

TIPOLOGÍA DE GALLINAS CRIOLLAS EN VALLES CENTRALES OAXACA CON BASE EN DESCRIPTORES MORFOMÉTRICOS

TYPOLOGY OF INDIGENOUS HENS IN THE CENTRAL VALLEYS OF OAXACA BASED ON MORPHOMETRIC DESCRIPTORS

Héctor Luis-Chincoya¹, José G. Herrera-Haro^{1*}, Martha P. Jerez-Salas², Amalio Santacruz-Varela¹, Alfonso Hernández-Garay^{1†}

¹Colegio de Postgraduados, Programa de Recursos Genéticos y Productividad–Ganadería y Genética, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México. ²Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Xoxocotlán, Oaxaca, México (haro@colpos.mx)

RESUMEN

En la región de Valles Centrales de Oaxaca, localizada al sur de México, el sistema de producción familiar de aves criollas adquiere gran importancia por la generación de ingresos complementarios y la mejora de la alimentación de las familias rurales, además de la conservación de genotipos avícolas adaptados al sistema de producción y ambiente ecológico de su entorno. Sin embargo, se conoce poco sobre las características tipológicas de los grupos avícolas en explotación. El objetivo del estudio fue realizar una agrupación de gallinas criollas con base en sus diferencias fenotípicas, usando una muestra aleatoria de 171 gallinas criollas en su primer ciclo de postura en las cuales se midieron las siguientes medidas corporales: peso vivo (PV), edad, altura dorsal (AD), largo dorsal (LD), perímetro pectoral (PPE), largo de tarso (LTARSO), largo de la pierna (LPIE), largo del muslo (LMUSLO), largo del ala (LALA), ancho del ala (AALA), altura de la cresta (AC), largo de la cresta (LC), ancho del pico (AP), largo del pico (LP), largo de la barbilla (LB), ancho de la barbilla (AB), ancho de orejuela (AO), largo de orejuela (LO), ancho de cabeza (AC), largo de cabeza (LC), pluma primaria (PP). La información morfométrica se analizó estimando correlaciones de Pearson y análisis de componentes principales (CP) con variables estandarizadas. El peso vivo mostró la mayor correlación con PPE ($r=0.62$) y LB con AB ($r=0.91$), que se relacionaron con el tamaño del animal y la magnitud de la cabeza. Dos CP explicaron 63 % de la variación total; el CP1 incluyó la conformación de cabeza y extremidades (tarso y pierna), y el CP2 fue determinado por talla del ave (altura y peso). Con base en sus CP's, las gallinas criollas adultas se clasificaron en tres tipos: muy pesadas, pesadas y ligeras, criterios que deben ser considerados en la diferenciación y selección de reproductores.

ABSTRACT

In the region of the Central Valleys of Oaxaca, located in southern Mexico, the family production system of indigenous birds acquires great importance as a result of generating complementary income and improving the diet of rural families, in addition to the conservation of bird genotypes adapted to the production system and ecological environment of their surroundings. However, little is known about the typological characteristics of the bird groups under exploitation. The objective of the study was to group indigenous hens based on their phenotypical differences, using a random sample of 171 indigenous hens in their first laying cycle by taking the following body measurements: live weight (PV), age, dorsal height (AD), dorsal length (LD), pectoral perimeter (PPE), length of tarsus (LTARSO), length of foot (LPIE), length of thigh (LMUSLO), length of wing (LALA), width of wing (AALA), height of crest (AC), length of crest (LC), width of beak (AP), length of beak (LP), length of chin (LB), width of chin (AB), width of appendage (AO), length of appendage (LO), width of head (AC), length of head (LC), primary feather (PP) [all acronyms based on Spanish initials]. The morphometric information was analyzed estimating Pearson correlations and principal components analysis (PC) with standardized variables. The live weight showed the highest correlation with PPE ($r=0.62$) and LB with AB ($r=0.91$), which was related to the animal's size and magnitude of the head. Two PCs explained 63 % of the total variation; PC1 included the conformation of head and extremities (tarsus and leg) and PC2 was defined by the size of the bird (height and weight). Based on their PCs, adult indigenous hens were classified into three types: very heavy, heavy and light, criteria that should be considered in the differentiation and selection of breeders.

* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: mayo, 2016. Aprobado: julio, 2017.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 15: 585-593. 2018.

Palabras clave: aves criollas, unidades de producción familiar, tipología.

Key words: indigenous birds, family production units, typology.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción avícola en pequeña escala se basa en aves locales o “criollas” que forman parte del patrimonio cultural de la familia (Raach-Moujahed *et al.*, 2011), que es explotado en condiciones de rusticidad y ambientes difíciles (Flint y Woolliams, 2008), utilizando insumos alimenticios de bajo costo, en comparación con líneas avícolas especializadas (Haoua *et al.*, 2015), y su importancia radica en aportar proteína de alta calidad e ingreso adicional para la familia (Guèye, 2009; Guni *et al.*, 2013). El manejo de las aves criollas se basa en conocimientos ancestrales (Moreki, 2010), cuya selección empírica ha permitido la conservación de la variabilidad genética de sus reproductores, consideradas actualmente reservorios naturales de genes (FAO, 2010); en contraste, con la avicultura industrial que se desarrolla en sistemas de producción intensivos, basados en líneas de alto rendimiento especializadas en producción de carne y huevo, y al momento de introducir las en las comunidades rurales, inicia con un proceso de erosión genética de las poblaciones locales (Haoua *et al.*, 2015) cuyas consecuencias se reflejan en una disminución del tamaño efectivo de la población (Abebe *et al.*, 2015).

