



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal



Caracterización morfológica y metabólica de huevos fértiles, embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas

Karion A. Muñoz M.

Maracay, Junio 2016



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal



Caracterización morfológica y metabólica de huevos fértiles, embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas

Karion A. Muñoz M.

Trabajo presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo
Mención Agronomía que otorga la Universidad Central de Venezuela

Maracay, Junio 2016

Aprobación del Trabajo de Grado por el Jurado

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado “CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y METABÓLICA DE HUEVOS FÉRTILES, EMBRIONES Y POLLUELOS DE CINCO GRUPOS GENÉTICOS DE GALLINAS CRIOLLAS” cuyo autor es el bachiller Karion Arco Muñoz Moreno, titular de la cédula de identidad 20 449 403, certificamos que lo hemos leído y que en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Tutora – Coordinadora

Karin Drescher de R
C.I. 6 298 914

Jurado Principal

Mario Rossini
C.I.

Jurado Principal

Rafael Galindez
C.I.

Jurado Suplente

Livia Pinto-Santini
C.I.

DEDICATORIA

A Dios creyendo en el cómo ser supremo a quien le debemos todo en la vida.

A mis padres Laureano Muñoz y Pirena Mercedes Moreno porque a ellos les debo este logro.

A mi hija Natalia Lucia Muñoz Rodríguez, porque sin duda eres lo más hermoso que Dios y la vida me han regalado. Te amo hija.

A mi esposa Mairim Rodríguez por ser mi apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTO

A mi tutora Profesora Karin Drescher de R. a quien respeto y admiro mucho, sin la cual este proyecto hermoso no hubiese sido posible.

A los profesores Rafael Galidez, Mario Rossini, y Livia Pinto-Santini, colaboradores y coautores de este trabajo.

A mis amigos los chigüires, por compartir esta etapa de la vida tan maravillosa y hacer posible esta meta que compartimos... Más que amigos hermanos de corazón!!!

Al personal que labora en el Laboratorio de estudios fisiológicos de animales domésticos en el trópico (LAFADOT) haciendo mención especial al profesor D'EndelD'Enjoy, la auxiliar docente Katherine Cárdenas, y el TSU Delfín Peroso, coparticipes en la elaboración de este estudio.

A la Universidad Central de Venezuela, la casa que vence las sombras, alma mater en mi formación académica y principal facilitadora de los medios para la elaboración del presente estudio.

A los profesores, profesoras, obreros y empleados que laboran en la Universidad Central de Venezuela porque gracias a ellos logré mi formación académica y de vida durante estos años.

A mis familiares que me apoyaron con esta carrera siempre dispuestos a ayudar.

A todos muchas gracias!!!

TABLA DE CONTENIDO

Página de título.....	ii
Aprobación del trabajo de grado por el jurado.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Tabla de contenido.....	vi
Tabla de cuadros.....	viii
Tabla de figuras.....	ix
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
MATERIALES Y METODOS.....	2
Ubicación.....	2
Duración del ensayo.....	2
Instalaciones y Manejo de los reproductores.....	2
Tamaño y distribución de la muestra.....	2
Manejo e incubación de los huevos.....	2
Variables evaluadas.....	3
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	5
RESULTADOS Y DISCUSION.....	5
Peso del huevo (PTH).....	5
Largo y Ancho del huevo (LH y AH).....	6
Peso de la albúmina (PA).....	6
Altura de la yema (AY).....	7
Ancho de la cáscara (AC).....	8
Peso de la yema (PY).....	9
Color de la Yema (CY).....	11
Hematocrito (HTO).....	11

Glucosa (GLU)	12
Colesterol (COL)	13
Insulina(INS)	13
Viabilidad e incubabilidad	14
Descripción fenotípica y morfológica de polluelos de los grupos genéticos utilizados	16
Caracterización por grupo genético	16
CONCLUSIONES	18
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	19

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1. Variables morfológicas (media \pm DE) de huevos y embriones de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 0, 4, 18 y 21 días de incubación.	9
Cuadro 2. Valor de pH de la yema, pH de la albúmina y color de la yema (media \pm DE) de huevos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 0 y 4 días de incubación.	11
Cuadro 3. Variables metabólicas (media \pm DE) de embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 18 y 21 días de incubación.	14
Cuadro 4. Descripción fenotípica de polluelos de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas en su primer día de vida.	17
Cuadro 5. Medidas morfométricas (media \pm DE) de polluelos de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas en su primer día de vida.	18

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Infertilidad, mortalidad y eclosión de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas...15

Caracterización morfológica y metabólica de huevos fértiles, embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas

Karion A. Muñoz M.*

Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo 4579, Maracay 2101, Aragua. Venezuela. E-mail: karion.munoz@estud.agr.ucv.ve

RESUMEN

Para caracterizar los huevos, embriones y polluelos de los grupos genéticos (GG) GDB, IPA, MARACAY, FAGRO y RG, del Laboratorio Sección Aves de la Facultad de Agronomía, UCV Edo. Aragua se desarrolló una experiencia sometiendo las reproductoras a iguales condiciones de cría en piso, relación hembra:macho de 8:1, 110g alimento/animal/día e iluminación natural. Se analizaron 100 huevos, 20 por cada GG, y 5 huevos por período incubación (0, 4, 18 y 21 días). Se registraron valores morfológicos, metabólicos, fenotípicos y de incubabilidad. La media y DE se calcularon usando el software InfoStat, detectando valores contrastantes entre GG en las variables peso de albúmina (PA) y ancho de cascara (AC) a los 0 días (d), y altura de yema (AY) a los 4 d de incubación. Se registró aumento de peso de yema y pH de yema (pHY) entre 0 y 4 d, y para hematocrito, glucosa y colesterol entre 18 y 21 d, mientras que PA, AY, AC, pH de albumina y peso total del huevo (PTH) disminuyeron entre 0 y 4 d de incubación, el PTH fue mínimo en el 18 d. Los caracteres fenotípicos que permitieron diferenciar los polluelos de los GG, fueron: color de dedo entre GDB (gris y rosado) vs. IPA (negro), ausencia de plumas en el cuello de RG y color dominante del plumaje (IPA y GDB =negro; MARACAY =rojo; FAGRO y RG =amarillo). La incubabilidad fue crítica en el periodo final (MTa), los GG MARACAY y FAGRO presentaron mayor eclosión e IPA la menor (79,6; 71,4% y 44% respectivamente). Se presentaron variaciones morfológicas, metabólicas, fenotípicas y de incubabilidad relacionadas a los GG incluso durante la incubación. Estos resultados abren horizontes en la preservación de materiales genéticos de posible diferenciación de potenciales para la producción y pudieran explicar posibles limitaciones productivas respectivamente.

Palabras clave: Embriología, Fisiología, *Gallus gallus* Venezolano, Morfometría.

Morphological and metabolic characterization of fertile eggs, embryos and chicks by five genetic groups of native hens

ABSTRACT

In order to characterize the fertile eggs, embryos and baby chicken in five different genetic group (GG) (GDB, IPA, MARACAY, FAGRO and RG) an assay was conducted at Laboratorio-Sección de Aves, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. All GG were managed by the same conditions of female:malerelation ship(8:1), feeding (110g commercial concentrate/animal/day) and lighting (natural). A hundred fertile eggs, 20 per GG, and 5eggs by incubation periods (0, 4, 18 and 21 days) were analyzed. Morphological, metabolic, phenotypic and hatchability variables were recorded. The mean and SD were calculated using the InfoStat software, detecting values associated to GG in variables like albumin weight (PA), eggshell width (AC) at 0 days (d) and yolk height (AY) at 4 d incubation. Yolk weight and pH (PHY) between 0 and 4 d, and hematocrit and serum glucose and cholesterol between 18 and 21 d were quantified too. PA, AY, AC, albumin pH and total egg weight (PTH) decreased between 0 and 4 d of incubation, and the PTH was minimal at the 18 d. Phenotypic characteristics can showed differences allowed to GG baby chicken. There were: fingercolor between GDB (gray or pink) vs. IPA (black), lack of feathers on the neck and feathers color RG (IPA and GDB = black; MARACAY = red; FAGRO and RG = yellow). Hatchability was critical at the final period (MTA); MARACAY and FAGRO GG had higher hatching and IPA lower (79.6, 71.4% and 44% respectively). Morphological, metabolic, phenotypic and hatchability characteristic are associated to GG and also change during incubation between groups. These results open horizons in the preservation of genetic material of possible potential differentiation for products production and could explain those differences.

Keywords: Embryo, Physiology, *Gallus gallus*, morphometry.

