

“Evaluación de la producción, calidad de huevo y rendimiento cárnico de gallinas F₁
(*Rhode Island Red* x *Cuello Desnudo*) bajo condiciones de Trópico seco”



UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD DE HUEVO Y RENDIMIENTO CARNICO DE GALLINAS F₁ (*Rhode Island Red* x *Cuello Desnudo*) BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO SECO

TESIS

QUE PRESENTA:

MVZ. ADRIÁN HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

DIRECTOR DE TESIS
DR. AURELIANO JUAREZ CARATACHEA

CO- DIRECTOR DE TESIS
MC. RUY ORTIZ RODRÍGUEZ

ASESORES
DRA. ERNESTINA GUTIERREZ VÁZQUEZ
DRA. MELBA RAMÍREZ GONZÁLEZ
DR. DANIEL VAL ARREOLA

MORELIA, MICHUACÁN, MÉXICO. NOVIEMBRE DE 2022



INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
Y FORESTALES



*“Evaluación de la producción, calidad de huevo y rendimiento cárnico de gallinas F₁
(Rhode Island Red x Cuello Desnudo) bajo condiciones de Trópico seco”*

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS Y FORESTALES

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD DE HUEVO Y RENDIMIENTO CARNICO DE GALLINAS F₁ (*Rhode Island Red* x Cuello Desnudo) BAJO CONDICIONES DE TRÓPICO SECO

MVZ. ADRIÁN HERNÁNDEZ SÁNCHEZ

TESIS

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

MAESTRO EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO. NOVIEMBRE DE 2022



**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
Y FORESTALES**

Dedicatoria

*A mis padres Teófilo e Imelda y a mis hermanos Emilio y Mayra,
por ser promotores de mis sueños, gracias a ellos por creer y confiar
en mí, por todo el apoyo brindado durante estos años para
ayudarme a cumplir esta gran meta.*

Gracias por todo.

***“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad
para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”***

-Albert Einstein

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las instituciones que de forma directa fueron parte fundamental para la realización de este trabajo de tesis, en las cuales se encuentran:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por el apoyo brindado al facilitar sus instalaciones para el desarrollo experimental del trabajo de investigación y mi desarrollo profesional durante mi posgrado.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF) por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación profesional.

Y sobre todo un agradecimiento muy especial, para todo el cuerpo tutorial que me acompañó y orientó durante el proceso y desarrollo del trabajo de investigación:

Al Dr. Aureliano Juárez Caratachea por brindarme su confianza y aceptarme como su alumno de maestría, así como, por todo el conocimiento que me ha brindado durante estos años.

Al Dr. Ruy Ortiz Rodríguez por todo su apoyo, paciencia, contribución y sobre todo por su enseñanza y sus regaños, los cuales me hicieron crecer tanto profesional como personalmente.

A la Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez por sus consejos, su apoyo y contribución para realizar el trabajo de investigación.

A la Dra. Melba Ramírez González por sus comentarios y aportaciones para enriquecer este trabajo.

Al Dr. Daniel Val Arreola por su orientación y apoyo brindado como asesor de esta tesis.

A todos ellos, no solo agradezco las aportaciones al presente trabajo; también agradezco la amistad brindada a lo largo de mi formación profesional.

¡Gracias!

ÍNDICE

I. RESUMEN	8
II. ABSTRACT	9
III. INTRODUCCIÓN	10
IV. ANTECEDENTES	13
4.1 Consumo de huevo y carne de pollo	13
4.2 Producción de huevo y carne de pollo	13
4.3 El sistema de traspatio en la producción de huevo y carne de pollo	15
4.4 La diversidad agroclimática y su efecto en la avicultura de traspatio	18
4.5 El mejoramiento genético como alternativa para mitigar los efectos del clima o ambiente tropical, a través del gen cuello desnudo	22
4.6 Ventajas de las gallinas cuello desnudo	24
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
VI. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	27
VII. HIPÓTESIS	27
VIII. OBJETIVOS	28
8.1 Objetivo general	28
8.2 Objetivos específicos	28
IX. MATERIAL Y MÉTODOS	29
9.1. Primera etapa (obtención de las pollitas F ₁).....	29
9.2 Segunda Etapa.....	30
9.3 La evaluación del rendimiento cárnico en machos	32
9.3.1 Primer etapa.....	32
9.3.2 Segunda etapa	33
X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
10.1 Evaluación de las pollas cuello desnudo y de emplume completo en la fase de crecimiento hasta romper postura bajo condiciones de traspatio y trópico seco.....	35
10.2 Evaluación del crecimiento de las gallinas cuello desnudo y de emplume completo en fase de postura bajo condiciones de traspatio y trópico seco.....	42

10.3	Evaluación de la producción, calidad de huevo y pico de postura en gallinas cuello desnudo y emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco.....	44
10.4	Evaluación de las principales variables de la calidad del huevo provenientes de gallinas cuello desnudo y de emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco	48
10.5	Evaluación del rendimiento cárnico en pollos de cuello desnudo y de emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco	50
XI.	CONCLUSIONES.....	57
XII.	BIBLIOGRAFÍA	58
XIII.	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Efecto del estrés calórico en la producción de huevo comercial	21
Tabla 2. Efecto del fenotipo y condiciones de cría (en clima templado) sobre los resultados en granja y matadero de pollos Hubbard Redbro.....	25
Tabla 3. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de las pollas antes de romper postura de acuerdo con el fenotipo.....	35
Tabla 4. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de las gallinas después de romper postura de acuerdo con el fenotipo.....	41
Tabla 5. Estadísticos para peso y edad al romper postura y peso de huevo de acuerdo con el fenotipo.....	43
Tabla 6. Productividad de las gallinas de acuerdo con el fenotipo.....	46
Tabla 7. Medias de mínimos cuadrados para variables de calidad de huevo de acuerdo con el fenotipo del ave.....	47
Tabla 8. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de pollos hasta sacrificio.....	50
Tabla 9. Medias de mínimos cuadrados para variables de rendimiento cárnico de acuerdo con el fenotipo.....	51
Tabla 10. Correlación de ω^2 para variables de rendimiento cárnico.....	52
Tabla 11. Estimadores para la curva de crecimiento de pollos F ₁ (cuello desnudo y plumaje completo) mediante la ecuación de Gompertz	53
Tabla 12. Estimación y observación del peso (g) de pollos F ₁ (cuello desnudo y plumaje completo) a través de la metodología de los modelos no lineales y de efectos fijos de acuerdo con la edad (día).....	53
Tabla 13. Correlaciones de Pearson para rendimiento en canal de machos cuello desnudo.....	71
Tabla 14. Correlaciones de Pearson para rendimiento en canal de machos plumaje completo.....	72
Figura 1. Peso corporal semanal de acuerdo con el fenotipo.....	37
Figura 2. Dinámica de la ganancia de peso semanal de las pollas hasta a romper postura de acuerdo con el fenotipo.....	38
Figura 3. Curva de crecimiento previsto (NLin) (Figura A) y observado (MMC) (Figura B) para pollos F ₁ (cuello desnudo y plumaje completo) criados bajo condiciones de traspatio en el trópico seco, de acuerdo con la edad (días)	56

I. RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la producción y calidad de huevo y el rendimiento cárnico en ejemplares F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) bajo condiciones de traspatio y trópico seco. La investigación se realizó en la localidad de San Nicolás Arroyo Hondo municipio de Huetamo, Michoacán. Se utilizaron 94 aves F₁ (de tres días de nacidas): 30 hembras cuello desnudo (HCD) y 30 hembras con plumaje completo (HPC), así como, 17 machos cuello desnudo (MCP) y 17 machos plumaje completo (MPC). Todas las aves fueron criadas bajo las condiciones de traspatio y en ambiente de trópico seco. Las aves fueron confinadas por fenotipo y sexo en corrales similares a los del sistema de traspatio durante el periodo experimental (46 semanas en las hembras y de 20 semanas en los machos). El esquema de alimentación fue el utilizado en la región de estudio: alimentación comercial hasta 10^{ma} semana y a partir de la 11^{va} alimentación a base de maíz. Las variables bajo control para ambos sexos y fenotipos fueron: peso corporal semanal (PCs), consumo de alimento semanal (CAs), consumo de alimento total (CAT), ganancia de peso semanal (GPs), conversión alimenticia (CAI) temperatura ambiente; las variables evaluadas en hembras fueron: edad y peso al romper postura, producción de huevo, pico de producción, peso del huevo (PH); calidad de huevo, diámetro polar y ecuatorial, altura de yema y clara, pigmentación de yema (PY) y grosor de cascarón y, en machos, peso vivo al momento del sacrificio, peso en canal y peso de las piezas de la canal. La información recabada de las hembras se analizó estadísticamente mediante el procedimiento de mediciones repetidas, utilizando la metodología de los modelos de efectos fijos y las diferencias entre fenotipos se obtuvo a través de la prueba de medias de mínimos cuadrados (Lsmeans). Mientras que la información recabada de los machos (MCD y MPC) se analizó mediante la metodología de los modelos no lineales (modelo de Gompertz), además de utilizar la metodología de la correlación omega al cuadrado de Hays (ω^2) para determinar el grado de asociación entre variables cualitativas y cuantitativas. Se encontró que las HCD mostraron un PC superior ($p < 0.05$) al finalizar la fase de crecimiento en comparación a las HPC ($1,299.3 \pm 116.5$ y $1,097.2 \pm 91.2$ g, respectivamente). El mismo comportamiento se observó en el CAT, GPs y CAI: $11,021$ g de CAT ave^{-1} para HCD y de $13,426$ g de CAT ave^{-1} para HPC ($p < 0.05$); GPs de 49.5 ± 0.71 y 41.5 ± 0.71 g ave^{-1} semana⁻¹, para HCD y HPC, respectivamente y $6.8:1$ de CAI en HCD vs $10.2:1$ de CAI para HPC ($p < 0.05$). En la fase de ruptura de postura, el PCs fue superior ($p < 0.05$) en HCD ($1,314.7 \pm 86.9$ g) vs HPC ($1,213.8 \pm 75.6$ g). La edad al romper postura en HCD y HPC fue de 27.0 ± 1.5 y 30.0 ± 1.7 semanas, respectivamente y la producción de huevo (kg) Fase Ave^{-1} fue de 2.9 ± 0.3 kg, para HCD y de 1.6 ± 0.2 kg, para HPC; promedios diferentes entre sí ($p < 0.05$); en calidad de huevo no se encontró efecto de fenotipo ($p = 0.819$). El rendimiento cárnico en machos se encontró efecto de fenotipo ($p < 0.0001$) sobre las variables CAs, CAT, GPs y CAI, mostrando una superioridad de los MCD respecto a las MPC ($P < 0.05$), con un peso al sacrificio de $1,604 \pm 87.7$ y $1,234 \pm 123.7$ g para MCD y MPC, respectivamente. La canal fue de $1,040 \pm 95.4$ y 804.1 ± 126.7 g para MCD y MPC, respectivamente. Los mejores rendimientos cárnicos, en las principales piezas de valor comercial, se observaron en las MCD: Pierna (174.2 ± 17.9 y 130.8 ± 16.1 g en MCD y MPC, respectivamente), muslo (151.8 ± 14.4 g en MCD y 114.2 ± 15.3 g en MPC) y pechuga (228.2 ± 2 g para MCD y 176.6 ± 41.4 g de los MPC). La evaluación del comportamiento productivo de las HCD, bajo el sistema de producción avícola familiar y en un ambiente de trópico seco, determinó que estas aves son una alternativa viable para los productores de los sistemas de traspatio en dicha región. Puesto que, con este fenotipo se obtendrá mayor cantidad de proteína expresada, en número de huevos y gramos de carne.