Los agrupamientos tipológicos de las poblaciones criollas son básicos para establecer programas de conservación y multiplicación (Qu *et al.*, 2006; Herrera y García, 2010). Las técnicas de análisis multivariado de componentes principales es una herramienta que facilita la agrupación de animales con características similares, basado en la generación de nuevas variables, obtenidas de combinaciones lineales de las medidas corporales originales, basadas en la proporción de la varianza fenotípica total observada en los animales e identificando las medidas corporales causantes de dicha variación (Yakubu *et al.*, 2011). De esta manera se obtiene un panorama del potencial productivo de las parvadas en sus regiones geográficas de origen (Avellanet, 2006). Por lo anterior, se planteó un estudio para caracterizar el sistema de producción avícola y definir una tipología de gallinas criollas, basada en sus características morfométricas, en la región de Valles Centrales, Oaxaca.

INTRODUCTION

Small-scale poultry production systems are based on indigenous or “criollo” birds that are part of the cultural patrimony of the family (Raach-Moujahed *et al.*, 2011), which is exploited under conditions of rusticity and difficult environments (Flint and Woolliams, 2008), using dietary inputs of low cost, in comparison with specialized bird lines (Haoua *et al.*, 2015), and their importance lies in contributing high-quality protein and additional income for the family (Guèye, 2009; Guni *et al.*, 2013). The management of indigenous birds is based on ancestral knowledge (Moreki, 2010), and their empirical selection has allowed conservation of the genetic variability of its breeders, considered currently natural gene reservoirs (FAO, 2010); this, in contrast with industrial bird production developed in intensive production systems, based on high-yield lines specialized in meat and egg production, which, when introduced into rural communities, begin a process of genetic erosion of the local populations (Haoua *et al.*, 2015) with consequences reflected in a decrease of the effective size of the population (Abebe *et al.*, 2015).

The typological grouping of indigenous populations is basic to establish programs of conservation and multiplication (Qu *et al.*, 2006; Herrera and García, 2010). The technique of multivariate principal component analysis is a tool that helps group animals with similar characteristics, based on the generation of new variables obtained from linear combinations of the original body measurements, based on the proportion of the total phenotypical variance observed in the animals and identifying the body measurements that cause such variation (Yakubu *et al.*, 2011). In this way an outlook of the productive potential of the flocks in their geographic regions of origin is obtained (Avellanet, 2006). Therefore, a study was suggested to characterize the poultry production system and to define a typology of indigenous hens, based on their morphometric characteristics, in the region of Central Valleys, Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio, procedimientos de recolección y obtención de información

El estudio se realizó en la región de Valles Centrales de Oaxaca, México, que comprende los distritos de Ejutla, Etlá, Ocotlán, Tlacolula, Zaachila, Zimatlán y Centro, utilizando un muestreo probabilístico por conglomerados en dos etapas (Sukhatme, 1970). Las unidades primarias las constituyeron los siete distritos y como unidades secundarias las unidades de producción (UP) dentro de los distritos. Se escogió una muestra de tres unidades primarias (n) y dentro de ellas se escogieron aleatoriamente 19 unidades secundarias, lo que constituyó 16 % de la población. En cada unidad secundaria se escogieron nueve gallinas a las cuales se les midieron 21 variables morfométricas, constituyendo un tamaño de muestra total de 171 gallinas adultas distribuidas en toda la región de estudio, siendo el inventario estimado de gallinas adultas de 2004 animales. El tamaño de muestra fue obtenido con una precisión de 10 % y confiabilidad de 90 %.

La información de las medidas morfométricas se obtuvo de cada animal, considerando 21 variables descritas en el Cuadro 1, esquematizadas en la Figura 1, considerando peso y edad. Para la toma de las medidas, en cada gallina criolla se utilizaron: báscula digital, vernier digital (Mitutoyo, CD-18°C) y cinta métrica.

Se realizaron análisis descriptivos univariados y de correlación de Pearson, previo al análisis de los supuestos del modelo. Las comparaciones entre machos y hembras se realizaron mediante una prueba de

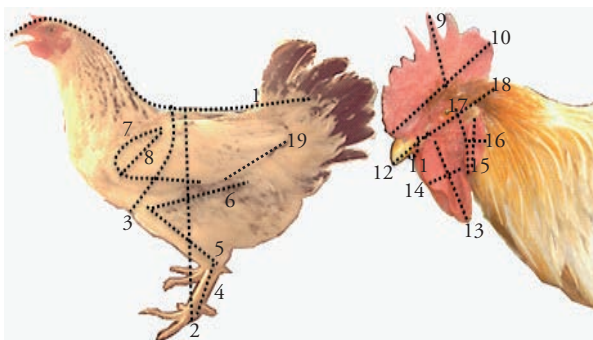


Figura 1. Variables morfométricas evaluadas en las gallinas criollas.