INTRODUCCIÓN

Las exigencias en la producción agropecuaria a nivel mundial han llevado a la selección genética de aves especializadas en las características de carne y huevos (Druyan, 2010). En Venezuela la industria avícola desde 1950 se ha basado en tecnologías foráneas (MARN, 2004), con animales poco adaptados a las condiciones tropicales (Mota, 2002), lo cual a su vez ha puesto en peligro de extinción al material genético nacional. Programas nacionales de mejoramiento genético, evaluación del comportamiento reproductivo y productivo en aves criollas han sido desarrollados tímidamente (Colmenares, 2002; Mota, 2002; MPPA, 2007). En términos de calidad de huevos, comerciales o de incubación, el peso del huevo (PTH), altura de la albúmina (AA), altura de la yema (AY), peso de la albúmina (PA), peso de la yema (PY), entre otras, son medidas de importancia a analizar (Juárez–Caratachea *et al.*, 2010). Con aves criollas, Galíndez *et al.* (2014) ha reportado diferencias entre grupos genéticos para PTH, AA y AY. Wolanski *et al.* (2007) y Willemsen *et al.* (2008) señalan que con mediciones de diferentes longitudes del cuerpo de polluelos de un día de edad y pesos a los 1 y 7 d de edad se puede identificar el potencial de crecimiento del

polluelo. Hasta ahora las investigaciones en el país sobre estos grupos genéticos de aves criollas (Mota, 2002; Peña, 2011; Albarrán, 2012; Blanco, 2012; Caicedo, 2012; Galíndez *et al.*, 2009; 2012; 2014) no han contemplado evaluaciones a nivel metabólico o fisiológico, siendo que existen referencias de aves de zonas templada o para algunas criollas africanas y asiáticas (Freeman, 1969; Noble y Cocchi, 1990 citado en Latour *et al.*, 1996; Morita *et al.*, 2009; Druyan, 2010; Molenaar *et al.*, 2013). El establecimiento de diferencias metabólicas y fisiológicas en el patrón de desarrollo embrionario, eclosión, mortalidad, crecimiento temprano, tardío y según influencia altitudinal, entre otros (Foye, 2007; Druyan, 2010; Molenaar *et al.*, 2013; Jia *et al.*, 2016) puede potenciar el desarrollo de alternativas tecnológicas y recomendaciones de manejo local para la mejora en la expresión de los genes de los criollos. Un componente adicional no puede dejar de ser considerado: garantizar la reducción de la pérdida de recursos genéticos locales para la alimentación humana a través del desarrollo sostenible (FAO, 2015). Es por ello que la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar parámetros morfológicos y metabólicos de

huevos fértiles, embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

La fase experimental se desarrolló en el Laboratorio Sección de Aves (10°16'50''N y 67°35'56''W; 463msnm; 17MJ/m²/d; 25°C; 66%HR; 930,8mm/año Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela UCV) el cual suministró los huevos fértiles y el Laboratorio de Estudios Fisiológicos de Animales Domésticos en el Trópico (LEFADOT), donde se incubaron y evaluaron huevos y embriones y se obtuvieron los polluelos.

Duración del ensayo

El experimento duró 35 días (d) continuos distribuidos en tres periodos de 21 d cada uno, solapados entre sí por 7 d.

Instalaciones y Manejo de los reproductores

El galpón de reproductoras (igual para todas las aves), tiene medidas de 60 x6 m, techo de zinc, orientación este-oeste paredes de bloque y malla gallinera, piso de concreto con cama de arroz de 10 cm, divisiones de 2 x 2 m. Cada corral cuenta con tres nidales trampa para 8 hembras y un macho, comedero tipo tolva, bebedero tipo Plasson. Todas las aves adultas fueron

sometidas a las mismas condiciones: alimentación restringida de 110g por animal/d (alimento comercial para ponedoras), agua a voluntad, programa natural de iluminación.

Tamaño y distribución de la muestra

Se analizaron 100 huevos de cinco grupos genéticos (GG), a saber: GDB (n=20), IPA (n=20), MARACAY (n=20), FAGRO (n=20) y RG (n=20). De estos huevos, se muestrearon 5 por cada grupo en los siguientes períodos de desarrollo embrionario: 0, 4, 18 y 21d (Sardá y Vidal, 2003; Gómez y Valero, 2009). Los huevos fueron escogidos al azar en cada fase de evaluación.

Manejo e incubación de los huevos

Los huevos se recogieron diariamente en la mañana y se identificaron con número de la madre, padre y GG. Se almacenaron durante 3 a 5d (Galíndez *et al.*, 2009; 2010) bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (18±2°C y 70±5% HR) hasta su introducción en incubadora (GQF Manufacturing CO; Mod Deportista 1502; 37,7±0,5°C y 80±2% HR). Se excluyeron de la incubación huevos porosos, sucios y rotos y previamente fueron desinfectados con aspersion de ácido peracético, peróxido de hidrógeno, ácido acético y surfactantes, 1:200 en agua.

Variables evaluadas

- a) Largo (LH) y ancho del huevo (AH) (mm). Con vernier analógico se midió la distancia entre el centro del polo romo y el centro de la zona aguda (LH). Para AH se midió en forma transversal para cuantificar el ancho de la región ecuatorial del huevo.
- b) El volumen (v ; cm^3) del huevo se determinó por la fórmula de Gómez y Valero (2009). Donde, $v=l \times a \times a \times 0,51$, siendo l =longitud del huevo (cm), a =ancho del huevo (cm) y 0,51 una constante.
- c) Ancho de la cáscara (AC) (mm): Se tomó una fracción de cáscara del ecuador del huevo y se midió, mediante vernier, la distancia entre la cara interior y la exterior.
- d) PTH y peso de la cáscara (PC) (gr): El huevo íntegro y vaciado se colocó, respectivamente, sobre balanza analítica (Mettler Toledo; AB204, apreciación 0,01g).
- e) AY y AA (mm): Vertido el huevo en una mesa lisa de vidrio, con vernier de trípode (AMES; Modelo S-6428) se determinó la AY y AA, ubicando el tornillo del vernier en el punto más álgido de cada fracción.
- f) PY y PA (gr): Se separó la yema y el albumen y se colocaron por separado en vasos de precipitado, mediante balanza analítica, se registró el peso.
- g) pH de la yema (pHY) y del albumen (pHA): mediante peachímetro digital (OrionResearch; EA 940 Expandable ion Analyzer), se registró el valor indicado, una vez introducido el electrodo en cada fracción señalada.
- h) Viabilidad (viable vs. inviable): Mediante observación del contenido interior del huevo en la mesa de vidrio, se verificó el desarrollo del sistema circulatorio y latidos del corazón en el 4 d de incubación.
- i) Infertilidad (Inf): Se catalogó así al huevo que en el 18 d de incubación no mostró desarrollo embrionario por ovoscopía y embrio-diagnos. Su unidad es proporcional al total de huevos introducidos. $\text{Inf}=(\text{no desarrollados}/\text{total}) \times 100$.
- j) Mortalidad embrionaria: El 18d de incubación se aplicó Embrio-diagnóstico a todos los huevos luego de la ovoscopía (Código de Prácticas de Higiene para los Huevos y los Productos de Huevo 1976; Ricaurte, 2005; Glatz, sf). Se determinó la mortalidad según las características de desarrollo observadas a trasluz y movilidad del embrión, siendo que se clasificó en Mortalidad Temprana (MTe) (1-7d de incubación) (yema y albumina sin evolución a embrión), Mortalidad Intermedia (MIn) (8-17d de incubación) (embrión sin movilidad) y Mortalidad Tardía (MTa) (18-21d de

incubación) (embrión con movilidad no eclosionado al 21 d),(Blanco, 2012). La mortalidad se expresa como porción del total de huevos colocados a incubar por GG (IPA 50; FAGRO 49; MARACAY 49; RG 52; GDB 50). Para la mortalidad no se tomó en cuenta el lote 1 de incubación, ya que durante la misma se presentó falla eléctrica por varias horas hacia el final de la incubación.

k) Eclosión (Eclo) (%): Se calculó como proporción del total de huevos eclosionados, más los muestreados a los 0,4 y 18 d de incubación (asumiendo que debieron eclosionar) sobre el total de los huevos colocados a incubar.

l) Ancho de cámara de aire (ACA) (mm): A tras luz y el mismo día de la ovoscopia (18d) se cuantificó la mayor distancia entre los extremos de la base de la cámara de aire (hacia el embrión)el exterior de la cáscara.

m) Dimensiones del polluelo (21d): se cuantificó el Peso del polluelo (PP) (g) mediante balanza analítica, seguidamente un conjunto de medidas, denominadas genéricamente como Morfometría se cuantificaron con vernier (cm). Estas medidas fueron: A=Longitud de punta del pico al pigostilo (hueso de cola) B=longitud entre músculo pectoral mayor (*en*

hypocleidium) y la pre formación del *notarium* (ultima vértebra cervical y tres primeras vértebras de la cavidad torácica) D=Longitud entre articulación de rodilla y la articulación de tibia (tibio-tarso) E=longitud entre articulación del carpo (unión humero-cubito) y última pluma secundaria.

