autóctono, en explotaciones en pequeña escala en la región centro norte del estado de Chiapas.**

**Table 3. Distribution pattern of plumage colors of indigenous turkey in small-scale farms in the north-central region of the state of Chiapas.**

Color	n	Porcentaje	Porcentaje	
			Parcial	Acumulado
Negro	41	19.43		19.43
N/B†	16	7.58	53.83	27.01
N/C	55	26.07		53.08
Blanco	6	2.84		55.92
B/C	14	6.64	21.69	62.56
B/N	26	12.32		74.88
Café	15	7.11		81.99
C/B	10	4.74	21.02	86.73
C/N	20	9.48		96.21
Gris	5	2.37		95.58
G/C	2	0.95	3.46	99.53
G/N	1	0.47		100

N: negro; B: blanco; C: café; G: gris ❖ B: black; W: white; C: brown; G: grey.

(12.87 %) y rojo (6.94 %); en combinación de dos colores predominó el café y blanco (7.92 %) y negro-café, blanco-negro y blanco-café (5.94 %) y predominó el negro-café-blanco (20.79 %) y el blanco-negro-café (6.93 %) en tres colores.

Estos datos son similares a los reportados en el estado de Veracruz (Aquino *et al.*, 2003) donde predominó la combinación de dos o más colores (75.9 %), seguidos por negro, blanco y café rojizo, pero Mallia (1999) indica que hay otros colores y sus combinaciones con rojo, amarillo y gris. Según Sponenberg *et al.* (2005), las combinaciones raras de colores pudieran atribuirse a combinaciones de genes en poblaciones de guajolotes con diferentes grados de aislamiento genético y reproductivo.

Los estadísticos descriptivos de las características morfométricas fueron diferenciados por sexo (Cuadro 4) y el peso de machos fue 5.4 a 6.8 kg y en hembras de 3.3 a 4 kg, inferior a lo reportado para Xochimilco, Michoacán y Yucatán por López-Zavala *et al.* (2008), Losada *et al.* (2006) y Canul *et al.* (2011).

Esta variación en el tamaño de las aves está relacionada con el manejo de la parvada y de los efectos

predominados followed by black, white and reddish brown, but Mallia (1999) suggested that there are other colors and their combinations with red, yellow and grey. According to Sponenberg *et al.* (2005), rare combinations of colors could be attributed to gene combinations in turkey populations with varying degrees of genetic and reproductive isolation.

The descriptive statistics of the morphometric characteristics were differentiated by sex (Table 4) and the weight of males was 5.4 to 6.8 kg and females from 3.3 to 4 kg, lower than that reported for Xochimilco, Michoacán and Yucatán by López-Zavala *et al.* (2008), Losada *et al.* (2006) and Canul *et al.* (2011).

This variation in size of birds is related to the flock management and combined effects of the environment in which they are grown (James, 1970), and also a degree of hybridization with large commercial birds. Calderón *et al.* (2002) pointed out that male IT at 6 and 8 months of age weigh 4.5 to 6 kg and reach the market weight after 11 months of age. Morphometric measurements of males in this population were higher than those of females: largest bulk, largest size, and head circumference

**Cuadro 4. Media ( $\bar{y}$ ) y desviación estándar (S) de características morfométricas de guajolote autóctono en la región centro norte del estado de Chiapas.**

**Table 4. Mean ( $\bar{y}$ ) and standard deviation (S) of indigenous turkey morphometric characteristics in the north-central region of the state of Chiapas.**