Figure 1. Morphometric variables evaluated in indigenous hens.

MATERIALS AND METHODS

Study area, collection procedures and information procurement

The study was carried out in the region of Central Valleys in Oaxaca, Mexico, which includes the districts of Ejutla, Etlá, Ocotlán, Tlacolula, Zaachila, Zimatlán and Center, using the probabilistic sample by conglomerates in two stages (Sukhatme, 1970). The primary units were constituted by the seven districts, and the production units (PUs) inside the districts were considered secondary units. A sample of three primary units (n) was chosen and inside them, 19 secondary units were chosen randomly, representing 16 % of the population. In each secondary unit nine hens were chosen on which 21 morphometric variables were measured, constituting a total sample size of 171 adult hens distributed in the study region, with an estimated inventory of adult hens of 2004 animals. The size of the sample was obtained with an accuracy of 10 % and reliability of 90 %.

The information about morphometric measures was obtained from each animal, considering 21 variables described in Table 1, outlined in Figure 1, considering weight and age. To take the measurements, the following were used with each indigenous hen: digital scale, digital Vernier (Mitutoyo, CD-18°C) and measuring tape.

Univariate descriptive and Pearson correlation analyses were carried out, prior to the analysis of the model's assumption. The comparisons between males and females were performed through a *t*-Student test for independent samples. In addition, the multivariate principal component analysis (PCA) technique was used, which allowed reducing the multidimensional space of morphometric variables in a subset of linear combinations (Morrison 1976). In order to avoid the scale effects of the PCA, the variables were standardized. The PCA results were graphed in a biplot that allowed the representation in two dimensions (first and second PC) of the birds and the variables measured simultaneously (Johnson, 1998). The analyses were performed using SAS ver. 9.0 (SAS Institute, 2002).

Cuadro 1. Descripción de las variables para el análisis morfométricos.

Table 1. Description of the variables for morphometric analysis.

| VARIABLES MORFOMÉTRICAS | UNIDAD DE MEDIDA | DESCRIPCIÓN DE MEDIDA |
|----------------------------------|------------------|---|
| 1.- Peso vivo (PV) | Kilogramo | Peso por animal en una balanza con aproximación a gramos |
| 2.- Largo dorsal (LD) | Milímetros | Longitud total del animal desde la punta del pico pasando por la parte dorsal, hasta la cola, sin considerar las plumas |
| 3.- Altura dorsal (AD) | Milímetros | Se posicionó al animal erguido, tomando la medida con cinta métrica a la altura de las patas hasta la parte dorsal, justo a la altura de inserción de las alas. |
| 4.- Perímetro pectoral (PPE) | Milímetros | Obtenida de la circunferencia de la cavidad torácica en el extremo posterior de la pechuga. |
| 5.- Largo de tarso (LTARSO) | Milímetros | Longitud entre la articulación del tarso y el cojinete entre los dedos. |
| 6.- Largo de la pierna (LPIERNA) | Milímetros | Longitud entre la articulación de la rodilla hasta la articulación del tarso. |
| 7.- Largo del muslo (LMUSLO) | Milímetros | Longitud entre la articulación coxofemoral hasta la articulación de la rodilla. |
| 8.- Largo del ala (LALA) | Milímetros | Longitud tomada con el ala extendida considerando desde el miembro torácico hasta las falanges de la punta del ala. |
| 9.- Ancho del ala (AALA) | Milímetros | Desde la articulación del humero hasta la altura de las falanges. |
| 10.- Altura de cresta (AC) | Milímetros | Desde las base de la cresta hasta el pico más alto. |
| 11.- Largo de cresta (LC) | Milímetros | Medida transversal en la parte más ancha de la cresta. |
| 12.- Ancho de pico (AP) | Milímetros | Desde inserción del pico, medido con el vernier digital |
| 13.- Largo de pico (LP) | Milímetros | En la inserción en la cabeza, hasta la punta del pico |
| 14.- Largo de barbilla (LB) | Milímetros | Desde la base inserción de la cabeza hasta la punta. |
| 15.- Ancho de barbilla (AB) | Milímetros | De manera transversal en la parte más ancha. |
| 16.- Ancho de orejuela (AORE) | Milímetros | De manera transversal en la parte más ancha. |
| 17.- Largo de orejuela (LORE) | Milímetros | De manera longitudinal desde el orificio del odio hasta la punta. |
| 18.- Ancho de cabeza (AC) | Milímetros | Medida de lado a lado, tomando como referencia la altura de los ojos. |
| 19.- Largo de cabeza (LC) | Milímetros | Media desde la inserción del pico hasta la parte anterior de la cabeza |
| 20. Pluma primaria (PP) | Milímetros | Considerada la primer pluma primaria de la punta del ala. |
| 21. Edad | Años | Estimada por el productor y madurez sexual |

t Student para muestras independientes. Además se empleó la técnica de análisis multivariado de componentes principales (ACP), la cual permitió reducir el espacio multidimensional de variables morfométricas en un subconjunto de combinaciones lineales (Morrison 1976). Para evitar los efectos de escala en el ACP se estandarizaron las variables. Los resultados del ACP se graficaron en un biplot que permitió la representación en dos dimensiones (primera y segunda CP) de las aves y las variables medidas en forma simultánea (Johnson, 1998). Los análisis fueron realizados usando SAS ver. 9.0 (SAS Institute, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rasgos morfológicos