n) Metabolitos y hormonas: Para determinar colesterol y glucosa e Insulina respectivamente, se utilizaron Kits comerciales. Para la toma de muestra se utilizaron inyectadoras de 6 cc ($\frac{1}{2}$ " x 27"; marca Seri's), y se extrajo sangre por punción cardiaca, usando como guía la clavícula y palpación del latido cardíaco, en orientación central-izquierda de la cavidad torácica. La muestra se trasvasó a tubos Vacuum Diagnostics con activador de coágulo de 6 ml; las muestras se centrifugaron (Damon; IEC HN-SII) por 20 min a 2600 rpm. Mediante micropipeta se extrajo suero sobrenadante y conservó en microtubo eppendorf de 2ml a -20°C. La glucosa se determinó con kit Glucosa Oxidasa (Biosciense ®) donde la intensidad de color es proporcional a la concentración de glucosa. El colesterol se determinó con kit Biosciense®. Mediante catálisis forma tintura de quinoneimina, donde el color es proporcional a la concentración de colesterol. Ambos se midieron en

espectrofotómetro (Stat Fax 1904) de química manual a longitud de onda de 505nm. La Insulina se determinó con Kit ELISA (DRG) que consiste en un ensayo en fase sólida de inmuno-absorción ligado a enzimas. Al final la intensidad de color es proporcional a concentración de insulina y esta se midió con fotómetro lector de microplaca de ELISA Multiskan Thermo Scientific a una Abs de 450nm.

o) Hematocrito (HTO) (%). Directo de la jeringa se colectó en microcapilares heparinizados (DOLES ® 500 red tip, 75mm largo, OD 1,40–1,60mm, 80µL) una muestra de sangre para determinar HTO mediante microcentrífuga (Clay Adams; CT-2900)*10min. La lectura se realizó en forma manual mediante la coincidencia en escala de proporción del HTO (%). Esta medición se realizó a 18 y 21d. En embriones de 18d se rompió la cáscara por la cámara de aire, el embrión se colocó en placa de Petri, y mediante inserción de la aguja en los vasos vitelinos, vena yugular y cavidad cardíaca (Mozdziak *et al.*, 2005) se extrajo sangre. En los polluelos (21d) se extrajo la sangre directamente del corazón.

p) Fenotipo: Visualmente se realizó una descripción de los polluelos según su GG. Se evaluó el color dominante (CD), presencia de manchas (PM), color de las manchas

(CM), lugar de las manchas (LM), color del tarso (CT), color del dedo medio (CDe), color del pico (CPi), presencia o no de plumas en el cuello (PCu).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el cálculo de la media y la desviación (DE) se utilizó el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008). Mediante estos estadísticos se realizó la caracterización cuantitativa de las variables sujetas al mismo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan por variable, comenzando con aquellas de carácter morfológico, seguido de las metabólicas y finalizando con la descripción fenotípica de los polluelos nacidos de los diferentes GG.

Peso del huevo (PTH)

El PTH no mostró valores contrastantes en ninguna de las fases de desarrollo embrionario para los GG. Keener *et al.* (2006) y Segura *et al.* (2007), contrario a Albarrán (2012) y Galíndez *et al.* (2014), reportaron este comportamiento. El PTH del grupo FAGRO fue el mayor (57,6 g) (Cuadro 1) (Galíndez *et al.*, 2014). Todos huevos se mantuvieron por encima de 50 g. En huevos fértiles el peso ideal es de 51

a59g, para optimizar el porcentaje de nacimientos (Onasanya e Ikeobi, 2013).

La variación del PTH durante el desarrollo embrionario, mostró una tendencia a la disminución (Cuadro 1) en todos los grupos, tal como lo afirma Gómez y Valero (2009), quienes indican que los huevos pierden entre 12 a 15% del peso debido a la pérdida de humedad durante la incubación y al Guía de manejo de la Incubadora Cobb-Vantress (2013) donde se señala que las pérdidas ocurren progresivamente y son mayores según la altitud donde se encuentren las aves; esto debido a la presión atmosférica a la que es sometida especialmente la cáscara, su conductividad es de vital importancia. En RG e IPA el PTH varió en 8,1 y 12,6% respectivamente, desde el 0 y hasta el 18d de incubación. Adicionalmente, se encontró una relación directa entre el volumen del huevo y la pérdida de peso, (Gómez y Valero, 2009). En tal sentido, el ancho de cáscara y el volumen del huevo (Cuadro 1) según cada GG pudieran haber influido en la difusión de gases, agua y conductividad causando cambios en la variación de peso.

Largo y Ancho del huevo (LH y AH)

Los valores según cada GG se observan en el Cuadro 1. Las variaciones fueron mínimas

para éstas variables, encontrándose dentro de rangos citados previamente por Caicedo (2012).

Peso de la albúmina (PA)

En cuanto a la variable PA, se encontraron valores divergentes entre los grupos a los 0d de incubación. En el Cuadro 1 se observan los valores. El mínimo PA fue para IPA y el máximo para FAGRO. Tharrintong *et al.* (1999) y Haunshi *et al.* (2010) coinciden en los hallazgos de diferencias en el peso ($\geq 35g$) o volumen de la albúmina, respectivamente, de huevos de gallinas nativas y otros GG. Los valores hallados en este estudio se encuentran por debajo a tales referencias.

Para la evaluación a los 4d, el PA no presentó divergencias entre embriones de cualquier GG, es decir, las diferencias presentadas a los 0d desaparecieron en el tiempo. Esto puede deberse a que la tendencia general de disminución del PA acortó la variabilidad y/o a que en esta etapa del desarrollo la tasa metabólica es diferente entre GG. Tona *et al.* (2010) no encontró diferencias de PA en cepas de pollos entre 10 y 12d de incubación, pero si entre 14 y 16d, indicando diferencias en el uso metabólico del albumen; para los hallazgos de Tona *et al.* (2010) este metabolismo diferenciado se prolongó luego de la

eclosión, y a pesar de que los pollos tenían pesos similares al nacimiento, a los 7d de eclosión el peso fue diferente.

Al analizar la proporción PA/PTH a los 0d de incubación esta presentó contrastes entre valores de los GG, registrando la mayor (53,8%) y la menor (41,9%) PA/PTH los GGMARACAY e IPA respectivamente. Este mayor desarrollo embrionario y peso del polluelo se asocia a la principal fuente de agua en el huevo: el albumen (Finkler *et al.*, 1998). Así, el GG MARACAY presenta ventajas para el valor comercial bien sea de huevos fértiles (polluelos más pesados) y/o huevos para la industria panadera y repostería. Estos resultados coinciden con Noiva *et al.*(2014) pero Tharrintong *et al.* (1999) reporta que una relación de PA/PTH superior al 60% es consecuencia de la selección genética de huevos más grandes con menos yema y potencialmente menos grasa en esta.

El análisis del PA en el tiempo, reflejó que esta disminuyó en los cinco GG, promediando 8,1g entre 0 y 4d de incubación, tal como aquellos resultados de Noiva *et al.*(2014), donde el consumo progresivo del albumen por parte del embrión culmina con el agotamiento total al término del 21d de incubación.

Altura de la yema (AY)

A los 0d de incubación la AY de huevos de todos los GG fueron similares, coincidiendo con los valores de Juárez–Caratachea *et al.*(2010), pero difiriendo de Tadesse *et al.* (2015) en gallinas exóticas de Etiopía. En la evaluación de 4d de incubación los resultados muestran diferencias importantes entre GG. IPA posee la mayor AY (10,2mm), en contraposición a FAGRO (6mm). Reportes de Keener *et al.* (2006) y Galíndez *et al.* (2014) indican ausencia de diferencias en la AY de huevos sin incubar. Así pues, a pesar que los resultados a los 0d de incubación se corresponden con los reportes de Keener *et al.* (2006) y Galíndez *et al.* (2014), al parecer estos van variando diferencialmente entre los GG a medida que el desarrollo embrionario se va suscitando. Atribuyendo dicha variación a dos posibles causas: La primera a un metabolismo diferenciado entre los GG en esta etapa, similar al observado en la evaluación del PA. La segunda que durante la exposición a las condiciones de temperatura y humedad de incubación, la calidad (AY) se afectó de manera diferencial, posiblemente debido a que el grosor y la porosidad de la cáscara, así como la calidad de la albúmina eran distintas. Dicho sea que estas aceleran la pérdida de calidad del huevo para consumo, así como activan y catalizan procesos

metabólicos propios del desarrollo embrionario. Habiendo conservado la calidad a los 0d (similar entre GG), porque se almacenaron en condiciones controladas. Según Galíndez *et al.* (2014) la edad de la gallina no afecta la AY de huevos sin incubar, aunque es probable que el manejo del huevo y su almacenamiento enmascare dicho efecto (Tumová y Gous, 2012 citado en Galíndez *et al.*, 2014).