Variable	Machos			Hembras		
	n	$\bar{y}$	(S)	n	$\bar{y}$	(S)
Peso (kg)	95	5.4	1.4	117	3.3	0.655
Edad (meses)	95	11.62	4.48	117	11.15	4.06
Altura dorsal (cm)	95	44.31	4.86	117	36.81	6.40
Largo dorsal (cm)	95	68.31	7.76	117	58.91	5.67
Perímetro pectoral (cm)	95	63.97	7.70	117	52.43	5.37
Largo escobeta (cm)	95	6.83	2.19	0	-	-
Largo del muslo (cm)	95	15.07	2.56	117	13.01	1.70
Largo de pierna (cm)	95	20.93	1.97	117	17.29	1.88
Largo de tarso (cm)	95	15.24	1.61	117	12.51	1.43
Ancho de pierna (cm)	95	3.79	1.09	117	3.23	0.86
Ancho de tarso (cm)	95	1.57	0.73	117	1.33	0.36
Largo de cuello (cm)	95	28.78	4.10	117	24.71	4.31
Ancho de cuello (cm)	95	2.44	0.55	117	1.95	0.33
Circunferencia cabeza (cm)	95	16.41	1.54	117	14.04	1.21
Largo de pico (cm)	95	4.96	0.72	117	4.49	0.42
Largo de cresta o moco (cm)	95	8.63	3.21	117	3.20	1.84
Ancho de cresta o moco (cm)	95	2.08	0.59	117	1.16	0.46
Ancho del ala (cm)	95	15.57	1.59	117	13.46	1.41
Largo del ala (cm)	95	28.63	3.90	117	25.46	3.37

combinados del ambiente en el cual se desarrollan (James, 1970), y también por un cierto grado de hibridación con aves comerciales pesadas. Calderón *et al.* (2002) señalaron que los GA machos a los 6 y 8 meses de edad pesan 4.5 a 6 kg y el peso de mercado lo alcanzan después de los 11 meses de edad. Las medidas morfométricas de los machos en esta población fueron superiores a las de las hembras, mayor corpulencia, mayor tamaño, circunferencia de la cabeza y largo del cuello. Al respecto, López-Zavala *et al.* (2008) reportaron machos de 85 cm de largo y 71 cm de envergadura en contraste con los machos de este estudio con 68 cm de largo y 63 cm de envergadura.

### Componentes principales (CP)

El espacio dimensional de rasgos del guajolote fue reducido a ocho variables: peso, perímetro pectoral, circunferencia de cabeza, largo y ancho de tarso, largo de muslo, largo de cuello y ancho de ala. Hubo una alta correlación ( $p \leq 0.01$ ) entre peso vivo y perímetro pectoral (0.87), largo de muslo (0.61) y largo de tarso (0.71), variables de gran importancia económica, y el peso vivo está altamente correlacionado con la altura dorsal y perímetro pectoral.

Los cuatro primeros CP explicaron 74 % de la variación total. El primer componente está relacionado con la talla del animal (altura y peso), y el segundo y tercero con el largo del dorso y el perímetro pectoral. (Cuadro 4). Estos criterios de variación en los CP permiten una división de la población de guajolotes de la región en tres tipos o subpoblaciones, las cuales incluyen grupos de individuos muy homogéneos pero mantienen una alta heterocigosidad entre los tipos de subpoblaciones definidas.

Los genotipos de tallas superiores a menor edad son indicadores ecológicos que muestran el grado de adaptación de algunos individuos, que los hace deseables para ser incluidos en programas de selección. En esta etapa del estudio no se consideró el color del plumaje para propósitos de agrupación, debido a su importancia económica relativamente baja. Al agrupar subpoblaciones de GA se debe buscar mantener un razonable tamaño efectivo de reproductores para maximizar el progreso genético por generación porque la agrupación puede ocasionar un aumento en la tasa de consanguinidad por generación, aun tratando de evitar los apareamientos consanguíneos en cada generación. Entre más intensamente se seleccionen

**Cuadro 4. Componentes principales (CP) autovalores ( $\lambda_i$ ) y varianza explicada (% VCP) para caracteres morfológicos de guajolotes.**

**Table 5. Principal components (PC) eigenvalues ( $\lambda_i$ ) and variance explained (% VCP) for morphological characters of turkeys.**

CP	$\lambda_i$	% VCP	% VCP (acumulada)
CP1	9.53	0.5296	0.5296
CP2	1.66	0.0926	0.6222
CP3	1.32	0.0736	0.6957
CP4	0.87	0.0484	0.7442

and neck length. In this regard, López-Zavala *et al.* (2008) reported males of 85 cm long and 71 cm wingspread in contrast to males of this study with 68 cm long and 63 cm wingspread.