En el Cuadro 2 se presentan los estadísticos descriptivos, medias y desviaciones estándar, encontrándose

RESULTS AND DISCUSSION

Morphological features

Table 2 shows the descriptive statistics, means and standard deviations, finding differences ($p < 0.05$) between the dorsal weight and length of males and females: 2.5 ± 0.5 kg, 45.4 cm and 2.0 ± 0.5 kg, 41.4 cm, respectively. Similar results in the variables studied were reported by other researchers in Mexico, Spain and Botswana (Jerez-Salas, 2014; Campo, 2009; and Badubi *et al.*, 2006, respectively).

Phenotypical correlations

Table 3 shows the significant phenotypical correlations ($p < 0.01$) between some morphometric characteristics of indigenous hens. The positive correlations were between: live weight with pectoral

Cuadro 2. Medias y desviaciones estándar de las variables morfométricas de gallinas criollas en Valles Centrales de Oaxaca, México.
Table 2. Means and standard deviations of the morphometric variables of indigenous hens in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico.

| Característica | Hembras (n=144) | | Machos (n=27) | |
|----------------------------|-----------------|-------|---------------|-------|
| | Media | D.E. | Media | D.E. |
| Peso vivo (kg) | 2.01 | 0.50 | 2.50 | 0.59 |
| Edad (años) | 1.13 | 0.63 | 1.12 | 0.60 |
| AD ¹ (mm) | 282.25 | 30.11 | 313.33 | 48.44 |
| LD ² (mm) | 414.79 | 33.67 | 454.63 | 45.51 |
| PPE ³ (mm) | 404.91 | 31.63 | 441.74 | 37.17 |
| LB ⁴ (mm) | 21.49 | 9.11 | 47.00 | 17.12 |
| AB ⁵ (mm) | 25.71 | 8.10 | 43.52 | 12.16 |
| LC ⁶ (mm) | 45.84 | 9.33 | 53.88 | 9.99 |
| AC ⁷ (mm) | 33.75 | 7.14 | 36.27 | 6.35 |
| LPC ⁸ (mm) | 34.92 | 6.66 | 38.22 | 6.57 |
| APC ⁹ (mm) | 23.78 | 6.74 | 25.21 | 5.28 |
| LCR ¹⁰ (mm) | 27.14 | 11.53 | 49.83 | 15.25 |
| ACR ¹¹ (mm) | 48.41 | 13.23 | 92.18 | 23.50 |
| LTarso ¹² (mm) | 107.05 | 9.70 | 124.94 | 15.24 |
| LPierna ¹³ (mm) | 136.05 | 11.17 | 158.34 | 13.87 |
| LMuslo ¹⁴ (mm) | 102.50 | 10.96 | 116.51 | 10.21 |
| LALA ¹⁵ (mm) | 183.77 | 16.99 | 203.33 | 16.62 |
| AALA ¹⁶ (mm) | 94.69 | 9.14 | 106.11 | 7.86 |
| PP ¹⁷ (mm) | 115.43 | 28.75 | 129.15 | 31.62 |
| LORE ¹⁸ (mm) | 24.27 | 7.63 | 35.95 | 9.01 |
| AORE ¹⁹ (mm) | 18.76 | 6.31 | 21.75 | 7.13 |

D.E.: Desviación Estándar, AD¹: Altura dorsal, LD²: Largo Dorsal, PPE³: Perímetro Pectoral, LB⁴: Largo de barbilla, AB⁵: Ancho de barbilla, LC⁶: Largo de cresta, AC⁷: Ancho de cresta, LPC⁸: Largo de pico, APC⁹: Ancho de pico, LCR¹⁰: Largo de Cresta, ACR¹¹: Ancho de cresta, LTARSO¹²: Largo de tarso, LPIERNA¹³: Largo de pierna, LMUSLO¹⁴: Largo de muslo, LALA¹⁵: Largo del ala, AALA¹⁶: Ancho del ala, PP¹⁷: Pluma primaria, LORE¹⁸: Largo de orejuela, AORE¹⁹: Ancho de orejuela. ♦ D.E.: Standard deviation, AD1: Dorsal height, LD2: Dorsal length, PPE3: Pectoral perimeter, LB4: Length of chin, AB5: Width of chin, LC6: Length of crest, AC7: Width of crest, LPC8: Length of beak, APC9: Width of beak, LCR10: Length of crest, ACR11: Width of crest, LTARSO12: Length of tarsus, LPIERNA13: Length of leg, LMUSLO14: Length of thigh, LALA15: Length of wing, AALA16: Width of wing, PP17: Primary feather, LORE18: Length of appendage, AORE19: Width of appendage.

diferencias ($p < 0.05$) entre el peso y largo dorsal de machos y hembras: 2.5 ± 0.5 kg, 45.4 cm y 2.0 ± 0.5 kg, 41.4 cm, respectivamente. Resultados similares en las variables estudiadas fueron reportados por otros investigadores en México, España y Botswana (Jerez-Salas, 2014; Campo, 2009 y Badubi *et al.*, 2006, respectivamente).