Palabras clave: traspatio, producción de huevo, estrés calórico

II. ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate egg production and quality and meat yield in F1 specimens (Naked Neck x Rhode Island Red) under backyard and dry tropic conditions. The research was conducted in the town of San Nicolás Arroyo Hondo municipality of Huetamo, Michoacán. We used 94 F1 birds (three days old): 30 bare-necked females (HCD) and 30 females with full plumage (HPC), as well as 17 ACP males and 17 APC males. All birds were bred under backyard conditions and in a dry tropic environment. The birds were confined by phenotype and sex in pens similar to those of the backyard system during the experimental period (46 weeks in females and 20 weeks in males). The feeding scheme was the one used in the study region: commercial feeding up to 10th week and from the 11th maize-based diet. The variables under control for both sexes and phenotypes were: weekly body weight (PCs), weekly feed consumption (CAs), total feed consumption (CAT), weekly weight gain (GPs), feed conversion (CAI) room temperature; the variables evaluated in females were: age and weight when breaking posture, egg production, peak production, egg weight (PH); egg quality, polar and equatorial diameter, yolk and white height, yolk pigmentation (PY) and shell thickness and, in males, live weight at slaughter, carcass weight and carcass pieces. The information collected from the females was statistically analyzed using the procedure of repeated measurements, using the methodology of fixed-effect models and the differences between phenotypes were obtained through the least squares mean (Lsmeans) test. While the information collected from males (MCD and MPC) was analyzed using the methodology of nonlinear models (Gompertz model), in addition to using Hays' omega-square correlation methodology (ω^2) to determine the degree of association between qualitative and quantitative variables. It was found that HCDs showed a higher PC ($p < 0.05$) at the end of the growth phase compared to HPCs (1,299.3 \pm 116.5 and 1,097.2 \pm 91.2 g, respectively). The same behavior was observed in CAT, GPs and CAI: 11,021 g of CAT ave-1 for HCD and 13,426 g of CAT ave-1 for HPC ($p < 0.05$); GPs of 49.5 \pm 0.71 and 41.5 \pm 0.71 g ave-1 week-1, for HCD and HPC, respectively and 6.8:1 of CAI in HCD vs 10.2:1 of CAI for HPC ($p < 0.05$). In the posture breakdown phase, PCs were higher ($p < 0.05$) in HCD (1,314.7 \pm 86.9 g) vs HPC (1,213.8 \pm 75.6 g). The age at posture breaking in HCD and HPC was 27.0 \pm 1.5 and 30.0 \pm 1.7 weeks, respectively and the egg production (kg) Phase Ave-1 was 2.9 \pm 0.3 kg, for HCD and 1.6 \pm 0.2 kg, for HPC; different averages ($p < 0.05$); In egg quality, no phenotype effect was found ($p = 0.819$). The meat yield in males was found phenotype effect ($p < 0.0001$) on the variables CAs, CAT, GPs and CAI, showing a superiority of the MCD with respect to the MPC ($P < 0.05$), with a slaughter weight of 1,604 \pm 87.7 and 1,234 \pm 123.7 g for MCD and MPC, respectively. The channel was 1,040 \pm 95.4 and 804.1 \pm 126.7 g for MCD and MPC, respectively. The best meat yields, in the main pieces of commercial value, were observed in the MCD: Leg (174.2 (17.9 and 130.8(16.1 g in MCD and MPC, respectively), thigh (151.8(14.4 g in MCD and 114.2(15.3 g in MPC) and breast (228.22 g for MCD and 176.6 (41.4 g of MPC). The evaluation of the productive behavior of the HCD, under the family poultry production system and in a dry tropical environment, determined that these birds are a viable alternative for the producers of the backyard systems in that region. Since, with this phenotype, a greater amount of protein expressed will be obtained, in number of eggs and meat.

Key words: backyard, egg production, caloric stress

III.INTRODUCCIÓN

En países subdesarrollados o en vías de desarrollo, la cría de aves bajo el sistema de traspatio o familiar es de importancia para las familias campesinas, a tal grado que, se estima que estos sistemas representan el 75% de las unidades de producción pecuaria a nivel mundial. Esta expansión de sistemas de producción familiar se debe, principalmente, a que las familias campesinas, obtienen productos derivados de dicha crianza ricos en proteína, de bajo costo y fácil acceso para la familia. Además, esta actividad funge como fuente económica y de ahorro familiar (ESPAC y INEC, 2016; Itza-Ortiz *et al.*, 2016).

Las características propias del sistema de producción avícola familiar presentan una serie de limitantes para lograr su eficiencia productiva; la primera, es la inversión económica destinada al sistema, misma que es caracterizada como baja y que determina la presencia o ausencia de tecnología dentro del sistema y el tipo (cantidad y calidad) de insumos que entran al sistema, la segunda, el genotipo de las aves que conforman el núcleo de gallinas del sistema de producción y, la tercera, las condiciones agroecológicas donde se asientan este tipo de sistemas y que pueden ser entornos tropicales (húmedos o secos) y no tan propicios para las aves. La combinación de estas tres limitantes impacta de manera negativa al sistema, específicamente a la productividad de la parvada familiar; la cual se expresa en número de huevos recolectados o disponibles para la familia y el número de pollo y pollas disponibles para la familia y, para la reposición de aves dentro del sistema de producción. Para el caso del número de huevos, este es de entre 7 y 12 huevos por mes y por gallina y seis pollos, de cada diez pollitos nacidos por gallina estarán destinados para el autoconsumo de la familia y para la reposición de animales dentro de la parvada (Juárez-Caratachea *et al.*, 2008; Cuca-García *et al.*, 2015).

Es evidente que la alimentación de los animales, en cualquier tipo de sistema de producción, juega un papel importante en la productividad de estos. En este sentido, el esquema tradicional de alimentación de las aves en el sistema familiar es pauta importante para explicar su baja productividad; dicho esquema de alimentación es a base de granos de la región (maíz, trigo y sorgo), desechos de cocina de la familia y lo que consume la misma ave dentro del predio familiar

(herbáceas e insectos). Dieta que no alcanza a cubrir los requerimientos nutricionales de las gallinas (Ruiz, 2013; Ruiz *et al.*, 2014; Pineda *et al.*, 2017; Barocio-Urue *et al.*, 2017). Aunado a ello están las condiciones climáticas y su efecto negativo en la gallina y en la productividad de la parvada, sobre todo cuando el ave está sometida a condiciones climáticas superiores a los 25 °C y que provocan el denominado estrés calórico (Keener *et al.*, 2006; Hackbart *et al.*, 2010; Corona, 2013).

El estrés calórico en el animal, específicamente en las gallinas, influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las gallinas ponedoras. El efecto es a tres niveles: hormonal, productivo y calidad del producto. La gallina para restituir su homeostasis, ante el estrés calórico, pone en marcha diversos mecanismos de disipación de calor fisiológicos (vasodilatación, jadeo, incremento en la frecuencia cardíaca), físicos (conducción, convección y radiación) y de comportamiento (reducen el consumo voluntario de alimento), mecanismos estos que en conjunto retrasan el desarrollo folicular y la ovulación en las gallinas y que explican la disminución en la producción y calidad del huevo (Bonilla *et al.*, 2019): menor peso y tamaño del huevo, menor calidad de yema, albúmina y cascarón. Por ejemplo, por cada 1 °C que se incremente la temperatura, a partir de 25 °C, el peso del huevo disminuye 0.4 g. (Franco-Jiménez y Beck, 2007).

Un aspecto relevante en torno al estrés calórico de las gallinas es la existencia de gallinas que manifiestan tolerancia a temperaturas elevadas, ello en comparación con los linajes de rápido crecimiento que, por su alta selección, son más sensibles a temperaturas ambientales altas. El comportamiento de tolerancia a las altas temperaturas sin afectar aspectos productivos está relacionado a la cantidad de plumas que cubren al cuerpo de este tipo de aves. Abou-Emera *et al.* (2017), determinaron que, los genotipos resistentes al calor son las denominadas gallinas de cuello desnudo y aquellas que poseen plumaje rizado. Donde las aves cuello desnudo de acuerdo con Juárez-Caratachea *et al.* (2010), tienden a presentar una superioridad a nivel fisiológico y bioquímico, esto bajo condiciones ambientales donde las temperaturas tienden a sobrepasar los 25 °C, lo que les permite expresar una tasa de crecimiento, rendimiento en canal, producción de carne y producción de huevo rendimiento mayor al de las aves

que presentan plumaje completo. Esta característica está relacionada con el menor porcentaje de plumas que poseen estos genotipos (20 a 40% menos de cobertura del plumaje en comparación con las aves de emplume normal). Además, la condición de cuello desnudo hace que estas aves requieran menor cantidad de proteínas para formar plumas durante el crecimiento y durante mudas periódicas; pudiendo hacer un uso más eficiente de los aminoácidos y algunos oligoelementos, presentes en la dieta; además de, mantenerse más activas en las horas de mayor temperatura ambiental (Rajkumar *et al.*, 2010).

Dadas las características del sistema de traspatio, sus limitaciones y la oportunidad de hacer a estos sistemas más eficientes, sin modificar sustancialmente al propio sistema, la presente investigación plantea la evaluación de híbridos Cuello Desnudo x Rhode Island Red con esquema de alimentación tradicional y bajo condiciones de trópico seco; los aspectos a evaluar en estas aves fueron: velocidad de crecimiento, productividad y calidad del huevo y rendimiento cárnico de pollos a 20 semanas de edad. Evaluación que permitió establecer si este híbrido es una alternativa viable para mejorar los sistemas de producción avícola de traspatio bajo condiciones ambientales del trópico seco.

IV. ANTECEDENTES

Actualmente la Avicultura es catalogada como la actividad pecuaria más importante a nivel mundial; si bien se tiene registro de la cría de pollo en cautiverio desde el año de 1400 A.C., la producción de aves y el término “avicultura” se remonta al inicio del siglo XX y es a inicios de este cuando se origina en Estados Unidos la producción de carne de pollo a nivel comercial. Sin embargo, la cría, explotación y reproducción de las aves domésticas tiene como fin el obtener algún grado de provecho o utilidad para el hombre (Sistemas Agropecuarios, 2016) y esto se puede establecer a partir del estado que guarda esta actividad a nivel mundial, país, estado o localidad donde exista vocación por la cría de aves domésticas, específicamente (para el objetivo de esta investigación) de gallinas productoras de huevo o carne.

4.1 Consumo de huevo y carne de pollo

México es el principal consumidor de huevo (consumo per cápita de 23 kg), seguido de Rusia (18.44 kg) Colombia (18.31 kg), Argentina y Nueva Zelanda (16.94 kg y 14.69 kg respectivamente). Aspecto que ha permitido el crecimiento de la avicultura a una tasa de 1.97% anual entre los años 2009 a 2019 (UNA, 2020). El mismo fenómeno ocurre con la carne de pollo; este producto cárnico, es el de mayor distribución y consumo per cápita en el mundo (14.2 kg), superando al consumo de carne de cerdo (12.3 kg) y la carne de res (6.54 kg). Estados Unidos y Brasil son los principales consumidores de carne de pollo (50 kg y 47 kg respectivamente), mientras que México se ubica en el quinto lugar en consumo de carne de pollo (33.1 kg) (CoMeCarne, 2018). El éxito en la demanda de estos dos productos avícolas (huevo y carne de pollo) respecto de los demás productos comestibles de origen animal, de acuerdo con Attia *et al.* (2016) y CEDRSSA (2019), se debe principalmente a su aporte nutricional y bajo costo; así como, por contener un porcentaje de grasas relativamente bajo.