### Principal component (PC)

Dimensional space of turkey traits was reduced to eight variables: weight, chest perimeter, head circumference, tarsus length and width, thigh length, neck length and wing width. There was a high correlation ( $p \leq 0.01$ ) between live weight and chest perimeter (0.87), thigh length (0.61) and tarsus length (0.71), economically important variables, which coincides with Estrada (2007) who pointed out that live weight is highly correlated with dorsal height and chest perimeter.

The four first PC accounted for 74 % of total variation. The first component is related to the animal's size (height and weight), and the second and third to the dorsum length and chest perimeter (Table 4). These criteria of variation in PC allow a division of the population of turkeys in the region in three types or subpopulations, which include very homogeneous groups of individuals but maintain high heterozygosity between types of subpopulations defined.

Genotypes of higher sizes at younger age are ecological indicators showing the degree of adaptation some individuals have that makes them desirable for inclusion in selection programs. At this stage of the study the plumage color was not considered for clustering purposes, because of their relatively low economic importance. By clustering IT subpopulations one should seek to maintain a reasonable effective size of breeders to maximize the

los reproductores, mayor será la tasa de consanguinidad, reduciendo la variación genética y limitando la oportunidad de la mejora por selección.

## CONCLUSIONES

El sistema de producción de guajolote autóctono se basa en unidades de producción en pequeña escala, con parvadas pequeñas, manejadas por mujeres y enfocadas principalmente al mercado.

La técnica de componentes principales redujo el espacio multidimensional de variables y permitió agrupar unidades de producción basadas en la experiencia en la cría, eficiencia en la reproducción y escolaridad del productor, bajo un modelo de producción que distribuye riesgos, oportunidades y beneficios en la familia.

La tipología del guajolote se asoció con la talla del animal (altura y peso), largo del dorso y perímetro pectoral.

## LITERATURA CITADA

- Aquino, R. E., A. Arroyo, G. Torres, D. Riestra, F. Gallardo, y A. López. 2003. El guajolote criollo (*Meleagris gallopavo* L.) y la ganadería familiar en la zona centro del estado de Veracruz. *Téc. Pec. Méx.* 41(1): 165-173.
- Calderón A., H., E. Lozano A., y E. Vega F. 2002. Performance del pavo criollo sometido a confinamiento y engorde. Memorias de la reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal (Lima) Perú.
- Camacho-Escobar, M. A., L. Ramirez-Cancino, V. Hernandez-Sanchez, J. Arroyo-Ledezma, I. Sánchez-Bernal, E., y F. Magaña-Sevilla, H. 2006. Guajolotes de traspatio en el trópico de México: I. Características de los productores, tamaño de la parvada y manejo zootécnico. *Ciencia y Mar* IX (28): 3-11.
- Canul, S. M., A. Sierra, O. Mena, J. Ortiz, R. Zamora, y L. Duran. 2011. Distribución a la caracterización fenotípica del *Meleagris gallopavo* en la zona sur de Yucatán, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* pp: 284-287.
- Christman, C. J., and R. Hawes. 1999. Rare turkey varieties. In: Christman, C. J., and R. Hawes (eds). *Birds of Feather, Saving Rare Turkeys from Extinction*. North Carolina USA: The American Livestock Breeds Conservancy (ALBC). pp: 31-52.
- FAO. 1998. Report: Working group on production environment descriptors for farm animal genetic resources. Informe de un grupo de trabajo reunido en Armidale, Australia.
- FAO. 2006. Animal genetic resource conservation by management, databanks and training. *Ani. Prod. Health Paper*. Roma. No. 44/1.
- Galván, A. G. 1975. Desarrollo e importancia de la meleagricultura en México. In: Memoria de la primera reunión anual. SAG-Dirección General de Avicultura y especies menores. México, DF. pp: 152-154.

genetic progress per generation because the clustering can cause an increase in the rate of inbreeding per generation, still trying to avoid consanguineous matings in each generation. The more intensely breeders are selected, the higher the rate of inbreeding, reducing genetic variation and limiting the opportunity for improvement by selection.