Correlaciones fenotípicas

El Cuadro 3 muestra las correlaciones fenotípicas significativas ($p < 0.01$) entre algunas características morfométricas de las gallinas criollas. Las correlaciones positivas fueron entre: peso vivo con perímetro pectoral (0.62), peso vivo con largo del tarso (0.45), confirmando: a mayor peso en las aves, son más grandes y por consiguiente tienen una mayor amplitud del área de pechuga. Asimismo, largo del tarso con

perímetro (0.62), live weight with tarsus length (0.45), confirming: with higher weight, birds are larger and therefore have a greater breath of the breast area. Likewise, tarsus length with thigh length (0.69) and tarsus length with appendage length (0.67) are associated with the development of extremities with sexual accessories of the head. These results agree with those reported by Alabi *et al.* (2012) and Guni *et al.* (2013) in South Africa and Tanzania, who found a high positive correlation between the live weight with pectoral perimeter and tarsus length with thigh length, which describe the size of the animal.

Typological description based on PCA

The principal component analysis allowed reducing the dimensionality of the 21 variables considered, showing that five linear combinations

Cuadro 3. Principales correlaciones morfométricas de gallinas criollas.

Table 3. Principal morphometric correlations of indigenous hens.

| | PV | PPE | LB | AB | LTARSO | LMUSLO | LORE |
|---------------------|------|------|------|------|--------|--------|------|
| PV ¹ | 1.00 | 0.62 | 0.36 | 0.29 | 0.45 | 0.27 | 0.31 |
| PPE ² | | 1.00 | 0.45 | 0.41 | 0.50 | 0.40 | 0.39 |
| LB ³ | | | 1.00 | 0.91 | 0.57 | 0.61 | 0.83 |
| AB ⁴ | | | | 1.00 | 0.64 | 0.65 | 0.82 |
| LTARSO ⁵ | | | | | 1.00 | 0.69 | 0.67 |
| LMUSLO ⁶ | | | | | | 1.00 | 0.73 |
| LORE ⁷ | | | | | | | 1.00 |

PV¹: Peso Vivo, PPE²: Perímetro Pectoral, LB³: Largo de barbilla, AB⁴: Ancho de Barbilla, LTARSO⁵: Largo de Tarso, LMUSLO⁶: Largo de Muslo, LORE⁷: Largo de Orejuela. ♦ PV1: Live weight, PPE2: Pectoral perimeter, LB3: Length of chin, AB4: Width of chin, LTARSO5: Length of tarsus, LMUSLO6: Length of thigh, LORE7: Length of appendage.

largo de muslo (0.69) y largo de tarso con largo de orejuela (0.67) se asocia el desarrollo de extremidades con accesorios sexuales de la cabeza. Estos resultados coinciden con los reportados por Alabi *et al.* (2012) y Guni *et al.* (2013) en Sudáfrica y Tanzania, quienes encontraron una alta correlación positiva entre el peso vivo con perímetro pectoral y largo de tarso con largo de muslo, que describen a la talla del animal.

Descripción tipológica basada en ACP

El análisis de componentes principales permitió reducir la dimensionalidad de las 21 variables consideradas, mostrando que cinco combinaciones lineales explicaron 80 % de la variación, pero se consideró que los dos primeros CP eran los más importantes, dado que explicaban 63 % de la variación total (Cuadro 4) y permitían establecer una clasificación de gallinas práctica y de fácil comprensión basada en sus características morfológicas.

El componente CP1 representa la mayor cantidad de la variabilidad de los datos, explicando 50 % de la varianza total, compuesto por variables de: Largo de tarso, Largo de muslo, las cuales definen el Tamaño del ave, mientras Largo de barbilla, Ancho de barbilla, Ancho de cresta, Largo de pico, Largo de cresta, Largo de orejuela, Ancho de orejuela explican la forma y magnitud de la cabeza (Cuadro 5). Es decir, explica el tamaño y forma de la cabeza que se encuentra relacionada directamente con el dimorfismo sexual del ave; en machos dichos accesorios se encuentran desarrollados y vistosos, mientras que en las hembras son de tamaño pequeño. Estos resultados son consistentes con Yakubu *et al.* (2009), quienes reportaron el CP1

explained 80 % of the variation, but it was considered that the first two PCs were the most important, given that they explained 63 % of the total variation (Table 4) and allowed establishing a practical and easy-to-understand hen classification based on their morphological characteristics.