4.2 Producción de huevo y carne de pollo

Dentro de la industria avícola productora de huevo a nivel mundial, la producción la concentran 25 grandes empresas; de las cuales, 17 tienen sede en el

continente americano, destacándose Cal-Maine Foods, Proteína animal (PROAN) y Rose Acres Farms con 45.0, 34.0 y 26.6 millones de ponedoras, respectivamente. En el caso de México, este cuenta con cinco de estas grandes empresas (Proteína Animal, Bachoco, Guadalupe, El Calvario y Gena Agropecuaria), mismas que aportan el 52% de la producción nacional (Clements, 2020), lo que posesiona al país como el cuarto productor de huevo a nivel mundial con 127.4 millones de cajas o su equivalente: 3,026,361 toneladas de huevo. Sin embargo, China (1,181.8 millones de cajas) y EUA (251.4 millones de cajas) son los principales países productores de huevo (UNA, 2020).

A nivel nacional, el principal estado productor de huevo es Jalisco con 1,631,703 toneladas (aporta el 54.9% de la producción total del país), le siguen: Puebla, Sonora, San Luis Potosí y Nuevo León, quienes con una producción conjunta (847,615 toneladas de huevo) participan con el 29.4% de la producción nacional; la Cuenca de la Laguna (Coahuila y Durango), Yucatán, Sinaloa y Guanajuato y otros cinco estados más participan con el 15.7% de la producción nacional (UNA, 2020). Michoacán aporta 18,861 toneladas de huevo a la producción nacional y ello, lo ubica como el decimocuarto estado productor de huevo del país; siendo Angamacutiro, Aquila y Morelia los municipios más importantes en cuanto aporte a esta producción; otros municipios que también destacan en la producción son: Jiménez, La Piedad, Zacapu, Penjamillo, Tarímbaro, Madero y José Sixto Verduzco (SIAP, 2022). En cuanto a la producción y comercialización de huevo en México, únicamente el 3% de la producción pertenece a huevo rojo o de gallinas semi pesadas y el 97% restante, a gallinas livianas o de huevo blanco (UNA, 2020).

En lo que respecta a la carne de pollo, la producción mundial es encabezada por 50 grandes empresas, de las cuales destaca la brasileña JBS, misma que se ubica como la mayor productora de pollo al sacrificar 4,000 millones de cabezas al año. En el caso de México, este únicamente cuenta con dos de estas grandes empresas productoras de pollo (Pilgrim's de México e Industrias Bachoco) que en conjunto producen 3.5 millones de toneladas de carne de pollo anualmente. Producción que coloca al país como el sexto productor del mundo, solo detrás de países como: Estados Unidos (19.8 millones de toneladas), Brasil (13.6

millones de toneladas), China (13.8 millones de toneladas), India (4.9 millones de toneladas) y Rusia (5.1 millones de toneladas) (UNA, 2020 y Clements, 2020).

A nivel nacional, los diez principales estados productores de carne de pollo son: Veracruz, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, La Laguna (Coahuila y Durango), Chiapas, Guanajuato, Puebla, Yucatán y Sinaloa, los cuales poseen una producción conjunta de 2,816,258 toneladas al año, cifra que representa el 78.7% de la producción nacional; el 21.3% restante lo componen los estados faltantes (UNA 2020) y, en donde, el estado de Michoacán es el decimoséptimo productor de carne de pollo a nivel nacional y cuya aportación a la producción nacional es de 177 mil toneladas de carne de pollo; siendo Taretan, Morelia y Ziracuaretiro, Lagunillas, Uruapan, Charo, Pajacuarán, Zacapu, Angamacutiro y La Piedad los municipios que lideran la producción en el estado (SIAP, 2022).

4.3 El sistema de traspatio en la producción de huevo y carne de pollo

En la avicultura, tanto de producción de carne como de huevo, se pueden encontrar tres sistemas de producción: intensivo, semi intensivo y extensivo o de traspatio, mismos que se diferencian uno de otro por su nivel de tecnificación e inversión, producción, mercado objetivo, genética utilizada, así como, el manejo de las aves; sin embargo, para efectos de esta revisión solo se analizará el sistema de traspatio.

La “avicultura familiar” o de traspatio, la cual de acuerdo con la FAO (2012) está circunscrita dentro del sector primario y cuyas características en común con la agricultura familiar son: capital de inversión bajo, acceso limitado a extensiones de tierra para su explotación, mano de obra familiar, el jefe o jefa de familia es el principal encargado de dichas explotaciones y, donde esta actividad tiende a ser una fuente complementaria de ingresos para las familias campesinas. Además, esta caracterización de la producción avícola familiar, contempla la cría doméstica tradicional de diversas especies de aves como son: gallinas, pavos, patos, gansos, gallinas de guinea, pichones, faisanes, y codornices (Enríquez, 2015).

La baja inversión de capital en el sistema avícola de traspatio implica la ausencia de tecnología y de insumos de calidad para las aves, lo cual deja a los animales desprovistos de dietas balanceadas y protección, ante las condiciones climáticas y ante los depredadores (Enríquez, 2015). Pero, a pesar de estas condiciones, este sistema de producción es una de las actividades del sector pecuario más antiguas y con mayor presencia tanto a nivel mundial como nacional: 70% de presencia a nivel mundial (FAO, 2002; Portillo de León, 2007) y más del 85% a nivel nacional (Gutiérrez-Ruíz, 2012, ESPAC y INEC, 2016). Cuca-García *et al.* (2015) e Itza-Ortiz *et al.* (2016), establecen que este elevado porcentaje de presencia del sistema de traspatio en el país se debe, sobre todo, a la inseguridad alimentaria de las zonas rurales con pobreza o zonas marginales y, en donde este tipo de producción animal, responde a la necesidad de reducir el gasto familiar mediante la producción de productos alimenticios de alta calidad nutricional; aspecto que también se complementa con acciones de ahorro y venta de excedentes de producción; todo ello, en busca del bienestar familiar (López *et al.*, 2012 y Ruiz *et al.*, 2014).

Dentro de los sistemas avícolas familiares en México y en otros países, en vías de desarrollo, la mujer es la principal creadora y responsable de este tipo de sistemas apoyadas por los hijos e hijas en actividades como: recolecta de huevos y suministro de alimentos; mientras que el papel del padre de familia, se circunscribe en la recolecta y suministro de materiales al sistema de traspatio y, en casos excepcionales, colabora en la elaboración y construcción de los gallineros (Cruz-Sánchez *et al.*, 2016; Portillo-Salgado, 2019). Sin embargo, la característica principal de este sistema es, precisamente la ausencia de gallineros. Pero, cuando se posee dicha infraestructura, estos tienden a ser contruidos con materiales de la región o materiales a los que el productor tiene acceso (madera, piedras, malla de alambre, láminas galvanizadas, de asbesto, de cartón, palma), y el equipo (comederos y bebederos) suele consistir en recipientes de plástico, ollas de desecho, cubos, pilas de cemento (Zaragoza, 2012; Gutiérrez-Ruíz *et al.*, 2012).

Los animales que forman parte de la parvada, dentro del sistema familiar, provienen, por lo general, de la misma comunidad; pero algunos animales (pollitas y pollitos) son comprados en comercios cercanos a la comunidad, sin

descartar la compra de animales o huevos para incubar en comunidades aledañas (Juárez-Caratachea *et al.*, 2008; Ruiz *et al.*, 2014; Solórzano *et al.*, 2014). Sin embargo, la genética de las aves del traspatio pertenece a las denominadas nativas; pero, en la actualidad, prevalecen las aves híbridas y hasta cierto punto, se pueden encontrar en estos sistemas, ejemplares mejorados genéticamente (Alayón-Gamboa, 2015). Estas particularidades del sistema de traspatio se combinan con un escaso o nulo manejo sanitario de la parvada (no existe asistencia técnica) en donde predominan saberes empíricos heredados de los padres o abuelos y, ello propicia que las gallinas sean susceptibles, en mayor medida, a enfermedades (virales, bacterianas y parasitarias) e incluso, a la pérdida del animal (Lara *et al.*, 2003 y Sarmiento-Franco *et al.*, 2007)

Referente a los indicadores productivos de las gallinas bajo sistemas de traspatio, generalmente tienden a ser más bajos que en los sistemas intensivos o semi intensivos, debido principalmente a los genotipos existentes en estos sistemas y a los cuidados que se le proveen a las aves (aspecto mencionado en los párrafos anteriores). Bajo este sistema, las gallinas producen de 11.6 a 16 huevos por mes. El peso del huevo se encuentra dentro de un rango de 51 a 55 g; con peso y grosor del cascarón de 4.5 g y 0.28 mm, respectivamente. Resultados causados principalmente por la deficiencia de calcio y fósforo de la dieta, a la que son sometidas dichas aves en condiciones de traspatio (Juárez-Caratachea *et al.*, 2016; Hernández-Sánchez *et al.*, 2021).

Ruiz (2013) y Ruiz *et al.* (2014), indican que en el sistema de producción avícola de traspatio no se cuenta con elementos mínimos de control de los eventos principales en la producción; ejemplo, cantidad de alimento suministrado, producción de huevo, crecimiento, entre otros indicadores más. En el caso del esquema de alimentación, este se basa en granos de la región (maíz, trigo, sorgo y/o arroz), mismos que también son utilizados para el consumo de la familia campesina. Otro insumo característico en la dieta de las aves de traspatio son los desechos de cocina de las familias campesinas (frutas, verduras y tortilla). Cuca-García *et al.* (2015) y Barocio-Urue *et al.* (2017), mencionan que en casos donde los animales están confinados, los productores tienden a suministrarles alimento comercial (para cerdos o vacas o aves) o alfalfa (*Medicago sativa*) y

acahual (*Bidens odorata*). Sin embargo, esta dieta es complementada por las propias aves con herbáceas e insectos que consumen dentro del predio familiar. Pero, la frecuencia y abundancia de estos insumos están asociados a las épocas del año (Barocio-Urue *et al.*, 2017; Pineda *et al.*, 2017). Al respecto, Barocio-Urue *et al.* (2017) reportan que la composición nutricional de la dieta en gallinas, bajo un sistema familiar durante la época de lluvias, es como sigue: proteína cruda, 12.4%, extracto etéreo 4.5% y fibra cruda de 18.6%. Por su parte, Goromela *et al.* (2008) y Momoh *et al.* (2010), encontraron que, en África, la dieta de aves de traspatio contiene 10.1 y 11.3 % de proteína; 5.4 y 5.1% de extracto etéreo; 12.9 y 15.5% de fibra cruda, respectivamente.

En lo que respecta a la composición genética de las aves de traspatio, la variedad genética presente en dichos animales son producto del efecto de la selección natural, así como a las condiciones climáticas, lo que ha generado diversidad de fenotipos altamente adaptados a condiciones climáticas agrestes (Solórzano *et al.*, 2014; Cuca-García *et al.*, 2015; Juárez-Caratachea *et al.*, 2016). Diversidad que cobra relevancia por ser considerada como un acervo genético regional de alto valor. Sin embargo, dicha diversidad está amenazada en México, debido a la introducción de razas especializadas (Rhode Island, Plymouth Rock, New Hampshire, Leghorn, Conchinchina, Transilvana) a través de los paquetes de aves que proporcionan los diversos programas gubernamentales y a la comercialización de aves mejoradas genéticamente en farmacias veterinarias y forrajeras, a las cuales el productor tiene acceso y adquiere con la finalidad de mejorar su producción de huevo y carne (Itza-Ortiz *et al.*, 2016). Pero, el mejoramiento productivo en los sistemas de traspatio no se ha cumplido en su totalidad, debido a que dichas aves requieren de condiciones de manejo y alimentación adecuadas para la expresión de su potencial genético, lo cual está lejos de realizarse en dichos sistemas (Cuca *et al.*, 2011; Hotúa-López *et al.*, 2021).