Noiva *et al.* (2014), Explica que el albumen y la yema son los principales nutrientes para el embrión transformándose con la incubación, así mismo, Gómez y Valero (2009), señalan una utilización gradual de yema al inicio de la incubación pero acelerada en los últimos 5d, también que en el 4d de incubación comienza el intercambio gaseoso y el metabolismo de proteínas y grasas del vitelo, incrementando niveles de NH_3 , CO_2 y ácido láctico. Por lo tanto, se infiere que dichos efectos de disminución de AY puedan estar siendo causados como parte del proceso natural de incubación y desarrollo embrionario.

Ancho de la cáscara

En los valores para AC se evidenció contrastes para los GG sólo a los 0d de incubación. Los valores extremos de AC fueron 0,28 y 0,53mm para GDB y FAGRO respetivamente; el Cuadro 1 muestra la alta

variabilidad entre los grupos. Siendo que todas las gallinas estuvieron alimentadas y manejadas exactamente bajo las mismas condiciones, contrario a Vits *et al.*, (2005) y Krawczyk y Gornowicz, (2009) con distintos sistemas de cría. Esta variabilidad confiere características como resistencia a la rotura, afectación de la difusión de gases, agua y conductividad (Guía de Manejo de la Incubadora Cobb-Vantress, 2013), además del fomento a la fisiología y desarrollo exitoso del embrión (Carey, 1994); a pesar que la edad de la reproductora pudiere afectar tales valores (Morita *et al.*, 2009), Wei *et al.* (2006) refieren que la adaptación a la altura sobre el nivel del mar y al transporte de O_2 están implicadas, con lo cual el grosor de la cáscara es vital para la oxigenación embrionaria y control del crecimiento (Giussani, 2007). Así mismo, destaca que entre la evaluación del 0 y 4 d de incubación todos los huevos disminuyeron el AC (Cuadro 1). Así, IPA y FAGRO presentaron la mayor reducción del AC entre 0 y 4d de incubación, similar a lo afirmado por Campos *et al.* (2003) y Ar y Rahn (1980 citados por Morita *et al.*, 2009). Este comportamiento se atribuye a diversos factores, entre los que figuran la absorción del calcio por el embrión para su desarrollo esquelético y muscular y pérdida de la

cutícula orgánica de la misma, siendo que la cáscara se va haciendo más frágil a medida que transcurren los días de incubación (Gómez y Valero, 2009; Guía de Manejo de la Incubadora Cobb-Vantress, 2013).

Peso de la yema (PY)

En la variable PY, no se encontraron discrepancias de los valores entre GG, tanto en 0 como 4d incubación, al igual que Tharrington *et al.* (1999) y Egbeyale *et al.* (2013), sin embargo, Obanla *et al.* (2013) halló evidencias del efecto de la “cepa” de gallinas para PY. Dottavio *et al.* (2005) y Hernández-Bautista *et al.* (2013) encontraron diferencias, en huevos sin incubar, provenientes de 4 genotipos, así mismo la yema:albumen varió cuando se consideraron aves híbridas. No obstante, entre los 0 y 4d de incubación se registró un

aumento aproximado de 8g en el PY de cada GG (Cuadro 1), este indicio puede ser atribuido al desarrollo de las funciones del saco vitelino vinculado a la absorción de material de la albúmina (Deeming, 1989 citado por Tona *et al.* 2010; Gómez y Valero, 2009). En este sentido, dichos 8g, se asemejan a los 8,1g que disminuyó el PA, lo que requiere investigación precisa. Egbeyale *et al.* (2013) acota el uso de yema en la incubación. Obanla *et al.* (2013) encontró que al 18 d de incubación, el PY y el diferencial de consumo por el embrión fue similar entre diferentes líneas genéticas, con una disminución de 6g a los 18 d, y con un PY inicial a 14 - 17g, tal como en este estudio. Dottavio *et al.* (2005) partió de PY similar pero la tendencia del PY durante la incubación fue distinta.

Cuadro 1. Variables morfológicas (media \pm DE) de huevos y embriones de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 0, 4, 18 y 21 días de incubación.

Variable	Grupos Genéticos				
	RG	GDB	IPA	FAGRO	MARACAY
0 días de incubación					
LH (mm)	56,0 \pm 2,7	56,6 \pm 2,6	57,6 \pm 2,4	57,3 \pm 2,7	57,2 \pm 1,5
AH (mm)	42,2 \pm 0,9	42,9 \pm 1,4	42,3 \pm 1,2	43,3 \pm 1,3	42,2 \pm 0,9
V (cm ³)	50,9	53,1	52,6	58,8	52,0
AC (mm)	0,4 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,5 \pm 0,3	0,5 \pm 0,2	0,4 \pm 0,1
PTH (g)	53,5 \pm 2,6	56,5 \pm 4,5	55,5 \pm 4,8	57,6 \pm 4,6	54,8 \pm 3,2
PC (g)	6,7 \pm 0,7	6,8 \pm 0,8	7,8 \pm 2,6	7,2 \pm 1,2	7,1 \pm 1,0

AY (mm)	16,1 ±0,4	16,4 ±0,9	16,5 ±0,8	16,5 ±1,1	16,1 ±1,0
AA (mm)	4,5 ±1,3	4,1 ±0,9	4,5 ±1,3	4,7 ±1,4	4,3 ±0,8
PY (g)	18,8 ±2,7	17,3 ±1,5	19,4 ±1,9	17,4 ±2,0	17,8 ±5,1
PA (g)	25,6 ±3,7	27,7 ±3,6	23,3 ±5,3	29,9 ±3,6	29,5 ±5,3
4 días de incubación					
LH (mm)	55,6 ±2,4	56,2 ±1,9	57,4 ±4,0	56,4 ±1,3	59,4 ±3,6
AH (mm)	41,4 ±1,5	42,2 ±1,5	41,8 ±1,9	42,6 ±1,1	42,4 ±1,7
V (cm ³)	48,6	51,0	51,1	52,2	54,5
AC (mm)	0,2 ±0,1	0,3 ±0,2	0,2 ±0,2	0,2 ±0,2	0,3 ±0,2
PTH (g)	53,8 ±2,9	57,8 ±4,7	55,9 ±6,0	57,2 ±1,9	59,6 ±6,4
PC (g)	6,0 ±0,7	6,2 ±1,0	6,7 ±1,3	6,4 ±0,5	6,7 ±0,4
AY (mm)	7,2 ±1,7	6,4 ±2,1	10,2 ±4,0	6,0 ±1,0	8,7 ±2,5
AA (mm)	3,1 ±0,6	3,1 ±0,7	3,7 ±1,6	2,7 ±1,0	4,3 ±0,8
PY (g)	27,4 ±3,8	26,5 ±5,3	24,2 ±6,4	26,9 ±6,6	25,6 ±4,5
PA (g)	14,6 ±3,4	18,7 ±5,7	22,7 ±7,9	17,9 ±4,5	21,8 ±7,0
18 días de incubación					
PTH (g)	49,2 ±4,5	51,9 ±1,7	48,6 ±1,8	51,3 ±5,0	50,2 ±5,0
ACA (cm)	3,2 ±0,2	3,4 ±0,1	3,3 ±0,2	3,3 ±0,1	3,4 ±0,3

LH= largo del huevo; AH = ancho del huevo; V= volumen del huevo; AC = ancho de la cáscara; PTH = peso total del huevo; PC = peso de la cáscara; AY= altura de la yema; AA= altura de la albúmina; PY= peso de la yema; PA= peso de la albúmina; ACA= ancho de la cámara de aire.

Sin embargo Finkler *et al.* (1998), demostraron que la tasa metabólica y la masa corporal en seco son en gran medida independientes de la composición del huevo, pero esta influye en la masa del saco vitelino. Diferencias en contenido de yema pueden influir en la calidad neonatal, pero no parecen formar mayor cantidad de tejido. Así pues, Zhuravlev *et*

al. (2005) destacan que la composición de yema afecta la dirección del metabolismo en los embriones. Por su parte Jia *et al* (2016) enfatizan que la adaptación del pollo tibetano a gran altitud puede estar asociada con mayores cantidades de yema y mínima demanda metabólica de O₂ en dicho tejido, esto pudiera orientar las explicaciones del éxito de una mayor

eclosión aún con menor transporte de O₂. Las diferencias en PY y su utilización en la incubación pueden ser de interés, porque los huevos de las pollitas podrían tener destinos y usos (consumo vs. pollos bebe), adicionalmente, al dilucidar las implicaciones de dichas variaciones sobre los procesos biológicos en estudio se podría hacer un mejor uso direccional para la mejora de los niveles productivos.

pH de la Yema y de la Albúmina

En el Cuadro 2 se evidencia similitud entre los 5GG en relación al pHY y pH A a los 0 y 4d de incubación, concordando con Papa *et al.* (2012), y una variación

mínima, intrascendente en el tiempo, entre 0 y 4d de incubación, similar a (Aggazzotti, 1913; Gueylard y Portier 1925; Healy y Peter 1925, Wladimiroff 1926 citado en Romanoff y Romanoff, 1929).