The PC1 component represents the highest amount of variability of the data, explaining 50 % of the total variance, composed by variables of: tarsus length, thigh length, which defined the size of the bird; while chin length, chin width, crest width, beak length, crest length, appendage length, appendage width explain the shape and magnitude of the head (Table 5). That is, it explains the size and shape of the head that is directly related to the sexual dimorphism of the bird; in males, these accessories are developed and attractive, while in females they are smaller. These results are consistent with those by Yakubu *et al.* (2009), who reported the PC1 with the variables of height and length of crest, tarsus length and thigh circumference, in a study of local chickens in Nigeria. However, Egena *et al.* (2014) in the PC1 found different variables in a population, such as: wing length (0.840), weight (0.826), and body length (0.814); this can be attributed to the ancestral origin and environmental conditions of adaptation in Nigeria.

The PC2 explains another 13 % of the total variability made up by the variables of weight, pectoral perimeter, and dorsal height (Table 5); as a whole, they define the size or build of the bird that reflects the breeding purpose of the hen in the production units, for egg, meat or double-purpose; that is, light hens would have a better aptitude for

Cuadro 4. Valores propios y proporción de varianza explicada por cada componente principal (CP).
Table 4. Typical values and variance proportion explained for each principal component (PC).

| CP | Valor propio | Proporción explicada | Proporción acumulada |
|----|--------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 10.53 | 0.50 | 0.50 |
| 2 | 2.70 | 0.13 | 0.63 |
| 3 | 1.56 | 0.07 | 0.70 |
| 4 | 1.00 | 0.05 | 0.75 |
| 5 | 0.84 | 0.04 | 0.79 |
| 6 | 0.75 | 0.04 | 0.83 |
| 7 | 0.63 | 0.03 | 0.86 |
| 8 | 0.57 | 0.03 | 0.88 |
| 9 | 0.44 | 0.02 | 0.91 |
| :: | :: | :: | :: |
| 20 | 0.07 | 0.00 | 1.00 |

con las variables de: altura y largo de cresta, longitud de tarso y circunferencia de muslo en un estudio de pollos locales en Nigeria. Sin embargo, Egena *et al.* (2014) en el CP1 encontró diferentes variables en una población, como es: longitud del ala (0.840), peso (0.826) y longitud de cuerpo (0.814); esto puede atribuirse al origen ancestral y condiciones ambientales de adaptación de Nigeria.

El componente CP2 explica otro 13 % de la variabilidad total compuesto por variables de Peso, Perímetro pectoral y Altura dorsal (Cuadro 5); en conjunto definen la talla o complejidad del ave que refleja el propósito de la crianza de las gallinas en las unidades de producción para huevo, carne o doble propósito, es decir, gallinas ligeras tendrán una mayor aptitud de producción de huevo, mientras las más pesadas tienden a ganar más carne, y las de doble propósito que cumplen con ambas funciones. Esto coincide con Yakubu *et al.* (2009), quienes encontraron en el CP2 la circunferencia y largo torácico de las aves, relacionado con la talla del animal.

Con los dos componentes principales originados que explican el tamaño y talla del animal fue la base para establecer los descriptores fenotípicos como criterios de tipología o agrupamiento de las aves, dando lugar a tres agrupaciones de acuerdo con el plano de la dimensionalidad de gallinas criollas (Figura 2).

El primer grupo de aves se caracterizó como pesadas, mayores de 3 kg; por consiguiente, poseen extremidades más grandes, como es el tarso y largo de pierna, es decir, animales de mayor tamaño y talla, las cuales son criadas en las unidades de producción con la finalidad de obtener huevos para preservar esos genes

egg production, while the heavier tend to get more meat, and the double-purpose fulfill both functions. This agrees with results by Yakubu *et al.* (2009), who found in the PC2 the thorax circumference and length of the birds to be related to the size of the animal.

Cuadro 5. Vectores propios de los tres primeros componentes principales.
Table 5. Typical vectors of the three first principal components.

| Variables originales | Componentes principales | |
|-------------------------|-------------------------|--------|
| | CP1 | CP2 |
| Peso | 0.119 | 0.428 |
| LD ¹ | 0.108 | 0.419 |
| PPE ² | 0.155 | 0.323 |
| LTarso ³ | 0.257 | 0.173 |
| LMuslo ⁴ | 0.259 | -0.043 |
| LB ⁵ | 0.256 | 0.028 |
| AB ⁶ | 0.262 | -0.013 |
| AC ⁷ | 0.252 | -0.271 |
| LPC ⁸ | 0.253 | -0.220 |
| LCR ⁹ | 0.253 | 0.040 |
| LOrejuela ¹⁰ | 0.281 | -0.084 |
| AOREjuela ¹¹ | 0.238 | -0.248 |

LD¹: Largo Dorsal, PPE²: Perímetro Pectoral, LTarso³: Largo de tarso, LMuslo⁴: Largo de muslo, LB⁵: Largo de barbilla, AB⁶: Ancho de barbilla, AC⁷: Ancho de cresta, LPC⁸: Largo de pico, LCR⁹: Largo de Cresta, LOrejuela¹⁰: Largo de orejuela, AOREjuela¹¹: Ancho de orejuela. ♦ LD1: Dorsal length, PPE2: Pectoral perimeter, LTarso3: Length of tarsus, LMuslo4: Length of thigh, LB5: Length of chin, AB6: Width of chin, AC7: Width of crest, LPC8: Length of beak, LCR9: Length of crest, LOrejuela10: Length of appendage, AOREjuela11: Width of appendage.