## CONCLUSIONS

The indigenous turkey production system is based on small-scale production units, with small flocks, managed by women and focus mainly on the market.

The principal components technique reduced the multidimensional space of variables and allowed clustering production units based on experience in raising, reproduction efficiency and producer education under a production model that distributes risks, opportunities and benefits in the family.

The typology of turkey was associated with animal's size (height and weight), dorsum length and breast perimeter.

—End of the English version—



- Hernández, J. E., J. Franco F., A. Villarreal O., C. Camacho J., y M. Pedraza R. 2011. Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca Poblana. *Arch. Zootec.* pp: 175-182.
- Hernández, J. S., R. Oviedo, S. Martínez, L. Carreón, R. Reséndiz, J. Romero, J. Ríos, J. Zamitiz, y S. Vargas. 2005. Situación del guajolote común en la comunidad de Santa Ursula (Puebla, México). In: Universidad Autónoma de Chiapas (ed). VI Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. San Cristóbal de las Casas, México. pp: 277-281.
- James, F. C. 1970. Geographic size variation in birds and its relationship to climate. *Ecology* 51(3): 365-390.
- Jerez S., M. P., J. G. Herrera, y M. A. Vázquez. 1994. la gallina criolla en los Valles Centrales de Oaxaca. *CiGA*. Xoxocotlán, Oaxaca. 89 p.
- Johnson, D. E. 1998. *Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos*. Pérez Castellanos (trad). H. Inter. Thom. Edit. México. 566 p.
- López-Zavala, R., T. Monterrubio, H. Cano, O. Chassin, U. Aguilera, y G. Zavala. 2008. Caracterización de sistemas de producción del guajolotes doméstico (*Meleagris gallopavo gallopavo*) de traspatio distribuidos en las cinco regiones fisiográficas del estado de Michoacán, México. *Tec. Pec. Mex.* 46(3): 303-316

- Losada H, J. Rivera, A. Castillo, O. González, y J. Herrera. 2006. Un análisis de sistemas de producción de guajolotes (*Meleagris gallopavo*) en el espacio suburbano de delegación Xochimilco al sur de la ciudad de México. *Livest. Res. Rural Develop.* 18(52): 4.
- Mallía, J. G. 1998 Indigenous domestic turkeys of Oaxaca and Quintana Roo, Mexico. *Animal Genetic Resources Information* 23: 68-78 Development. (11)3 <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/mal113.htm> (Consulta: octubre 2006)
- Medrano, J. A. 2000. Recursos animales locales del centro de México. *Arch. Zootec.* 49: 385-390.
- Milán, M. J., E. Arnalte, and G. Caja. 2003. Economic profitability and typology of Ripollesa breed sheep farms in Spain. *Small Rumin. Res.* (49): 97-105.
- Rejón, A. M., A. Dájer, and N. Honhold. 1996. Diagnóstico comparativo de la ganadería de traspatio en las comunidades Texán y Tzucalá de la zona henequera del estado de Yucatán. *Vet. Méx.* 27(1): 49-55
- Rochambeau H., F. Fournet, and K. Vu-Tien. 2000. Measuring and managing genetic variability in small populations. *Ann. Zootec.* 49: 77-93.
- Rodríguez B., J. C., E. Allaway C., J. Wassink G., and T. Riva O. 1996. Estudio de la avicultura de traspatio en el municipio de Dzununcán, Yucatán. *Vet. Méx.* 27(3): 215-219.
- SAGARPA. 2003. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Informe Sobre la Situación de los Recursos Genéticos Pecuarios (RGP) en México. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/FTP/infofao.pdf> (Consulta: noviembre 2006)
- SAS. 2003. *Sas/Stat User's Guide: Statistics, Version 8.9.* SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Somes, R. G. 1988. *International Registry of Poultry Genetic Stocks.* The University of Connecticut. Storrs Agr. Exp. Sta. Bull. 476 p.
- Trigueros, J. C., J. López, H. Camacho, y G. Zavala. 2003. Análisis molecular de dos poblaciones de guajolotes nativos mexicanos y una línea comercial de pavos por RAPD'S. *Téc. Pec. Méx.* 41 (1): 111-120.