4.4 La diversidad agroclimática y su efecto en la avicultura de traspatio

La avicultura es una de las explotaciones que se ve afectado por diversos factores, siendo las condiciones climáticas las más importante, puesto que la

temperatura y humedad son variables que mayor incidencia tienen en esta especie (Oliveros *et al.*, 2002); puesto que, las gallinas, al ser animales homeotermos, poseen una temperatura corporal que tiende a ser superior y a presentar mayor variabilidad a la de cualquiera otra especie de animales (como pueden ser los mamíferos), fluctuando entre los 40.5 y 41.9 °C para aves adultas y de 37.6 a 39 °C en pollos con un día de edad. Esta variabilidad en la temperatura corporal de las aves tiende a ocasionar mayor susceptibilidad en las gallinas a temperaturas elevadas, puesto que, la zona de confort térmico para estos animales es de 17-25 °C, con un límite crítico superior o temperatura letal superior de 47°C en el cual, el ave por acción de hipertermia muere. Pero, a los 29 °C las gallinas ya se encuentran en estrés térmico (Franco-Jiménez y Beck, 2007; Gudev *et al.*, 2011, Havlicek y Slama, 2011; Felver-Gant *et al.*, 2012).

Renaudeau *et al.* (2012), determinan que al existir incrementos en las condiciones climatológicas, variaciones en la combinación de factores ambientales (luz solar, radiación térmica, temperatura del aire, humedad) y las características propias del ave (especie, estirpe, peso, producción, consumo, calidad del alimento y mecanismos de termorregulación) tienden a inhibir los procesos fisiológicos inherentes a la reproducción y producción de esta. Así, ante el incremento de la temperatura, por encima de la zona de confort térmico, la homeostasis de la gallina se pone en acción (vasodilatación e incremento de la frecuencia respiratoria) para disipar el calor de forma más eficiente y en caso más extremos, esta acción es acompañada por una disminución en el consumo de alimento con la finalidad de reducir el calor generado por el metabolismo. Pero, si la temperatura ambiente continua en aumento, los mecanismos de regulación y pérdida de calor pueden no ser eficaces y, en consecuencia, el animal puede morir. En los casos menos severos, las funciones reproductivas y productivas del ave disminuyen (Fathi *et al.*, 2013).

El estrés calórico en las aves productoras de huevo es más pronunciado en zonas tropicales y subtropicales y, precisamente en estas zonas, es donde se ubica la mayor parte de la producción de huevo a nivel mundial (Fathi *et al.*, 2013). Diversos autores han establecido los impactos posibles de estos climas cálidos o tropicales, sobre los sistemas de producción avícola, centrándose en

la fisiología y los efectos perjudiciales del estrés térmico en el ave (Lara y Rostagno, 2013; Bhadauria *et al.*, 2014; Winsemius *et al.*, 2014).

A un nivel productivo, el estrés calórico y la alcalosis metabólica causada por el mismo, presenta efectos negativos, uno de ellos se presenta en la calidad del huevo, principalmente en la cáscara, esto debido a que, durante el jadeo de las aves, en los momentos de estrés térmico, se produce un exceso en la pérdida de niveles de CO₂ sanguíneos por debajo de sus niveles basales, lo que conlleva a que incremente el pH de la sangre produciéndose alcalosis metabólica. Con el fin de restaurar los niveles de CO₂ en sangre, se desplaza carbonato cálcico (Ca₂CO₃) de los huesos a la sangre, elevándose el pH de esta, causando pérdida de agua a nivel tisular y mayor eliminación del bicarbonato vía urinaria con el fin de intentar restaurar el pH normal en sangre. Estas acciones fisiológicas, reducen la capacidad de la gallina para producir y disponer de suficiente carbonato cálcico para formar la cáscara; de aquí, la aparición de huevos frágiles o sin cáscara (Ajakaiye *et al.*, 2010).

El estrés calórico no solo afecta la calidad externa del huevo, sino también la interna: peso de huevo y calidad de yema y albúmina. El peso del huevo disminuye en promedio 0.4 g por cada 1 °C de incremento en la temperatura ambiente a partir de los 25 °C, con una humedad relativa de 80% (Tabla 1). Este fenómeno se atribuye a la pérdida de agua, CO₂ y al aumento de la cámara de aire del huevo, lo cual disminuye las unidades Haugh (UH) (Keener *et al.*, 2006). Los efectos en yema y la albúmina por el estrés calórico, están asociados con la disminución del consumo de alimento (limitada disponibilidad de nutrientes) al que la gallina tiene acceso. Aspecto que trae consigo que el albumen presente alteraciones y pérdida de consistencia; mientras que la yema, presenta disminución en su coloración y, en casos extremos, disminuya su densidad (Franco-Jiménez y Beck, 2007). De acuerdo con Bonfim *et al.* (2016) otros de los efectos ocasionados por la elevada temperatura, sobre la calidad del huevo, se ven reflejados en el desprendimiento de las chalazas, las cuales, al no mantener sostenida a la yema, propicia que esta quede libre en interior del huevo, perdiendo la estructura interna y la organización espacial de las capas de

albúmina y de la yema, volviéndolas vulnerables a una contaminación microbiana.

Tabla 1. Efecto del estrés calórico en la producción de huevo comercial

CARACTERÍSTICA PRODUCTIVA	EFEECTO DE LAS ALTAS TEMPERATURAS
Producción de huevo	Disminuye cuando la temperatura alcanza 30 °C
Peso de huevo	Disminuye: 0.4% por 1°C entre 23 - 27°C 0.8% por 1°C por encima de 27°C
Consumo de alimento	Disminuye: 1.4% por 1°C entre 20 - 25°C 1.6% por 1°C entre 25 - 30°C 2.3% por 1°C entre 30 - 35°C 4.8% por 1°C por encima de los 35 °C

(Bonilla *et al.*, 2019)

El estrés calórico crónico, provocado por el ambiente, también ocasiona: deterioro del crecimiento embrionario, retraso en el desarrollo de los pollitos después de la eclosión y defectos de nacimiento (Lourens *et al.*, 2007; Noiva *et al.*, 2014). El efecto del estrés calórico sobre el peso corporal del ave, post-nacimiento, se puede observar en la pérdida de 8 al 19% del peso corporal en pollos de seis semanas de edad (Bonfim *et al.*, 2016) y, también, se refleja en la disminución del peso de los órganos internos del ave: hígado (Felder-Gant *et al.*, 2012), bazo y timo (Ghazi *et al.*, 2012).

A partir de diversos estudios, se ha evidenciado el efecto negativo de las altas temperaturas sobre el rendimiento y la productividad de las aves de corral, tal cómo ha sido citado en los párrafos anteriores, donde una de las causas principales es por la disminución de la ingesta voluntaria de alimento. Esta limitación en la disposición de nutrientes y proteínas provoca efectos negativos en la formación de masa muscular y peso corporal del ave, en una pobre conversión de alimento (Sohai *et al.*, 2012; Quinteiro-Filho *et al.*, 2012; Corona, 2013; Dayyani y Bakhtiari, 2013).

Sin embargo, el impacto más evidente del estrés calórico en la avicultura se encuentra en las pérdidas económicas en esta actividad, al disminuir la producción de huevo entre 0.5 y 7.2 %, lo cual puede generar una pérdida

económica de hasta 98.1 millones de dólares anuales. Dicho efecto, no solo se observa en países con áreas tropicales o secas también se reportan en países con climas templados con olas de calor estacionales (COPA/COGECA, 2003).

4.5 El mejoramiento genético como alternativa para mitigar los efectos del clima o ambiente tropical, a través del gen cuello desnudo

Con la finalidad de obtener aves con una tasa de crecimiento y una mejor eficiencia en conversión alimenticia, la industria avícola ha recurrido a la selección de aves más tolerantes a climas cálidos y que muestren consumos de alimento adecuado y una tasa de crecimiento acorde a su consumo (Niu *et al.*, 2009; Attia *et al.*, 2011; Ghazi *et al.*, 2012; Kamboh *et al.*, 2013; Ranjan *et al.*, 2019). En relación con lo anterior, Mashaly *et al.* (2010) determinaron que existen factores, dependientes del animal, que tienen mayor influencia sobre el grado de afección por estrés calórico, tales como: raza, estado fisiológico, edad, exposición al ambiente y variación genética de los animales. Además, el tipo de plumaje que el ave tenga, característica que facilita o dificulta la disipación del calor endotérmico y exotérmico.

Juárez-Caratachea *et al.* (2016) encontraron que existen diferencias entre razas de gallinas a la tolerancia a temperaturas elevadas, representadas por los linajes de rápido crecimiento, por su alta selección, más sensibles a temperaturas ambientales altas. Franco-Jiménez y Beck, (2007) y Melesse *et al.* (2011) reportan que los genotipos más productivos se ven más afectados por las altas temperaturas que los menos productivos; del mismo modo, los genotipos más pesados, plumosos y cuyo huevo es de color marrón, se ven más afectados por el estrés calórico que los genotipos livianos con menor cantidad de pluma y cuyo huevo es color blanco. Aspecto que sugiere que tanto el plumaje como la coloración de este están relacionados con la tolerancia a temperaturas ambientales altas. Sin embargo, se ha establecido que los genotipos con resistencia natural al calor son las denominadas gallinas de cuello desnudo y aquellas que poseen plumaje rizado (Abou-Emera *et al.*, 2017).

El cuello desnudo (Na) en la gallina, es producto de la acción de un gen pleiotrópico de importancia por sus criterios cualitativos (visuales, bioquímicos o

serológicos) y cuantitativos (Crawford, 1990). Así, el efecto del gen cuello desnudo (naked neck) se asocia con el incremento de: ingesta de alimento, productividad y capacidad de supervivencia en condiciones de estrés por calor. El origen de este genotipo no es preciso, Winkler (1921) y Bakoss (1931) asumieron que el origen de esta ave se encuentra en Asia. Por su parte, los arqueólogos sugieren (hallazgos de pinturas japonesas de pollos de cuello desnudo en el sudeste asiático) que su origen está en Malasia y de ahí pudo dispersarse por todo el mundo (Scherf, 2000). Pero, el ingreso de estos animales en países como Madagascar y Transilvania ha sido recientemente (Parker, 2014). Lo que sí está claro, es que estas aves fueron perfeccionadas principalmente en Alemania (Moyle, 2011; Tabler *et al.*, 2017) y de ahí, se dispersaron a Europa, América del Norte y el resto del mundo.

En las gallinas heterocigotas cuello desnudo (Nana) se presentan áreas restringidas de plumaje, no solo en el cuello, sino también, alrededor del cuerpo. Este efecto provoca 20 a 30% menos de pluma en el ave y llega hasta un 40% en animales en homocigosis (NaNa) (Jáuregui *et al.*, 2015). La característica cuello desnudo es producto de la expresión controlada del gen naked neck (Na), localizado en el cromosoma 3 (Adomako *et al.*, 2014). Este gen mutado, posee la capacidad de regular diversos genes vinculados (pleiotropía) y tiene capacidad para suprimir el desarrollo y la distribución de las plumas del ave; ello debido, a la sensibilización del ácido retinoico (Mou *et al.*, 2011) principalmente en el cuello (Mou *et al.*, 2011; Tabler *et al.*, 2017).

En la actualidad, la preferencia en la crianza de las aves cuello desnudo se basa en las condiciones climáticas y gustos del productor, donde en condiciones de campo la presencia de este tipo de pollos suele ser baja: 4 al 9% en Nigeria (Fayeye *et al.*, 2006; Ige *et al.*, 2012); 5.5% en Ghanés (Brown *et al.*, 2017); 25% en Bangladesh (Sarker *et al.*, 2014); 0 a 28.4% en Etiopía (Dana *et al.*, 2010; Melesse y Negesse 2011); en México, aunque existen censos de la población avícola, no se encuentra información de la cantidad de las aves cuello desnudo. No obstante, la proporcionalidad en la presencia de esta ave, en los países citados anteriormente, puede asociarse con la elevación de la temperatura y la humedad de las diferentes regiones señaladas; demostrando que

conforme la temperatura y humedad incrementa también se incrementa la presencia de las gallinas cuello desnudo (Dana *et al.*, 2010; Melesse y Negesse 2011).