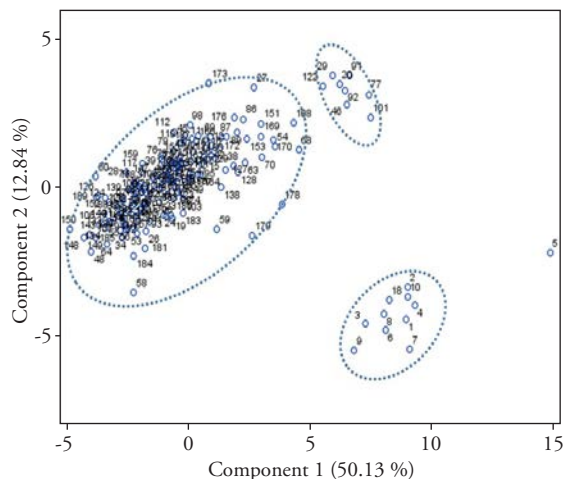


Figura 2. Distribución de las gallinas criollas en el plano de dimensionalidad con componentes principales CP1 vs CP2.

Figure 2. Distribution of indigenous hens in the level of dimensionality with principal components CP1 vs CP2.

en las futuras crías y obtener carne para autoconsumo después de concluir su primer ciclo de postura.

El segundo grupo de aves fue el más predominante, con un peso de 2 Kg y tamaño mediano; esto evidencia que son las gallinas de doble propósito en las unidades de producción las que son preferidas por la obtención de huevo; además, son una buena fuente de carne.

El tercer grupo fue identificado como el ligero o inferior, con un peso menor a los 2 kg, con características de menor tamaño y peso. Esto sugiere que la finalidad de estas aves en la unidad de producción es de postura se obtiene una mayor cantidad de huevos en cada ciclo de postura respecto a la segunda agrupación.

Como antecedente, es conveniente hacer notar que los mayores avances de la avicultura industrial ocurren en el momento en que los criadores diferenciaron sus genotipos en gallinas pesadas y ligeras (Nordskog, 1976; Orozco, 1991). En nuestro caso hay un genotipo intermedio, dado que esta avicultura rural es básicamente de doble propósito: producción de carne y huevo.

CONCLUSIONES

Las gallinas criollas de la región de estudio pueden ser agrupadas según los dos principales descriptores: tamaño del ave (conformación de la cabeza y extremidades) y talla del animal (altura y peso).

The two principal components originated that explain the size and build of the animal were the basis to establish the phenotypical descriptors as criteria of typology or grouping of the birds, giving rise to three groups according to the dimensionality plan of indigenous hens (Figure 2).

The first group of birds was characterized as heavy, larger than 3 kg; therefore, they have longer extremities, such as the tarsus and length of leg; that is, animals of greater size and build, which are bred in the production units with the aim of obtaining eggs to preserve those genes in the future offspring and obtain meat for self-consumption after concluding their first laying cycle.

The second group of birds was the most predominant, with a weight of 2 kg and medium size; this evidences that it is double-purpose hens in the production units that are preferred for egg extraction; in addition, they are also a good source of meat.

The third group was identified as the light or inferior, with a weight lower than 2 kg, with characteristics of lower size and weight. This suggests that the aim of these birds in the production unit is to obtain a higher amount of eggs in each laying cycle compared to the second group.

As background, it is convenient to note that one of the greatest advances in industrial poultry production is the moment when the breeders differentiated their genotypes as heavy and light hens (Nordskog, 1976; Orozco, 1991). In our case there is an intermediate genotype, since this kind of rural poultry production is basically double-purpose: meat and egg production.

CONCLUSIONS

Indigenous hens in the study region can be grouped according to the two main descriptors: size of the bird (conformation of head and extremities) and build of the animal (height and weight).

Based on the principal component analysis, the typological classification of indigenous hens from the Central Valleys of Oaxaca can be based on the following criteria: i) Very heavy hens (larger than 3 kg); ii) Intermediate hens (between 2 and 3 kg); and, iii) Light hens (smaller than 2 kg).

The three types of hens: heavy, semi-heavy and light, must be considered as typological differentiation

Con base en el análisis de componentes principales, la clasificación tipológica de las gallinas criollas de Valles Centrales de Oaxaca puede basarse en los siguientes criterios: i) Gallinas muy pesadas (mayores de 3 kg); ii) Gallinas intermedias (entre 2 y 3 kg); y, iii) Gallinas ligeras (menores de 2 kg).

Los tres tipos de gallinas: pesadas, semipesadas y ligeras, deben ser considerados como criterios de diferenciación tipológica y selección de reproductores criollos en las unidades de producción de la región de Valles Centrales de Oaxaca.