Color de la Yema

El CY fue similar entre los GG evaluados, con excepción del grupo IPA, el cual mostró un CY más oscuro (valor numérico mayor), similar a reportes de Hernández-Bautista *et al.* (2013), atribuyendo dicha variación posiblemente a factores genéticos, dado que el manejo fue idéntico para todos los GG.

Cuadro 2. Valor de pH de la yema, pH de la albúmina y color de la yema (media ± DE) de huevos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 0 y 4 días de incubación.

Variable	Grupos genéticos				
	RG	GDB	IPA	FAGRO	Maracay
0 días de incubación					
pHY	7,5 ±0,3	7,3 ±0,1	7,4 ±0,2	7,4 ±0,1	7,5 ±0,1
pHA	10,5 ±0,1	10,5 ±0,1	10,5 ±0,2	10,5 ±0,0	10,5 ±0,1
CY	7,3 ±0,5	7,2 ±0,8	8,3 ±2,0	7,2 ±0,6	7,4 ±0,8
4 días de incubación					
pHY	8,2 ±0,1	8,2 ±0,3	7,9 ±0,3	8,2 ±0,1	8,3 ±0,5
pHA	10,1 ±0,1	10,2 ±0,3	10,4 ±0,3	10,2 ±0,3	10,3 ±0,3

Hematocrito

Los HTO de los 5 GG a los 18d de incubación se concentraron entre 27 y

28% (Cuadro 3), estos valores fueron superiores a los reportes de Morita *et al* (2009) (15 - 16,8%) e inferiores a los de

Druyan (2010) (33 - 39%). Para la segunda evaluación (21d), se observa aumento en los valores, con mínimos y máximos entre 29 y 38,6% (FAGRO e IPA), similares a los señalados por Giussani (2007), Druyan (2010) y Yilmaz-Dikmen *et al* (2014), pero superiores a los reportados por Morita *et al* (2009). El incremento no fue proporcional en los GG, es decir, se detectaron grupos contrastantes. DeSmit *et al* (2005) encontró diferencias en pollos de engorde, atribuyendo estas a factores genéticos, mientras que Druyan (2010) no encontró diferencias entre embriones Ross y Cobb (pollos engorde), pero si en Lohmann (ponedoras). Dzialowski *et al* (2002) señalan aumento conjunto en la hemoglobina.

Druyan (2010) advierte que la demanda de O₂ (relacionada con valor de HTO) incide en el desarrollo y metabolismo del embrión, donde la tasa de consumo de yema, está asociada a dicho consumo de O₂ y a menor oxidación de grasas. La mayor cantidad de yema (PY), menor cantidad de albúmina (PA) y la baja demanda de O₂ también se relacionan con adaptación a la altura sobre el nivel del mar (Jia *et al.*, 2016), siendo probable que el aumento de la concentración de

hemoglobina y aumento del transporte de O₂ (Wei *et al.* 2006; Giussani, 2007), ambos relacionados con los valores de HTO.

Glucosa

Los resultados indicaron ausencia de diferencias notorias entre los GG para la GLU a los 18 y 21 d de incubación (Cuadro 3). Resultados similares reporta O'Dea *et al* (2004), en este caso con glucógeno y entre cepas de pollos de 1d de nacido, asumiendo que la selección no ha aumentado la necesidad de energía para picoteo y eclosión. Witmar y Lane (1960) citados por Majewska y Kołataj, (1978) encontraron diferencias ($P < 0,05$) en el nivel de GLU según la raza. Al analizar los valores de GLU se aprecia un aumento entre 18 y 21 d de incubación (Cuadro 4). El valor promedio de aumento de GLU de todos los GG fue de 46 mg/dl. La GLU aumenta para apoyar la deposición de glucógeno en el hígado y músculo, es por ello que el patrón de oxidación de GLU es lento en embriones de pollo pero su intensidad aumenta con el desarrollo (Kilsheimer *et al.*, 1960; Molenaar *et al.*, 2013), esto se observó en el incremento de +51 mg/dl de GLU (172,1 a 223,1 mg/dl del 18 al 21d de incubación) coincidiendo con Freeman

(1969), Scott *et al.* (1981; Citado en Moran 2007), Muramatsu *et al.* (1990, Citado en Moran 2007) y Molenaar (2013). Así pues, el aumento de la GLU puede ser consecuencia de las exigencias físicas para la eclosión, coincidiendo con la baja disponibilidad de O₂ (Tazawa, 1983; Whittow y Tazawa 1991; Morán, 2007) a 18 d y que se incrementa hacia el 21d. O’dea *et al.* (2004) indica que las diferencias metabólicas en los embriones están influenciadas por la edad de los reproductores, este factor debe ser precisado y controlado a los fines de establecer las diferencias reales entre los GG.

Colesterol

Al efectuar la comparación entre los 5 GG, con respecto al COL en suero (Cuadro 3), no se encontraron diferencias evidentes dentro de las fases de 18 y 21d de incubación, difiriendo de Hardy (1962) y Musa *et al.* (2007) en líneas de gallinas. Sin embargo, el cambio de los valores de COL entre los 18 y 21d de incubación si fue muy marcado entre los GG (257 vs. 407 mg/dl); esto concuerda con Latour *et al.* (1996), sin embargo, el grupo GDB permaneció estable. IPA destacó como el

de mayor variabilidad en incremento, doblando el valor en apenas 3d.

Entre los 15 y 21d de incubación, la pérdida de lípidos de la yema aumenta, de modo que casi 1 g/dl de lípidos se elimina durante los 2d finales de la incubación (Noble y Cocchi, 1990 citado en Latour *et al.* 1996) ya que son dirigidos al embrión. Así, es de esperarse incremento en el nivel de COL de suero del polluelo en los últimos días (175 mg/dl a 280 mg/dl de 18 a 21 d), ya que hay movilización de los componentes de la yema en este período. Por otro lado, la actividad (95-98%) de COL en el hígado, suero, y todo el polluelo proveniente del saco vitelino, en cerebro el valor es de 11% (Connor 1969). Así, la biosíntesis de COL es activa en el cerebro y proporciona cerca del 90% de su contenido. En el embrión, el COL, se localiza preferentemente el hígado y después de la eclosión contribuye en el desarrollo del cuerpo durante la transición a la autosuficiencia (Moran, 2007).

Insulina

En cuanto a la variable insulina el Kit ELISA (DRG) no detectó los valores, presumiblemente debido a que dichos valores eran muy bajos, por lo que se

recomienda en futuros estudios utilizar otros kits a nivel de laboratorio.

El presente estudio no diferenció sexo de los polluelos siendo un factor señalado influyente en el valor de HTO (Morita *et al.*, 2009), GLU (Majewska, 1978) y COL (Musa *et al.*, 2007) en adultos.

Cuadro 3. Variables metabólicas (media \pm DE) de embriones y polluelos de cinco grupos genéticos de gallinas criollas a los 18 y 21 días de incubación.

Variable	Grupos genéticos				
	RG	GDB	IPA	FAGRO	Maracay
18 días de incubación					
HTO(%)	26,8 \pm 2,6	27,8 \pm 5,9	28,2 \pm 4,1	27,2 \pm 5,8	28,0 \pm 4,8
GLU(mg/dL)	152,9 \pm 21,7	144,9 \pm 26,7	121,7 \pm 44,1	166,1 \pm 28,6	157,4 \pm 31,0
COL(mg/dL)	257,2 \pm 44,6	407,6 \pm 160,7	227,1 \pm 111	297,8 \pm 80,8	325,9 \pm 119
21 días de incubación					
HTO(%)	32,4 \pm 4,3	35,8 \pm 4,0	38,6 \pm 6,4	29,0 \pm 6,6	29,4 \pm 5,4
GLU(mg/dL)	179,9 \pm 17,2	190,5 \pm 9,6	204,9 \pm 18,1	205,4 \pm 28,3	191,9 \pm 18,7
COL(mg/dL)	346,6 \pm 48,0	402,7 \pm 83,1	411,1 \pm 232,1	336,3 \pm 91,4	343,4 \pm 47,6

Similares valores, 0 a 4%, fueron obtenidos en MIn, similar a los reportes (3,1%) (Grimal y Gómez 2007), representando los más bajos, y de menor influencia sobre la Eclo; la MTe resultó uniforme entre GG, siendo de 8,8% en promedio global de todos los GG e inferior al 20% de MTa (Figura 1), es decir, la MTa fue la mayor y más variable

Viabilidad e incubabilidad

En relación a la viabilidad de los huevos de los 5 GG, se evaluaron indicadores pre y post eclosión. La Inf registró un valor de 2% en los 5 GG (Figura 1), baja para gallinas venezolanas (Blanco, 2012) y otras subtropicales (Juárez y Ortiz, 2001).

concordando con Juárez y Ortiz(2001), Grimal y Gómez (2007) y Blanco (2012). La variabilidad de MTa fue alta con un mínimo de 4,1%, para MARACAY, y máximo de 42% para IPA, coincidiendo con el reporte de Blanco (2012) para IPA. La Eclo también fue altamente variable, destacando MARACAY y FAGRO con la mayor Eclo (70-80%) e IPA con la menor

(44%); el promedio de los 5 GG estuvo dentro de rango y fue de 65% (Juárez y Ortiz, 2001; Grimal y Gómez, 2007; Blanco, 2012).