4.6 Ventajas de las gallinas cuello desnudo

Las aves cuello desnudo presentan ventajas fisiológicas y bioquímicas en ambientes con temperatura superior a los 25 °C, expresando mayor tasa de crecimiento, rendimiento en canal, producción de carne y producción de huevo, debido a su reducido porcentaje de plumaje corporal que les permite una mejor adaptabilidad a climas cálidos y tropicales; ello en comparación, con aves que no presentan el gen Na. Adomako *et al.* (2014) sugieren que, la condición de cuello desnudo vs emplume completo, hace que las aves requieran menor cantidad de proteínas para formar plumas durante el crecimiento y durante mudas periódicas; aspecto que posiblemente les permite hacer un uso más eficiente de los aminoácidos y algunos oligoelementos presente en el alimento suministrado; así como, mantenerse más activas en las horas de mayor temperatura ambiental (Rajkumar *et al.*, 2010). Aunado a estas características, Moataz *et al.* (2019), sugieren que también poseen mayor resistencia a enfermedades como Newcastle y Coccidiosis.

Juárez-Caratachea *et al.* (2010) encontraron que la eficiencia productiva de las gallinas cuello desnudo (Nana) es superior, no solo en las regiones tropicales, sino también en zonas con cambios de temperatura estacional, como ocurre en las regiones de clima templado; lo cual coincide con lo observado por Mohammed *et al.* (2005), quienes han demostrado que las gallinas con este genotipo mantienen un buen rendimiento en regiones tropicales, subtropicales y ecuatoriales, caracterizadas por su temperatura ambiente elevada y con temperaturas ambientales mínimas (3 °C) como es el caso de las regiones ecuatoriales. Así mismo, Chen *et al.* (2004) observaron que el gen cuello desnudo podría limitar el efecto negativo del estrés por calor a largo plazo y evitar la repercusión en la producción de huevo, peso de huevo, masa de huevo y el consumo de alimento.

Tabla 2. Efecto del fenotipo y condiciones de cría (en clima templado) sobre los resultados en granja y matadero de pollos Hubbard Redbro (*)

Tipo de ave y crianza	Redbro na/na en interior	Redbro na/na, Campero	Redbro Na/na, campero
Peso vivo a 84 días, kg	3.63a	3.38b	3.4b
Índice de conversión	2.51	2.79	3.08
Mortalidad, %	1.4	2.7	0.0
Rendimiento Canal, %	73.4	73.9	74.4
Grasa abdominal, %	3.0	2.6	2.6
Pechuga %	19.4	19.7	20.6
Contra muslo, %	12.9	12.8	12.8
Muslo, %	9.8	10.3	10.3

(*) Skrbic *et al.* (2009)

Diversas investigaciones han comprobado que las aves cuello desnudo presentan un peso corporal superior, respecto a las aves que poseen plumaje completo y donde esta superioridad se aprecia también en su tasa de conversión alimenticia y mortalidad. Para Khatun *et al.* (2005), las aves de cuello desnudo bajo condiciones de climas cálidos, en comparación con el pollo de emplume completo y de rápido crecimiento, presentan menor relación de conversión alimenticia; así como, un peso corporal adulto mayor, por lo que alcanzan más rápido a su madurez y etapa de postura para el caso de las hembras y, en caso de sacrificio, los machos llegan más rápido y con un peso vivo superior. Sin embargo, en aves cuello desnudo mejorado (Redbro) se ha observado mayor potencial genético en las variables antes mencionadas (Tabla 2).

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento poblacional de las últimas décadas y la concentración de esta en las grandes urbes ha provocado serios problemas para satisfacer sus necesidades básicas (alimentación, vivienda, vestido y educación). Por ello, la FAO, así como la ONU han planeado incentivar a los políticos e investigadores a buscar estrategias que fortalezcan y hagan atractivas a las zonas rurales, promoviendo la denominada agricultura familiar, como elemento central para detener la migración de estas zonas a las grandes ciudades y como incentivo para que de las ciudades migren a las zonas rurales, la cual se caracteriza por producir alimentos sanos y variados en tierras agrícolas. En este sentido, una de las actividades pecuarias predominantes en las zonas rurales es la avicultura familiar, cuya fortaleza para la familia campesina es amortiguar la inseguridad alimentaria y la pobreza; puesto que esta actividad genera productos de alta calidad y mitiga la pobreza. Sin embargo, la avicultura de traspatio es afectada por diversos factores, los cuales impiden su crecimiento y rentabilidad; destacando entre ellos: economía y cultura del productor, baja inversión económica hacia el sistema, esquema de alimentación deficiente de la parvada, aves con potencial genético pobre, baja producción, exposición de la parvada a condiciones climatológicas (temperatura y humedad) que afectan directamente a la productividad de las aves. Por ello y ante los múltiples problemas que presentan estos sistemas, se requiere de investigar una estrategia que, a su vez, permita que los problemas asociados a una variable macro mejore la productividad del sistema de traspatio. Dicha variable puede ser el fenotipo de las aves. Es decir, encontrar un fenotipo que, bajo condiciones de traspatio y climas con temperaturas altas, como es el caso del trópico seco, provea a la familia campesina de una mayor cantidad de huevos por ave y un mayor número de pollos para autoconsumo, con mejor comportamiento en velocidad de crecimiento y rendimiento cárnico.

VI. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Encontrar un fenotipo en gallinas productoras de huevo y carne, que sea capaz de adaptarse a las condiciones del sistema de traspatio y bajo condiciones de trópico seco, sin que se vea afectado su comportamiento productivo, puede ser una estrategia viable para este tipo de sistemas y un elemento para mitigar la pobreza de las familias campesina de zonas rurales como las del trópico seco Michoacano. Sin embargo, no se encontraron estudios sobre el comportamiento productivo de cruza de aves cuello desnudo y gallinas semipesadas (Rhode Island Rojas) bajo las condiciones ambientales y de manejo de la región del trópico seco, Michoacano. Por ello, se desconoce si gallinas F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Rojas) puede ser un fenotipo viable para dicha zona y sustituirlas por las gallinas presentes en los sistemas de traspatio de la región del trópico seco, Michoacano. Por ello, es importante evaluar el desempeño productivo de ejemplares F₁ (hembras y machos) bajo las mismas condiciones del sistema de traspatio del trópico seco. De tal manera que, los resultados que arroje dicha evaluación sean de utilidad, tanto para que los pequeños como los medianos avicultores de dicha región.

VII. HIPÓTESIS

Las gallinas F₁, producto de la cruce de animales Cuello Desnudo x Rhode Island, superan en producción y calidad del huevo y rendimiento cárnico a los fenotipos característicos del núcleo de gallinas presentes en los sistemas familiares de la región del trópico seco. Debido a que las aves cuello desnudo soportan mejor las altas temperaturas por su menor cobertura y densidad de plumas.

VIII. OBJETIVOS

8.1 Objetivo general

Evaluar la producción y calidad de huevo, así como el rendimiento cárnico en ejemplares F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) bajo condiciones de traspatio y trópico seco.

8.2 Objetivos específicos

- Establecer la ganancia de peso de las pollas F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) hasta el rompimiento de postura, bajo condiciones de clima templado y de trópico seco.
- Precisar la edad y peso de las gallinas F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) al inicio de postura, bajo condiciones de clima templado y de trópico seco.
- Determinar el pico de postura en gallinas F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) bajo condiciones de trópico seco.
- Evaluar la calidad de huevo en gallinas F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) bajo condiciones de traspatio y trópico seco.
- Comparar la ganancia de peso, producción y calidad de huevo de las gallinas F₁ vs gallinas de plumaje completo, bajo condiciones de traspatio y trópico seco.
- Evaluar el rendimiento cárnico de pollos F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) a las 20 semanas de edad, criados bajo condiciones de traspatio y trópico seco.
- Comparar el rendimiento cárnico de pollos F₁ (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) vs pollos de plumaje completo a 20 semanas de edad, criados bajo condiciones de traspatio y trópico seco

IX. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación realizada fue de tipo exploratorio dividida en dos etapas: dos etapas para las hembras y dos etapas para los machos, como se indica a continuación.

9.1. Primera etapa (obtención de las pollitas F₁)

La primera etapa fue desarrollada tanto en el sector avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSH), como en la región de Tierra Caliente Michoacán, específicamente en la localidad de San Nicolás Arroyo Hondo, municipio de Huetamo, Michoacán.

El sector avícola-FMVZ se ubica en el km 9.5 de la carretera Morelia Zinapécuaro, municipio de Tarímbaro, Michoacán, a una altitud de 1860 msnm; la climatología de la zona se caracteriza por tener un clima templado con lluvias en verano, con una precipitación pluvial anual de 609.0mm y temperaturas que oscilan de 2.5 a 25.1 °C y (INEGI, 2009). Mientras que la localidad de San Nicolás Arroyo Hondo está situada en el Municipio de Huetamo (en el Estado de Michoacán de Ocampo), ubicada a 10.8 kilómetros, en dirección Norte, de la Cabecera municipal de Huetamo de Núñez, presenta una altitud de 240 msnm, con temperaturas mínimas que van de los 20 a 35 °C, y máximas entre 35 y 51 °C; así como una precipitación pluvial anual de 154.0mm (INEGI, 2009).

En esta primera etapa se adquirieron 80 gallinas Rhode Island Red de 26 semanas de edad (etapa de postura) así como la adquisición de gallos cuello desnudo (n=8) en etapa reproductiva en localidades del municipio de Huetamo, Michoacán los cuales se sometieron al proceso de apareamiento a una relación de 1:10 gallos/gallinas

A partir de los 5 días de apareamiento se inició la recolección y selección de huevos fértiles (≥ 60 g) para el proceso de incubación artificial. Los huevos recolectados y seleccionados por peso fueron colocados en charolas porta-huevos y se almacenaron a temperatura ambiente durante una semana, para luego ser desinfectados e incubados artificialmente a una temperatura de 37.5

°C, y una humedad de 65% en tres incubadoras eléctricas automáticas (capacidad para 150 huevos cada una), previa desinfección de cada incubadora.

Al 7^{mo} día de incubación se realizó ovoscopía para retirar el huevo infértil. El día 19 de incubación fueron transferidos a las nacedoras y los pollitos fueron retirados de estas una vez que el plumón se mostró completamente seco a las 24 h de nacidos. Posteriormente, el proceso de crianza se llevó a cabo en piso de tierra, en corrales de 2.5x2.5mts; los pollitos recibieron el tipo de alimentación y vacunación establecido por el sector avícola de la FMVZ-UMSNH.

9.2 Segunda Etapa

La segunda etapa comenzó cuando las hembras cumplieron una semana de edad, donde se verificó la característica fenotípica de cuello desnudo parcial (heterocigoto) y ausencia de cuello desnudo (recesivo), de donde fueron elegidas al azar 40 ejemplares hembra/características fenotípicas (desnudo parcial y ausencia del cuello desnudo). Atribuido al estrés del transporte y a las condiciones propias del nuevo alojamiento, se registraron 10 bajas, por lo que el resto del monitoreo de investigación se realizó con las 30 hembras/fenotipos restantes.

Las hembras/fenotipo se alojaron en dos gallineros (un gallinero/fenotipo) provistos de techo de lámina, circulados con alambre malla de gallinero y con espacio vital de 5 m² por cada 20 aves. Cada corral-gallinero conto con dos comederos y dos bebederos. Las pollas ya ubicadas en la localidad de San Nicolás Arroyo fueron sometidas paulatinamente a la sustitución de la dieta comercial (a partir de decima semana de edad) por la dieta tradicional de las zonas rurales del trópico seco de tal manera que al término de la 11^{va} semana de edad de las pollitas se realizara la sustitución completa de la dieta comercial a la tradicional.