LITERATURA CITADA

- Abebe, A. S., S. Mikko, and A. M. Johansson. 2015. Genetic diversity of five local Swedish chicken breeds detected by microsatellite markers. *PLoS ONE* 10(4), p.e0120580. doi:10.1371/journal.pone.0120580.
- Alabi, O. J., J. W. Ng'ambi, D. Norris and S. S. A. Egena. 2012. Comparative study of three indigenous chicken breeds of South Africa: body weight and linear body measurements. *Agricultural Journal* 7: 220-225.
- Avellanet, T. R. 2006. Conservación de recursos genéticos ovinos en la raza Xisqueta: Caracterización estructural, racial y gestión de la diversidad en programas "in situ". Tesis de Doctorado. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, España. 282 p.
- Badubi, S. S., M. Rakereng and M. Marumo. 2006. Morphological characteristics and feed resources available for indigenous chickens in Botswana. *Livestock Research for Rural Development* 18. <http://www.lrrd.org/lrrd18/1/badu18003.htm> (Consultado 4 de noviembre de 2015).
- Campo, J. (2009). Valoración morfológica de las gallinas. En C. Sañudo, Valoración morfológica de los animales domésticos (pág. 617). España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Egena, S. S. A., A. T. Ijaiya, D. M. Ogah and V. E. Aya. 2014. Principal component analysis of body measurements in a population of indigenous nigerian chickens raised under extensive management system. *Slovak J. Anim. Sci.*, 47 (2): 77-82.
- FAO, 2010. La situación de los Recursos Zoogenéticos mundiales para la Alimentación y la Agricultura. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Flint, A. P. F. and J. A. Woolliams. 2008. Precision animal breeding. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 363: 573-590.
- Guèye, E. F. 2009. The role of networks in information dissemination to family poultry farmers. *World's Poultry Science Journal* 65: 115-124.
- Guni, F. S., A. M. Katule and P. A. A. Mwakilembe. 2013. Characterization of local chickens in selected districts of the Southern Highlands of Tanzania: II. Production and Morphometric traits. *Livestock Research for Rural Development* 25. <http://www.lrrd.org/lrrd25/11/guni25190.htm> (Consultado 4 de noviembre de 2015).
- criteria and for the selection of indigenous breeders in the production units of the region of the Central Valleys of Oaxaca.
- Haoua, M. T., C. T. Keambou, M. Y. Poutougnigni, and Y. Manjeli. 2015. Characterisation of indigenous chicken production systems in the Sudano-sahelian zone of Cameroon. *Livestock Research for Rural Development* 27 <http://www.lrrd.org/lrrd27/2/haou27030.html> (Consultado 4 de noviembre de 2015).
- Herrera, H.J.G. y García C.A.. 2010. Bioestadística en Ciencias Veterinarias, Procedimientos de Análisis de Datos con SAS. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 258 p.
- Jerez-Salas, M. P., M. A. Vázquez-Dávila, F. Chavez-Cruz, M. I. Pérez-León, y J.C. Carrillo-Rodríguez. 2014. Conocimiento tradicional, manejo y morfología de gallinas criollas en tres localidades de los Valles Centrales de Oaxaca. Publicado en el libro: Gallinas criollas y Guajolotes nativos de México, Universidad Autónoma de Chiapas, Red CONBIAND, R. A. Perezgrovas-Garza, M. P. Jerez-Salas, & M. A. Camacho-Escobar, eds.
- Johnson, D. E. 1998. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Traducido del inglés por Pérez Castellanos. H. International Thomson. Editores México, D.F. 566 p.
- Moreki, J. C. 2010. Village poultry production in Serowe-Palape sub-district of Botswana. *Livestock Research for Rural Development* 22. <http://www.lrrd.org/lrrd22/3/more22046.htm> (Consultado 4 de noviembre de 2015).
- Morrison, D. F. 1976. *Multivariate Statistical Methods*. McGraw-Hill, New York. 338 p.
- Nordskog A.W. 1976. *Poultry Breeding and Genetics*. I.S.U. Press, Ames, Iowa, USA. 195 p.
- Orozco P.F. 1991. *Mejora Genética Avícola*. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 230 p.
- Qu, L., X. Li., G. Xu, K. Chen, H. Yang, L. Zhang, G. Wu, Z. Hou, G. Xu and N. Yang. 2006. Evaluation of genetic diversity in Chinese indigenous chicken breeds using microsatellite markers. *Science in China, Series C: Life Sciences* 49:332-341.
- Raach-Moujahed, A., N. Moujahed and B. Haddad. 2011. Local poultry populations in Tunisia: Present and alternatives. A review. *Livestock Research for Rural Development* 23 <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/raac23096.htm> (Consultado el 1 de marzo de 2016).
- SAS Institute. 2002. *SAS/TAT User's Guide: Software version 9.0*. Statistical Analysis System Institute. Cary, North Carolina, USA, 4424 p.
- Sukhatme, P. V. 1970. *Sampling Theory of Surveys with Application*. Iowa State College Press. Ames, Iowa. 491 p.
- Yakubu, A., D. Kuje and M. Okpeku (2009). Principal components as measure of size and shape in Nigerian indigenous chickens. *Thai J. Agric. Sci.* 42 (3): 167-176.
- Yakubu, A., A. E. Salako and A. R. Abdullah. 2011. Varimax rotated principal component factor analysis of the zoometrical traits of uda sheep. *Archivos de Zootecnia* 60: 813-816.

— End of the English version —