Las principales causas que afectan el potencial de incubabilidad son las deficiencias de vitaminas y minerales, huevos no fecundados, contaminación, roturas y defectos de la cascara, defectos internos del huevo, deficiente conservación, no adaptación al régimen de incubación, cambio de respiración,

imposibilidad de eclosionar y finalmente problemas del metabolismo embrionario. Hay que destacar que los valores de Inf, MTe y MIn, fueron similares entre GG. Dado que durante el ensayo las condiciones a las cuales fueron sometidos los huevos de los 5 GG fueron idénticas, se presume que estas diferencias puedan deberse a divergencias en la composición genética de los grupos, como fue asumido por Peña (2011) y Blanco (2012).

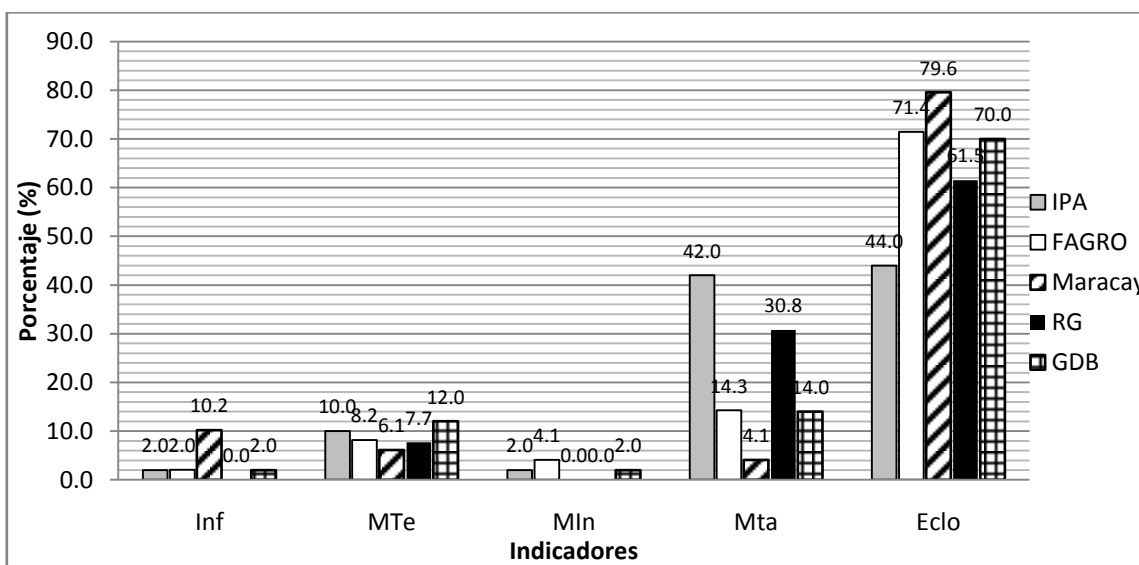


Figura 1. Infertilidad, mortalidad y eclosión de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas.

Inf = Infertilidad de los huevos; MTe = Mortalidad Temprana; MIn = Mortalidad Intermedia; MTa = Mortalidad tardía; Eclo = Eclosión.

Descripción fenotípica y morfológica de polluelos de los grupos genéticos utilizados

A continuación se presenta una descripción fenotípica (Cuadro 4) y morfométrica (Cuadro 5) de algunas de las características más comunes y relevantes para la diferenciación de GG a nivel de polluelos (1 día nacido) realizada sobre los 5 GG de gallinas criollas.

Los promedios de las variables morfométricas medidas en los polluelos de 21d de incubación, post eclosión, mostraron similitud en todos los GG, para todas las variables registradas, distinto a Msoffe *et al.* (2001) en ecotipos locales de pollos en Tanzania, y a Wolanski, 2006, cuando señalan que La longitud del cuerpo en los polluelos de 0d varió entre la línea pura y los pollos comerciales en el momento de la eclosión, pudiendo ser el resultado directo del aumento de la selección para el rendimiento muscular en esta línea.

Caracterización por grupo genético

GDB: Huevos grandes, de peso promedio 57g, con PY, PA y PC de 17; 28 y 7g, respectivamente, LH y AH de 57 y 42mm. Embriones con variaciones importantes en HTO y GLU, entre 18 y 21 d de incubación. Eclosión de 70%,

polluelos de coloración dominante negro, con manchas amarillas en alas, barbilla, pecho y abdomen; tarso y dedo, rosado y grisáceo en ambos casos, coloración de pico variable, presencia de plumas a nivel del cuello, largo del cuerpo, profundidad pectoral, larga de pierna y ancho de ala de promedio normal.

MARACAY: Huevos medianos, peso promedio de 55g, con PY, PA y PC de 18; 30 y 7g, respectivamente, LH y AH de 57 y 42mm. Embriones con alta variación de GLU, entre 18 y 21 d de incubación. Eclosión de 80%, polluelos de coloración dominante roja, con manchas blancas y negras en alas, barbilla, y abdomen; tarso, dedo y pico rosado, con plumas en el cuello, largo del cuerpo, profundidad pectoral, largo de pierna y ancho de ala de promedio normal.

IPA: Huevos medianos, de peso promedio 56g, con PY, PA y PC de 19; 23 y 8g, respectivamente, LH y AH de 58 y 42mm. Embriones con las más altas variaciones positivas (aumento) en HTO, GLU y COL, entre 18 y 21 d de incubación. Pero con los valores más bajos de Eclosión 44%, polluelos de coloración dominante negro, con manchas amarillas y blancas en alas, barbilla,

abdomen y cuello; tarso y dedo negro, coloración de pico variable, con plumas en el cuello, largo del cuerpo, profundidad pectoral, largo de pierna y ancho del ala de promedio normal.

FAGRO: Huevos grandes, los de mayor tamaño y peso (58g) entre los 5GG, con PY, PA y PC de 17; 30 y 7g, respectivamente, LH y AH de 57 y 43mm. Embriones con importante variación de GLU, entre 18 y 21 d de incubación. Eclosión de 71%, polluelos de coloración dominante amarilla, algunos ejemplares con manchas rojas a nivel del cuello, tarso, dedo y pico rosado, con plumas en el cuello, largo del

cuerpo, profundidad pectoral, larga de pierna y ancho del ala de promedio normal.

RG: Huevos medianos de peso promedio 54g, con PY, PA y PC de 19; 26 y 7g, respectivamente, LH y AH de 56 y 42mm. Embriones con variaciones importantes en HTO, GLU y COL entre 18 y 21 d de incubación. Eclosión de 62%, polluelos de coloración dominante amarilla, sin manchas; tarso, dedo, y pico rosados, sin presencia de plumas a nivel del cuello, largo del cuerpo, profundidad pectoral, largo de pierna y ancho del ala de promedio normal.

Cuadro 4. Descripción fenotípica de polluelos de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas en su primer día de vida.

Grupo genético	Color dominante	Manchas			Color			Plumas en cuello
		Presente	Color	lugar	tarso	dedo	Pico	
GDB	negro	Si	Am	a,b,p,ab	r,g,	r,g	n-a,n,g,r	Si
MARACAY	rojo	Si	bl,n	a,b,ab	r	r	r	Si
IPA	negro	Si	am,bl	a,b,ab, cu	n	n	n,n-bl	Si
FAGRO	amarillo	si, no	Ro	cu	r	r	r	Si
RG	amarillo	No	-	-	r	r	r	No

Lugar: a=alas; b=barbilla; c=cabeza; p=pecho; ab=abdomen; cu=cuello. Color: n=negro; am=amarillo; r=rosado; ro=rojo; bl=blanco; n-a=negro punta amarilla; n-bl=negro punta blanca; g=grisáceo (pizarra).

Cuadro 5. Medidas morfométricas (media ± DE) de polluelos de los cinco grupos genéticos de gallinas criollas en su primer día de vida

Grupo genético	A (cm)	B (cm)	D (cm)	E (cm)	Peso Vivo (gr)
GDB	8,7±0,5	2,2±0,4	3,4±0,3	2,5±0,2	40,3 ± 2,0
MARACAY	8,7±0,4	2,5±0,6	3,3±0,1	2,5±0,3	39,4 ± 4,9
IPA	8,4±0,3	2,1±0,5	3,5±0,2	2,4±0,2	40,1 ± 3,8
FAGRO	9,0±0,5	2,3±0,4	3,4±0,1	2,6±0,1	39,0 ± 3,2
RG	8,4±0,3	2,4±0,2	3,0±0,5	2,6±0,5	39,0 ± 2,3

A= Largo Corporal; B = Profundidad Pectoral; D = Largo de la Pierna; E= Ancho del Ala.