Las variables evaluadas/fenotipo fueron: peso corporal semanal, temperatura ambiente; edad y peso al romper postura, producción de huevo, pico de producción, peso del huevo y calidad de cáscara. En el caso del peso corporal de las pollas, este se midió semanalmente con una báscula® digital Torrey L-EQ (con capacidad de 10kg ± 2 g); se registró la edad y el peso de la gallina

cuando puso su primer huevo. Para la producción de huevo esta se determinó mediante la recolección diaria del huevo (por fenotipo) y la cantidad de huevo se dividió entre la cantidad de gallinas; se recolectó el huevo diariamente y del total de huevos recolectados se seleccionaron al azar el 10% para determinar el peso del huevo y la calidad de cascarón.

El huevo fue pesado con una báscula® Ohaus Compass™ CX (con capacidad de 220 gramos \pm 0.01 g); mientras que la calidad del cascarón fue obtenida mediante el peso de la cáscara seca (PC), espesor de la cáscara (EC) determinado con un micrómetro manual, índice de cáscara (IC = peso de la cáscara/peso del huevo x 100) (Guerra, 2000). Para el registro diario de la temperatura ambiente y la humedad relativa se recurrió al uso de un termohigrómetro digital®.

Los datos que se generaron/fenotipo fueron concentraron en una base de datos de Excel. La información recabada fue analizada estadísticamente mediante el procedimiento de mediciones repetidas, utilizando la metodología de los modelos de efectos fijos y las diferencias entre fenotipos se obtuvieron a través de la prueba de medias de mínimos cuadrados (Lsmeans) (SAS, 2010).

9.3 La evaluación del rendimiento cárnico en machos

9.3.1 Primer etapa

Esta consistió en la adquisición, monitoreo de crecimiento y consumo de alimento de los F₁, en la región de Tierra Caliente Michoacán, específicamente en la localidad de San Nicolás Arroyo Hondo, municipio de Huetamo, Michoacán, catalogada como trópico seco, ubicada a 10.8 kilómetros, en dirección Norte, de la cabecera municipal de Huetamo de Núñez y cuenta con una altitud de 240 metros, con temperaturas mínimas que van desde los 20 a 35 °C, y máximas entre 35 y 51 °C; así como una precipitación pluvial anual de 154.0mm (INEGI, 2009).

En esta etapa primeramente fueron adquiridos 34 pollitos machos F₁ (Rhode Island Red x Cuello Desnudo) de 3 días de edad y un peso promedio de 45.7 +5.4 g para pollitos cuello desnudo heterocigotos y de 49.2+2.8 g para pollitos con plumaje completo, el total de los pollitos se dividieron en 2 grupos de acuerdo a su fenotipo y con una cantidad de 17 animales/grupo, donde el G1= pollos cuello desnudo parcial, G2= pollos con plumaje completo, ambos grupos fueron sometidos a un sistema de crianza tradicional de traspatio y confinados en 2 gallineros (un gallinero/fenotipo) provistos con techo de lámina, circulados con alambre malla de gallinero, con espacio vital de 4 m² por cada 10 pollos. Cada corral-gallinero contó con dos comederos y dos bebederos, así como alimentación y agua a libre acceso.

Respecto a la alimentación, ambos grupos de pollos F₁ recibieron una dieta comercial, tal como se realiza en esta región con 16% de proteína cruda, 2850 kilocalorías de EM por kg de alimento, 3.5% de Ca y 0.5% de fósforo disponible hasta la 8^{va} semana de vida, a partir de dicha semana fueron sometidos paulatinamente a la sustitución de la dieta comercial por una dieta tradicional de las zonas rurales del trópico seco, la cual constó de maíz quebrado, de tal manera que al término de las 11^{va} semanas de edad de los pollitos se realizó la sustitución completa de la dieta comercial a la tradicional. Por lo que, la principal diferencia entre ambos grupos fue el fenotipo de los pollos.

9.3.2 Segunda etapa

Esta segunda etapa consistió en determinar el rendimiento cárnico de los F₁, por lo que, al cumplir 20 semanas de edad los pollos fueron trasladados al Rastro del taller de carnes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSH), ubicado en el km 9.5 de la carretera Morelia Zinapécuaro, municipio de Tarímbaro, Michoacán para ser sacrificados, previo ayuno de 12 horas, también, previo al sacrificio se registró el peso corporal de cada ejemplar, en seguida fueron sacrificados conforme a la norma oficial mexicana NOM-033-ZOO-1995 para el sacrificio humanitario de los animales; el escaldado consistió en sumergir en agua a 60 °C durante 45 segundos para su posterior desplume de forma manual; consecuentemente se procedió al despiezado mediante la evisceración, corte y separación de patas, cabeza, piernas, muslos, pechuga, huacal, rabadilla, pescuezo y alas, para determinar el rendimiento por cortes en relación al peso de la canal (Morón-Fuenmayor *et al.*, 2008).

Las variables evaluadas durante toda la investigación fueron: el consumo de alimento semanal y temperatura ambiente máxima, las variables evaluadas por etapa experimental fueron; durante la primera etapa/fenotipo peso vivo semanal, la ganancia de peso, el consumo de alimento semanal y conversión alimenticia. En lo referente a la segunda etapa para la determinación de rendimiento cárnico/fenotipo las variables evaluadas fueron: peso vivo al momento del sacrificio, peso en canal, peso de sangre y peso de pluma (mediante la diferencia entre peso después de desangrado y desplumado) así como peso de Patas, Corazón, Hígado, Molleja llena, Molleja vacía, Vísceras, Pierna, Muslo, Rabadilla, Huacal, Alas, Pescuezo, Cabeza, Pechuga, Músculo pectoral mayor, Músculo pectoral menor, Pierna sin hueso, Muslo sin hueso.

La información recabada fue analizada estadísticamente mediante la metodología de los modelos no lineales, específicamente el modelo de Gompertz, donde la relación matemática de este modelo es la siguiente:

$$\text{Gompertz: } y = A * \exp [-b * \exp (-k * t)]$$

Donde:

y = peso predicho en el momento (t)

A = peso maduro o asintótico

b = constante de integración relacionada con el peso a la eclosión

k = tasa de madurez relacionada con la tasa de crecimiento máxima a la talla madura-

t = edad del ave

Así como, la metodología de los modelos de efectos fijos y las diferencias entre fenotipos se obtuvieron a través de la prueba de medias de mínimos cuadrados (Lsmeans) a una significancia de $p < 0.05$, para determinar el grado de asociación entre variables cualitativas y cuantitativas se recurrió a la correlación estadística, omega al cuadrado de Hays (ω^2) (SAS, 2010).

X. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

10.1 Evaluación de las pollas cuello desnudo y de emplume completo en la fase de crecimiento hasta romper postura bajo condiciones de traspatio y trópico seco

El análisis estadístico de la información recabada, durante la fase experimental, determinó que, el consumo de alimento semanal, conversión alimenticia, ganancia de peso semanal y peso corporal semanal hasta romper postura (25 semanas) fue afectada por el fenotipo ($p < 0.05$); mostrando superioridad ($P < 0.5$) en dichas variables el fenotipo aves cuello desnudo (ACD) respecto a las aves plumaje completo (APC) (Tabla 3).

Tabla 3. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de las pollas antes de romper postura de acuerdo con el fenotipo

Variable	Fenotipo						
	Semana	Cuello desnudo			Plumaje completo		
		Media*±E.E.	Mín	Máx	Media*±E.E.	Mín	Máx
Consumo Total de Consumo semanal de alimento (g)	1	54.2 ^a ±0.08			93 ^b ±0.08		
	10	256.8 ^a ±0.08			374 ^b ±0.08		
	15	539.2 ^a ±0.08			522 ^a ±0.08		
	25	1015 ^a ±0.08			1070 ^a ±0.08		
Consumo total de alimento (g)	1-25	11021 ^a			13426 ^b		
Variable	Semana	Cuello desnudo			Plumaje completo		
		Media ±E.E.	Mín	Máx	Media ±E.E.	Mín	Máx
Peso (g) corporal	1	57.0 ^a ±16.4	40.2	72.6	57.2 ^a ±16.4	44.2	67.0
	10	974.1 ^a ±16.4	721.6	1191.8	818.5 ^b ±16.4	590.8	1008.8
	15	1192.6 ^a ±16.4	815.2	1334.9	1009.4 ^b ±16.4	775.2	1295.2
	25	1299.3 ^a ±16.4	934.2	1472.0	1097.2 ^b ±16.4	869.8	1282.2
Ganancia Ps	1-25	49.5 ^a ±0.71	31.7	56.3	41.5 ^b ±0.71	32.4	49.1
Conversión Al	1-25	6.8:1			10.1:1		

*=el consumo de alimento/tota/semana fue dividido entre el número de aves presentes en cada grupo; Ps=Peso semanal; Al=Alimenticia

Literales ^{a,b} = indican diferencias ($P < 0.05$) entre promedios dentro de fila

±E.E.=Error estándar

Al respecto, Rajkumar *et al.* (2010) Adomako *et al.* (2014), establecieron que aves Cuello Desnudo poseen mejor desempeño vs aves con Plumaje Completo en indicadores reproductivos y productivos. Aspecto que confirman los hallazgos encontrados en esta investigación. Los investigadores anteriormente citados, sugieren que, este comportamiento de las ACD está determinados por aspectos

fisiológicos tale como: mejor absorción (mayor producción de sales biliares) de nutrientes presentes en alimento consumido, mayor concentración de enzimas en intestino delgado, así como una mejor termorregulación, lo que mantiene al ave en mejores condiciones de confort (Chen *et al.*, 2004).

De acuerdo con los valores consignados en la Tabla 3, en donde se refleja el promedio de consumo de alimento semanal, durante las primeras 10 semanas de la fase experimental, se puede observar un mayor consumo ($p < 0.05$) de las APC vs ACD: 374 y 256.8 g ave⁻¹ semana⁻¹, respectivamente. Sin embargo, en las semanas 15 y 26, el consumo de alimento semanal para ambos fenotipos evaluados fue similar ($p > 0.05$) (Tabla 3); valores estos que produjeron un consumo total de alimento (durante la fase experimental (25 semanas) de 11,021 g ave⁻¹ para ACD y de 13,426 g ave⁻¹ para APC; promedios estos diferentes entre sí ($p < 0.05$). Evidentemente el consumo total de alimento está asociado a los resultados de la conversión alimenticia en estos fenotipos, en donde las ACD mostraron una mejor conversión alimenticia (6.8:1) vs APC (10.2:1) ($p < 0.05$) (Tabla 3).

Respecto a los promedios de consumo de alimento semanal, consumo total de alimento y conversión alimenticia observados en la presente investigación, estos fueron determinados por factores ambientales de la región (trópico seco) y del sistema de producción (traspatio) al cual se sometieron, por ello, la dificultad de encontrar indicadores bibliográficos para su análisis y discusión. Sin embargo, las investigaciones en torno a este tipo de aves (ACD vs APC) consideran que, las ACD muestran un mejor desempeño en el desarrollo corporal en las primeras etapas de vida, sobre todo, cuando se les proporciona los nutrientes mínimos necesarios para su crecimiento (Quintana, 2020).

Respecto al consumo total de alimento, Herrera *et al.* (2019) reportaron 9,509 g ave⁻¹ en 20 semanas. En este sentido, si en esas aves se calcula el CAT a 25 semanas, como fue el caso de la presente investigación, el consumo total de alimento sería de 11,886 g ave⁻¹; cantidad similar a la encontrada en este trabajo (consumo total de alimento en ACD = 11,021 g ave⁻¹). En cuanto al consumo total de alimento en APC, Yepes (2019) encontró un consumo total de alimento en 12 semanas de 10,512 g ave⁻¹, lo que al estimar este resultado a 25 semanas

resultaría en un CAT de aproximadamente 21,900 g ave⁻¹. No obstante, este consumo total de alimento fue determinado en APC bajo una dieta a base granos y pastoreo; de aquí la diferencia entre este consumo total de alimento (21,900 g ave⁻¹) y el encontrado en la presente investigación (13,426 g ave⁻¹). Sin embargo, con esta información se puede sugerir la superioridad en las ACD en lo concerniente a un menor consumo de alimento semanal, consumo total de alimento y conversión alimenticia.