Los resultados obtenidos en el presente estudio indican una tasa de crecimiento similar al término de la incubación, con poca o ninguna variación genética para el efecto del A, B, D y E, entre los polluelos de los GG. Lo que sugiere que dicha tendencia se podría mantener luego de la eclosión hasta el desarrollo de animales adultos morfométricamente semejante a planteamiento de Willemsen (2008).

CONCLUSIONES

Se cuantificaron valores morfológicos, siendo similares a reportes anteriores, pero mostrando diversidad entre los grupos genéticos, esto puede ser de utilidad para la selección y cruzamiento.

En relación a los parámetros metabólicos, el presente estudio representa el primer aporte a nivel nacional en estos grupos genéticos criollos venezolanos, el tal sentido, los resultados obtenidos constituyen una contribución preliminar

en la caracterización metabólica de estos grupos. Ahora bien, dichos valores y su monitoreo, indican posibles diferencias genéticas entre los grupos estudiados dado el igual manejo alimenticio, sanitario y reproductivo de las reproductoras, huevos, embriones y polluelos. La variación en los valores hemáticos hacia al final de la incubación remiten gran importancia porque de estos depende el éxito en el proceso de eclosión, y la sobrevivencia en los primeros días de nacido, ambos periodos críticos en el porcentaje de mortalidad de estas aves. En este sentido, las exigencias de la emergencia a baja disponibilidad de O₂ demandan grandes cantidades de glucosa aumentando está a partir de las reservas de glucógeno, esto hasta que el funcionamiento pulmonar ofrece O₂ adecuado para el catabolismo de ácidos grasos como una fuente de energía, incrementando también los niveles de hematocritos debido al mayor transporte

de O₂ en sangre por la transición a la respiración pulmonar.

Finalmente, esta caracterización de parámetros morfológicos y metabólicos permitió afinar técnicas e identificar posibles variaciones entre los grupos genéticos de aves criollas, esto genera un abanico de posibilidades de preservación y desarrollo de materiales genéticos nacionales, adaptados a las condiciones tropicales, con fines de mejorar características productivas y de rusticidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albarrán, A. 2012. Caracterización de la postura, fertilidad y calidad interna del huevo en cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas durante la fase intermedia de producción. Pasantía de investigación. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 21 p.
- Blanco, F. 2012. Caracterización de la eclosión y muerte embrionaria en cuatro grupos de gallinas reproductoras venezolanas. Pasantía de investigación. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 20 p.
- Caicedo, U. 2012. Longitud de las series de postura y porcentaje de huevos incubables en gallinas criollas venezolanas. Pasantía de investigación. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 22 p.
- Carey, C. 1994. Structural and physiological differences between montane and lowland avian eggs and embryos. *J. of Biosc.* 19(4):429-440. (abstract).
- Código de prácticas de higiene para los huevos y los productos de huevo. 1976. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i1111s/i1111s01.pdf> [Consultado: 19/03/2016].
- Colmenares, F. 2002. Evaluación comparativa de la productividad y calidad de los huevos de seis híbridos nacionales de gallinas ponedoras y un híbrido comercial durante la Fase II de producción (desde los 113 a los 224 días). Tesis Grado. Facultad de Agronomía. Universidad central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 61p.
- Connor, W.; R. Johnston; D. Lin. 1969. Metabolism of cholesterol in the tissues and blood of the chick embryo. *PubMed.J Lipid Res.* 10(4):388-94.
- De Smit, L.; K. Tona; V. Bruggeman; O. Onagbesan; M. Hassanzadeh; L. Arckens; E. Decuyper. Comparison of Three Lines of Broilers Differing in Ascites Susceptibility or Growth Rate. 2. Egg Weight Loss, Gas Pressures, Embryonic Heat Production, and Physiological Hormone Levels. *PoultryScience* 84:1446–1452.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2008). *InfoStat, versión 2008*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Dottavio, A.; Z. Canet; C. Faletti; M. Álvarez; M. Font; R. Di Masso. 2005. Yolk:albumen ratio in experimental hybrid layers with different paternal genotype. *Arch. Zootec.* 54: 87-95.
- Druyan, S. 2010. The effects of genetic line (broilers vs. layers) on embryo development. *PoultryScience* 89(7):1457-1467
- [Dzialowski, E.](#); [D. Plettenberg](#); [N. Elmonoufy](#); W. Burggren. 2002. Chronic hypoxia alters the physiological and morphological trajectories of developing chicken embryos. *Elsevier, S.D.* 131(4):713-724
- Egbeyale, L.; O. Sogunle; S. Abiola; M. Ozoje; O. Sowande; O. Adeleye. 2013. Effect of weight and strain on the egg component utilization and embryonic weight during incubation. *Arch. Zootec.* 62 (238): 191-198.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2015. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/nr/cgrfa/cgrfa-vision/es/> [Consultado: 27/05/2015].
- Finkler, M.; J. Van Orman; P. Sotherland. 1998. Experimental manipulation of egg quality in chickens: influence of albumen and yolk on the size and body composition of near-term embryos in a precocial bird. *J. of Comparat. Physiol.* 168(1):17-24. (abstract).
- Foye, AT; PR. Ferket; Z. Uni. 2007. Ontogeny of energy and carbohydrate utilisation of the precocial avian embryo and hatchling. [Avian and Poul. Biol. Revie.](#) 18(3):93-101
- Freeman, B. 1969. The mobilization of hepatic glycogen in *Gallus domesticus* at the end of incubation. *Elsevier*, 28: 3, Pages 1169-1176. (abstract).
- Galíndez, R.; I. Peña; A. Albarrán; J. Prospert; 2014. Peso e indicadores de calidad interna del huevo de cuatro razas de gallinas reproductoras venezolanas. [En línea]. *Zootecnia Trop.*, 32(2):207-215.
- Galíndez, R.; V. De Basilio; G. Martínez; D. Vargas; E. Uztariz; P. Mejía. 2009. Evaluación de la fertilidad y eclosión en la codorniz japonesa. *Zootecnia Trop.*, 27(1):7-15.
- [Girard, H.](#); A. [Visschedijk](#). 1987. Altitude hypocapnia at 2,800 m does not affect development of the chicken embryo. *PubMed. JExp. Zool. Suppl.* 1:365-70. (abstract).
- Giussani, D.; C. Salinas; M. Villena; C. Blanco. 2007. The role of oxygen in prenatal growth: studies in the chick embryo. *J Physiol* 585(3) 911–917
- Glatz, sf. Alojamiento y manejo de las aves de corral en los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Revisión del Desarrollo Avícola. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/a1736s/al736s00.pdf> [Consultado: 15/04/2016].
- Gómez, J.; J. Valero. 2009. Técnicas de Incubación. [En línea]. *Aviornis Internacional – Oct. n° 107:58-92.* Disponible en <http://www.muticus-pina.com/subm/INCUBACION.pdf> [Consultado: 23/11/2015].

- Grimal, A.; E. Gómez. 2007. Factores que inciden en la incubabilidad de una población autóctona: La gallina de chulilla. ITEA Vol. Extra N.º 28. Tomo I, 342-344.
- Guía de Manejo de la Incubadora cobb-vantress. (2013). [En línea]. Disponible en http://cobb-vantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf [Consultado 27/11/2015].
- [Handrich, Y.](#); [H. Girard](#). 1985. Gas diffusive conductance of sea-level hen eggs incubated at 2900 m altitude. PubMed.[Respir Physiol.](#) 60(2):237-52. (abstract).
- Hardy, L.; H. Auger; F. Wilcox. 1962. Genetic differences in serum cholesterol in chickens. American Journal of Physiology 202:997-1001
- Haunshi, S.; S. Sunil Doley; G. Kadirvel. 2010. Comparative studies on egg, meat, and semen qualities of native and improved chicken varieties developed for backyard poultry production. Trop. Ani. Heal. and Prod.42(5):1013-1019. (abstract).
- Hernández-Bautista, J.; Ma.Pérez; A. González; Y. Villegas; G. Rodríguez; V. Meza. 2013. Egg quality of four genetic lines of chickens in warm climate. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6: 1107-1118.
- [Jia,C.](#); [L.He](#); [P. Li](#); [H. Liu](#); [Z. Wei](#). 2016.Effect of egg composition and oxidoreductase on adaptation of Tibetan chicken to high altitude. PoultryScience doi: 10.3382/ ps/pew 048.
- Juárez-Caratachea, A.; E. Gutiérrez-Vázquez; J. Segura-Correa; R. Santos-Ricalde. 2010. Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacan, Mexico. Trop. andSubtrop. Agroecosys. 12(1):109-115.
- Juárez-Caratachea, A.; M. Ortiz. 2001. Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. Vet. Méx., 32(1).
- Keener, K.; K. McAvoy; J. Foegeding; P. Curtis; K. Anderson; J. Osborne. 2006. Effect of Testing Temperature on Internal Egg Quality Measurements. Poultry Science 85:550-555.
- Kilsheimer, G.; D. Weber; J. Ashmore. 1960. Hepatic Glucose Production in Developing Chicken Embryo. ExpBiol Med (Maywood) 104:515-518.
- Krawczyk, J.; E. Gornowicz, 2010. Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. Arch. Geflügelk. 74(3):151-157.
- Krawczyk, J.; E. Gornowicz. 2009. Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. Arch.Geflügelk.,74(3):151-157.
- [Latour, M.](#); [D. Peebles](#); [C. Boyle](#); [S. Doyle](#); [T. Pansky](#); [J. Brake](#). 1996. Effects of Breeder Hen Age and Dietary Fat on Embryonic and Neonatal Broiler Serum Lipids and Glucose.Poultry Science 75 (6):695-701.
- Majewska, H.; A. Kołataj. 1978. The activity of aldolase, aspartate aminotransferase and the level of glucose in the blood plasma of chickens of various breeds and crossbreds. Theor. Appl. Genet. 53,151-156.
- MARN (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales). 2004. Situación de los Recursos Zoogenéticos en la República Bolivariana de Venezuela. ISBN: 980-04-1304-9. Caracas –

- Venezuela. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/Venezuela.pdf> [Consultado: 16/01/2016].
- Molenaar, R.; J. Borne; E. Hazejager; N. Kristensen; M. Heetkamp; R. Meijerhof; B. Kemp; H. Brand. 2013. High Environmental Temperature Increases Glucose Requirement in the Developing Chicken Embryo. *PLoS ONE* 8(4):e59637.
- Morita, V.; I. Boleli; F. Cargnelutti. 2009. Hematological values and body, heart and liver weights of male and female broiler embryos of young and old breeder eggs. [En línea]. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 11 (1): 1806-9061.
- Mota, B. 2002. Evaluación comparativa de la productividad y calidad de los huevos de seis híbridos nacionales de ponedoras y un híbrido comercial. Tesis Grado. Facultad de Agronomía. Universidad central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 57p.
- Mozdziak, P.; J. Angerman-Stewart; B. Rushton; S. Pardue; J. Petite. 2005. Physiology, Endocrinology, And Reproduction: Isolation of Chicken Primordial Germ Cells Using Fluorescence-Activated Cell Sorting. *Poultry Science* 84(4):594-600.
- MPPA (Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, VE). 2007. Los Recursos Zoogenéticos de Venezuela. ISBN: 980-04-1312-X, Caracas – Venezuela. p 14-35. [Consultado: 16/01/2016].
- Msoffe, P.; U. Minga; J. Olsen; M. Yongolo; H. Juul-Madsen; P. Gwakisa; M. Mtambo. 2001. Phenotypes Including Immunocompetence in Scavenging Local Chicken Ecotypes in Tanzania. *Trop. Ani. Hea. and Prod.* 33 (4): 341-354. (abstract).
- Musa, H.; G. Chen; J. Cheng; G. Yousif. 2007. Relation between Abdominal Fat and Serum Cholesterol, Triglycerides, and Lipoprotein Concentrations in Chicken Breeds. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31(6): 375-379
- Noiva, R.; A. Menezes; M. Peleteiro. 2014. Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BMC Veterinary Research*, 10:234.
- Obanla, L.; O. Oke; O. Onagbesan; T. Williams; M. Abioja; J. Daramola; J. Abiona. 2013. Nutrient utilization during incubation and juvenile Growth of indigenous and exotic chicken in Nigeria. *Arch. Zootec.* 62 (242): 251-258.
- Onasanya, G.; C. Ikeobi. 2013. Egg physical traits, performance, fertility and hatchability in exotic and Nigerian indigenous chickens. *Stand. Resear. J. Agricul. Scien.* 1(1):1-8.
- Papa, F.; E. Roel; M. Coelho; S. Guidolin; D. Aoqui; F. Salgado; A. Domingos; V. Savino. 2012. La viscosidad de la clara de huevo de gallinas de diferentes cepas alimentadas con aditivos comerciales y naturales. *Cienc. Tecnol. Alimento.* 32 (1).
- Peña, I. 2011. Caracterización de la postura, fertilidad y calidad interna del huevo en cuatro líneas de gallinas reproductoras venezolanas (FASE I). Tesis Grado. Facultad de Agronomía. Universidad central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela. 31p.
- Ricaurte, S. 2005; Embriodiagnosis y ovoscopia. Análisis y control de

- calidad de los huevos incubables. REDVET. VI(3):1695-7504.
- Romanoff, A.; A. Romanoff. 1929. Changes in pH of albumen and yolk in the course of embryonic development under natural and artificial incubation. *Biologicalbulletin*. 57(5):300-306.
- Sardá, R.; A. Vidal. 2003. Patología de la incubación. Disponible en:<http://www.iaa.cu/pdf/teminc04.pdf> [Consultado: 15/04/2016].
- Segura, C.; S. Jerez; F. Sarmiento; R. Santos; 2007. Indicadores de producción de huevo de gallinas criollas en el trópico de México. *Arch. Zootec*. 56 (215):309-317.
- Tadesse, D.; W. Esatu; M. Girma; T. Dessie. 2015. Comparative atudy on soma egg quality traits of exotic chickens in different production systems in east shewa, Ethiopia. *Academicjournals, African Journal of Agricultural Research*. 10(9):1016-1021.
- Tazawa, H.; S. Andrewartha; W. Burggren. 2011. Development of hematological respiratory variables in late chicken embryos: The relative importance of incubation time and embryo mass. *Comp.arativeBiochem. and Physiol. Part A* 159 225–233.
- Tazawa, H.; A. Visschedijk; J. Wittmann; J. Piiper. 1983. Gas exchange, blood gases and acid-base status in the chick before, during and after hatching. *ElSevier, S.D.* 53(2):173-185
- Tharrington, J.; P. Curtis; F. Jones; K. Anderson. 1999. Comparison of Physical Quality and Composition of Eggs from Historic Strains of Single Comb White Leghorn Chickens. *Poultry Science* 78:591–594.
- Tona, K.; O. Onagbesan; B. Kamers; N. Everaert; V. Bruggeman; E. Decuypere. 2010. Comparison of Cobb and Ross strains in embryo physiology and chick juvenile growth. *PoultryScience* 89:1677–1683.
- USICLIMA (Unidad de Servicios Integrados Climatológicos para la Investigación en Agricultura y Ambiente, VE). 2012. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Edo Aragua, Venezuela.
- Vits, A.; D. Weitzenbürger; H. Hamann; O. Distl, 2005. Production, Egg Quality, Bone Strength, Claw Length, and Keel Bone Deformities of Laying Hens Housed in Furnished Cages with Different Group Sizes. *Poultry Science*. 84:1511–1519.
- Wei, Z.; H. Zhang; C. Jia; Y. Ling; X. Gou; X. Deng; C. Wu. 2006. Blood Gas, Hemoglobin, and Growth of Tibetan Chicken Embryos Incubated at High Altitude. *Poultry Science* 86 (5):904-908.
- Whittow, G.; H. Tazawa. 1991. The Early Development of Thermoregulation in Birds. *Physiological Zoology* 64(6)1371-1390.
- Willemsen, H.; N. Everaert; A. Witters; L. DeSmit; M. Debonne; F. Verschuere; P. Garain; D. Berckmans; E. Decuypere; V. Bruggeman. 2008. Critical Assessment of Chick Quality Measurements as an Indicator of Posthatch Performance. *Poultry Science* 87(11):2358-2366.
- Wolanski, N.; R. Renema; F. Robinson; V. Carney; B. Fancher. 2007. Relationships Among Egg Characteristics, Chick Measurements, and Early Growth

- Traits in Ten Broiler Breeder Strains. Poultry Science 86 (8):1784-1792.
- Yılmaz-Dikmen, B.; Ü. Şahan; A. İpek; C. Aydın; E. Kederli. 2014. Effect of oxygen supplementation in a hatchery at high altitude and growth performance of broilers reared at low altitude. S. Afr. J. Anim. Sci. 44 (4) 2221-4062.
- [Zhang, H.;](#)[X. Wang;](#)[Y. Chamba;](#)[Y.Ling;](#)[C. Wu.](#) 2008. Influences of Hypoxia on Hatching Performance in Chickens with Different Genetic Adaptation to High Altitude. Poultry Science 87 (10):2112-2116.
- Zhuravlev,I.; A. Dolgorukova; A. Salamatin; V. Fisinin. 2005. Amino Acid and Lipid Accretion and Metabolism in the Meat-Type Hen Embryos Developing in Eggs with Low and High Yolk Content.J. Evol. Bio. AndPhy. 41 (2): 150-156.