Así mismo, la conversión alimenticia guarda estrecha relación con el suministro de proteína y aminoácidos esenciales en la dieta, quienes influyen en los cambios corporales y hormonales sufridos por las aves durante la etapa de crecimiento y desarrollo (Quintana, 2020). Ello explica el porqué de la conversión alimenticia inferior en aves de traspatio, es decir, los bajos consumos de proteína a los que se somete a las gallinas en sistemas de traspatio dan lugar a pesos inferiores a los observados en sistemas intensivos y por consecuencia la conversión alimenticia es reportada como mala, pues estas oscilan entre 7.3:1 hasta 15.7:1 (Suchini-Ramírez y Villela-Constanza, 2017). En relación con las conversiones, éstas parecen ser una clara interacción fenotipo- ambiente, donde las ACD bajo ambientes tropicales están en ventaja, misma que se refleja en mayor crecimiento con consumos de alimento moderados; permitiéndoles convertir mejor el consumo de alimento en peso corporal; efecto más marcado a partir de la 4ª semana de edad (Figura 1).

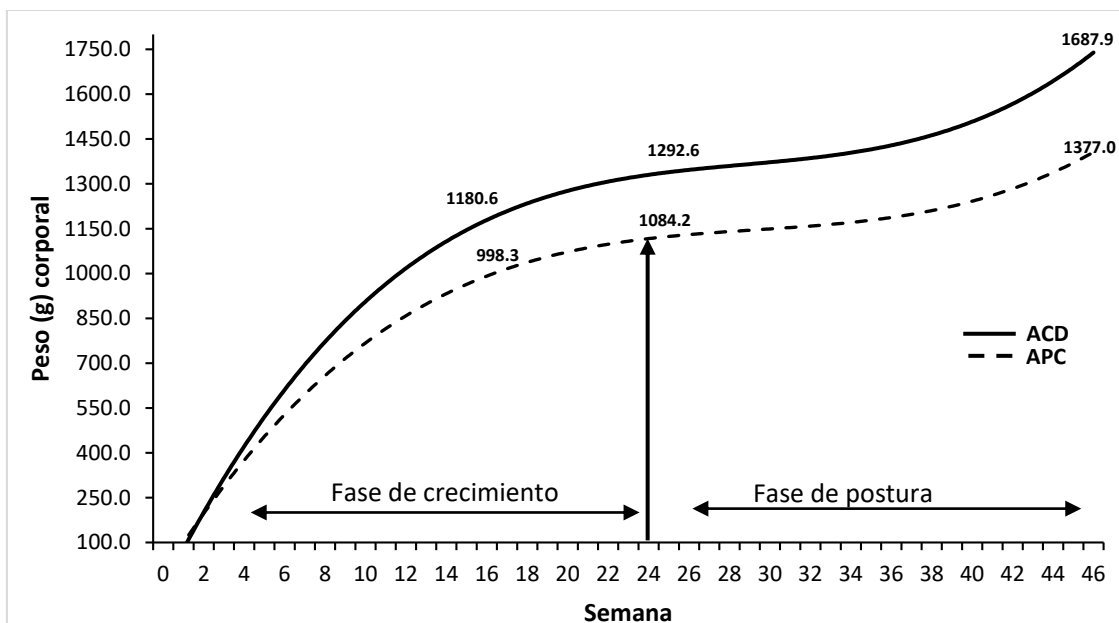


Figura 1. Peso corporal semanal de acuerdo con el fenotipo: Aves cuello desnudo (ACD), Aves plumaje completo (APC)

En cuanto al peso corporal semanal ave⁻¹ fenotipo⁻¹ (Tabla 3 y Figura 1), se encontró, al culminar la fase experimental (25 semanas), un peso corporal de 1292.6±16.4 y 1084.2±16.4 g, para ACD y APC, respectivamente; ambos promedios diferentes entre sí (Tabla 3). Lo que significó, que la ganancia de peso semanal de las aves analizadas, en esta investigación (Tabla 3 y Figura 1), de la primera semana hasta culminar la fase experimental (25 semanas) fuera diferente entre fenotipos ($p < 0.05$): 49.5±0.71 y 41.5±0.71 g ave⁻¹ semana⁻¹, para ACD y APC, respectivamente y con rangos de ganancias de peso semanal de 31.5 a 56.3 en ACD y de 32.4 a 49.1 g en APC.

Al respecto, Fathi *et al.* (2013) y Herrera (2014) en sus investigaciones encontraron diferencias referentes a la ganancia de peso semanal y peso corporal final entre fenotipos (ACD y APC). Fathi *et al.* (2013), reportaron ganancias de peso semanales de 38.9 y 29.6 g semana⁻¹, para ACD y APC, respectivamente; promedios menores a los encontrados en esta investigación (Tabla 3 y Figura 1, Fase de crecimiento). Arreaga y Rocío (2016) sugieren que las ganancias de peso semanal superiores en ACD vs APC se relacionan con su capacidad adaptativa a temperaturas altas, debido a la reducida cantidad de plumas que poseen y al utilizar eficientemente la energía y la proteína (2-3% menos proteína que en las APC) suministrada en el alimento.

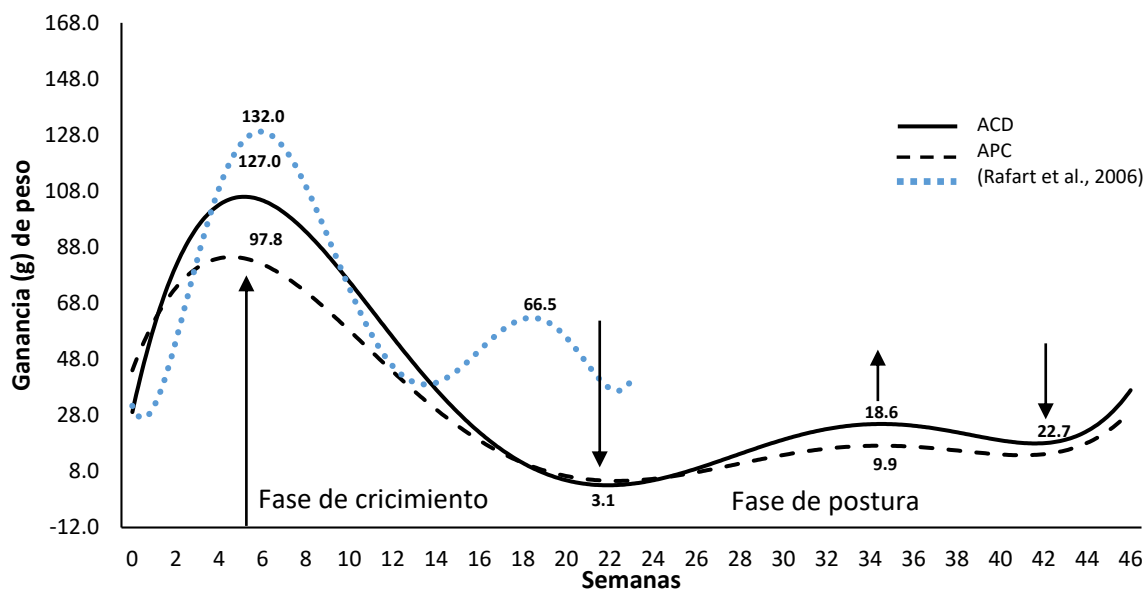


Figura 2. Dinámica de la ganancia de peso semanal de las pollas hasta romper postura de acuerdo con el fenotipo: Aves cuello desnudo (ACD), Aves plumaje completo (APC)

Para el caso de la ganancia de peso semanal hasta el rompimiento de postura (Figura 2) se determinó que, durante las primeras cinco semanas de vida de las pollas analizadas fue donde se presentaron las mejores ganancias de peso ($p < 0.05$): 97.8 g ave⁻¹ para las APC y de 127.0 g ave⁻¹ para ACD, siendo estos promedios de ganancia de peso semanal diferentes entre sí ($p < 0.05$). Al respecto, Solís-Barros *et al.* (2017) reportan una ganancia de peso semanal mayor (207.2 g en la 5^a semana de vida) a lo observado en esta investigación; diferencia que pudo atribuirse a la calidad del alimento suministrado y a la zona agroecológica en donde se desarrollaron ambas investigaciones: clima templado (Solís-Barros *et al.*, 2017) y trópico seco la presente investigación.

En la Figura 2 (Fase de crecimiento), se puede observar que, a partir de la 5^a semana de edad, de las aves analizadas, las ganancias de peso semanal mostraron tendencia a la disminución de forma paulatina (de 112.1 a 56.1 g de ganancia de peso semanal); efecto que persistente de la semana 12 hasta la 18^{va} semana (56.1 hasta 2.7 g de ganancia de peso semanal). Comportamiento que estuvo asociado al cambio de alimentación realizado en la 10^{ma} semana (de alimento comercial a alimento convencional de traspatio). Aun y cuando en la

semana 20 a 25 se observó de nuevo un incremento en la ganancia de peso semanal en ambos grupos.

Adomako *et al.* (2014) y Álvarez (2020), establecen que las gallinas cuello desnudo al tener mayor capacidad de adaptación a condiciones de climas agrestes, el crecimiento somático asociado a una mejora en la síntesis proteica regulada mediante la hormona del crecimiento, puede explicar el comportamiento de la ganancia de peso semanal durante las primeras 10 semanas de vida (alimento comercial) y posterior a dicha semana (alimentación convencional), en donde ambos fenotipos analizados muestran decremento en la ganancia de peso semanal (Figura 2; Fase de crecimiento). Lo anterior parece confirmar que, el nivel nutricional tiene un impacto directo sobre el desarrollo de estas aves, independientemente del fenotipo que se trate (Solís-Barros *et al.*, 2017). Efecto más visible en los sistemas de producción de traspatio, donde las dietas ofrecidas generalmente son a base de maíz, insumos con gran volumen y alto contenido de fibra (Savón *et al.*, 2014; Herrera *et al.*, 2015; Herrera *et al.*, 2019).

El cambio de alimentación, al que fueron sometidos los pollos durante la fase experimental, aun y cuando fue paulatino, repercutió en la ganancia de peso semanal en ambos fenotipos, puesto que la cantidad de proteína proporcionada en la dieta convencional fue del 8% (contenido de proteína del maíz) (FAO, 2013). Rodríguez *et al.* (2012) encontraron que el peso corporal en gallinas criollas y mejoradas se afecta hasta en 30% por el tipo de alimentación. Aspecto que se observa en la ganancia de peso semanal y en la ganancia de peso final. Sin embargo, Santos (2021), menciona que es hasta la 14^{va} semana de vida (bajo condiciones de clima cálido y alimentación comercial restringida), donde las pollitas cuello desnudo presentan un peso promedio de 771.6 g y una ganancia de peso semanal de 8.9 g; peso corporal inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Tabla 3), pero con ganancia de peso semanal similar. En lo referente al peso corporal y ganancia de peso semanal a partir de la semana 18^{va} (Tabla 3 y Figura 2; Fase de crecimiento) el comportamiento de dichas variables es inferior a lo reportado por Santos *et al.*, (2014). Dichos investigadores observaron que el peso corporal y la ganancia de peso semanal muestran un incremento más marcado a partir de la 18^{va} semana de edad,

alcanzando un peso corporal de 1635.6 g a las 24 semanas de edad bajo alimentación convencional del sistema de traspatio. No obstante, el peso corporal de las ACD analizadas en esta investigación fue similar a lo observado por Haunshi *et al.* (2013): 1303 g y Suchini-Ramírez y Villela-Constanza, (2017): 1393 g (Tabla 3 y Figura 2).

10.2 Evaluación del crecimiento de las gallinas cuello desnudo y de emplume completo en fase de postura bajo condiciones de traspatio y trópico seco

El crecimiento (peso corporal semanal) y la ganancia de peso semanal es de importancia aun después de la fase de crecimiento. Por lo que, en la fase de postura (semana 25 a 46), dichas variables, más el consumo de alimento semanal fueron afectadas por el fenotipo ($p < 0.05$); en donde se observó superioridad ($P < 0.5$) de las ACD (Tabla 4. Respecto al peso corporal ave^{-1} fenotipo⁻¹ posterior al rompimiento de postura (Tabla 4 y Figura 1; Fase de postura), se encontró que ambos fenotipos analizados mostraron incremento sostenido en el peso corporal semanal desde la semana 25 hasta la 46 (Figura 1; Fase postura); sin embargo, los promedios de peso corporal semanal para ACD y APC fueron diferentes ($p < 0.05$) en las 21 semanas que comprendió la fase postura: 1,320.8 y 1,112.7 g ave^{-1} fenotipo⁻¹, para la semana 25 y 1,687.9 y 1,377.0 g ave^{-1} fenotipo⁻¹, para la semana 46 y para ACD y APC, respectivamente. Promedios de peso corporal semanal que demuestran el mejor comportamiento de las ACD ($p < 0.05$) bajo condiciones de trópico seco (Tabla 4 y Figura 1; Fase de postura).

Tabla 4. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de las gallinas después de romper postura de acuerdo con el fenotipo

		Fenotipo					
		Cuello desnudo			Plumaje completo		
Semana		Media			Media		
Consumo de alimento	25	1015 ^a ±0.08			1070 ^a ±0.08		
	35	1164 ^a ±0.08			0.903 ^b ±0.08		
	46	1096 ^a ±0.08			1045 ^a ±0.08		
	Semana	Media ± E.E.	Min	Max	Media ± E.E.	Min	Max
Ganancia de peso semanal	25	11.5 ^a ±3.39	-41.9	36.9	10.8 ^a ±3.39	0.4	29.9
	35	20.2 ^a ±3.39	-1.2	52	11.5 ^b ±3.39	-3.9	30
	46	25.8 ^a ±3.39	5	63	19.6 ^b ±3.39	-1.2	57.4
Peso corporal	25	1299.3 ^a ±16.4	934.2	1472	1097 ^b ±16.4	869.8	1282.2
	35	1425.7 ^a ±16.4	1019.8	1635.3	1177.6 ^b ±16.4	1000.1	1384.2
	46	1687.8 ^a ±16.4	1252.2	1905.9	1377 ^b ±16.4	1210.4	1713.2

Literales ^{a,b} = indican diferencia estadística significativa ($P < 0.05$)
±E.E.=Error estándar

La superioridad en el peso corporal semanal observada en las ACD durante la fase de postura, en esta investigación, coincide con Niu *et al.* (2009), Attia *et al.* (2011) y Ghazi *et al.* (2012), quienes reportan que las ACD muestran mejor comportamiento vs APC, ello debido a su capacidad para tolerar altas temperaturas ($\geq 35^\circ\text{C}$) y “escapar” del estrés calórico; aspecto que les proporciona mejor tasa de crecimiento aunado a un consumo de alimento superior bajo condiciones de temperaturas altas, con menor producción de calor metabólico. Caso contrario con los fenotipos con plumaje completo, cómo se señala en la presente investigación.

Según varios autores, la ganancia de peso está estrechamente relacionada con la ingesta de alimento, peso corporal semanal y conversión alimenticia (Sohai *et al.*, 2012; Jahejo *et al.*, 2016; Gwaza y Nachi, 2015). En este sentido, se encontró efecto de fenotipo sobre la ganancia de peso semanal ($p=0.001$), mostrando, de la misma manera que en las otras variables analizadas y discutidas en este trabajo, superioridad de las ACD ($p<0.05$); así, por ejemplo, en la semana 35, se pudo observar que la ganancia de peso semanal de este fenotipo fue de 18.6 g vs 9.9 g en las APC (Figura 2; Fase de postura). Sin embargo, las ganancias de peso semanal fueron bajas si se compara con las primeras semanas de la fase crecimiento e incluso, cuando se les compara con las ganancias de peso semanales, de la semana 10 a la 16 de la fase de crecimiento. Alvarado *et al.* (2018), reportan una ganancia promedio de peso semanal de 110 g durante la fase de postura, mientras que, Aviagen (2021) indica que la ganancia de peso semanal esperada en las semanas 29, 30 y 31 fuese de 44 g semana⁻¹; ganancias de peso semanales superiores a las observadas en esta investigación. Como ya se mencionó anteriormente, ante, la escasez de información acerca de esta variable, con estas aves y en este ambiente, es difícil comparar resultados, ya que, cada sistema tiene esquemas de alimentación distintos. En este sentido, el esquema de alimentación al cual se sometieron los fenotipos evaluados durante la fase de postura fue exclusivamente a base de maíz. De aquí que, la pobre respuesta de la ganancia de peso semanal de las aves analizadas bajo condiciones de trópico seco.

10.3 Evaluación de la producción, calidad de huevo y pico de postura en gallinas cuello desnudo y emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco

Dentro de la avicultura, uno de los indicadores de importancia para una producción eficiente y sostenida es la edad y el peso al romper postura; puesto que estas variables determinan no solo la productividad de las aves sino también la longevidad de estas (Nigussie *et al.*, 2011). Al respecto, se encontró efecto del fenotipo sobre la edad ($p=0.001$) y peso ($p=0.001$) al romper la postura y de acuerdo con dicho efecto, las ACD mostraron mejor comportamiento en dichas variables: $1,314.7 \pm 86.9$ g de peso y 27 ± 1.5 semanas de edad al romper postura; tres semanas antes que las APC (30.0 ± 1.7 semanas) (Tabla 5).

Tabla 5. Estadísticos para peso y edad al romper postura y peso de huevo de acuerdo con el fenotipo

Variable	Fenotipo					
	Cuello desnudo			Plumaje completo		
	Media \pm E.E.	Mín	Máy	Media \pm E.E.	Mín	Máy
Peso al romper postura (g)	$1314.7^a \pm 86.9$	1152	1497.3	$1213.8^b \pm 75.6$	1119.9	1368.2
Peso de huevo (g)	$38.3^a \pm 3.52$	31.3	44.7	$39.1^a \pm 2.81$	33.8	43.6
Edad al romper postura (Sem)	$27.0^a \pm 1.5$	25	30	$30.0^b \pm 1.7$	27	33

Sem=Semanas

Literales ^{a, b} indican diferencias ($p < 0.05$) entre promedios dentro de fila

\pm E.E.=Error estándar

Los resultados observados en peso y edad al romper postura de las aves analizadas, del acuerdo al fenotipo, coinciden con Khatun *et al.* (2005), quienes encontraron que las ACD en comparación con las APC de rápido crecimiento presentan madurez sexual y etapa de postura temprana; ello, en condiciones de climas cálidos. Por su parte, Santos (2021), reportó una edad al romper postura de 27 semanas en aves cuello desnudo; tiempo menor al requerido al de gallinas de razas comerciales (Rhode Island Red), quienes rompen postura a una edad de 33 semanas, todo bajo condiciones de traspatio. No obstante, el tiempo para romper postura también está afectado por las cruzas entre razas de gallina; así, por ejemplo, Usman *et al.* (2014) y Amao (2017), al evaluar gallinas híbridas (cuello desnudo x Rhode Island Red) encontraron una edad a la ruptura de postura de 28.5 y 20.1 semanas, respectivamente. Además, dichos

investigadores destacan la precocidad de las ACD sobre sus contemporáneas APC. Aspecto que ya había sido reportado en el 2007 por Segura *et al.* en gallinas cuello desnudo sometidas a un ambiente tropical y en donde las ACD rompieron postura a las 22 semanas; tiempo que demuestra la precocidad de estas aves.

Respecto al peso al rompimiento de postura, Usman *et al.* (2014) encontraron en gallinas híbridas (Cuello Desnudo x Rhode Island Red) un peso de 1,235.5g y en las gallinas de plumaje completo (Rhode Island Red) 1440.40 g; pesos promedio similares a los encontrados en la presente investigación. Por su parte, Juárez-Caratachea *et al.* (2010) y Fathi *et al.* (2013), concluyen que las gallinas cuello desnudo rompen postura con un peso superior al peso de las gallinas con plumaje completo.

Felver-Gant *et al.* (2012) y Corona, (2013), sugieren que esta cualidad de la ACD (mayor peso y menor edad al romper postura) pudiera deberse a la resistencia del incremento en la temperatura, puesto que en las APC esta condición les afecta negativamente; sobre todo, en el consumo de alimento, ya que al superar la zona de termoneutralidad estas aves disminuyen el consumo de alimento con la finalidad de reducir el calor generado por el metabolismo; a su vez, esta disminución en el consumo impide cumplir con los requerimientos nutricionales del animal, lo cual repercute directamente sobre su peso corporal. En relación con lo anterior, Arreaga y Rocío (2016) señalan que dicho efecto se minimiza en aves con cuello desnudo, debido a su menor cantidad de plumaje; aspecto que les confiere una mejor adaptación a climas cálidos, permitiéndoles disipar mejor el calor y mantenerse más horas activas en búsqueda de alimento.

Finalmente, el peso del huevo al romper postura no fue afectado por el fenotipo ($p=0.432$); lo que significa que ambos fenotipos se comportan similarmente ($p>0.05$) respecto de dicha variable: 38.3 y 39.1 g para ACD y APC, respectivamente. (Tabla 5). Es posible que, el no encontrar efecto de fenotipo sobre el peso del huevo al romper postura, se debió a lo que Khawaja *et al.* (2016) observaron: cuando existen pérdidas de peso en las semanas anteriores al rompimiento de postura (tal como sucedió en la presente investigación); debido a una alimentación inadecuada (en cuanto a cantidad y calidad), el peso

de huevo se ve afectado, provocando huevos más ligeros al inicio de la postura. Aspecto que se refleja en la disminución en el peso del primer huevo de la gallina el cual disminuye en hasta 6.0 g; lo cual se puede corroborar con los hallazgos de Usman *et al.* (2014) y Amao (2017) quienes reportan pesos de huevo al rompimiento de postura mayores (41.2 y 43.7 g, respectivamente) a los encontrados en esta investigación (Tabla 5).

Referente a la producción de huevo durante la fase experimental (Tabla 6), los resultados indican que el fenotipo de las aves afectó el comportamiento de esta variable ($p=0.003$): el comportamiento de las ACD mostró ser mejor que el de las APC ($p<0.05$); la producción de huevo $\text{ave}^{-1} \text{ semana}^{-1}$ fue de 2.6 ± 0.28 huevos; 52 ± 5.7 huevos ave^{-1} durante la fase de postura; 2.9 kg de huevo ave^{-1} durante la fase de postura; 1,352 huevos o 74.3 kg (masa de huevo) grupo^{-1} durante la fase, ello en comparación con la productividad de las APC (Tabla 6). Resultados que coinciden con lo reportado por diversos autores (Bhuiyan *et al.* 2005; Khatun *et al.* 2005; Islam, 2006; El-Safty *et al.* 2006 y Galal *et al.* 2007) quienes encontraron que, las aves cuello desnudo (en regiones distintas y distintas condiciones de manejo) muestran una producción superior a las aves con plumaje completo, puesto que, superan hasta en 10.0% en producción de huevo a las APC en situaciones de climas cálidos y, bajo dietas de bajo aporte nutricional.

Obidi *et al.* (2008), Ayo *et al.* (2011) y Ebeid *et al.* (2012), sugieren que el estrés calórico en gallinas ponedoras con plumaje completo produce efectos negativos sobre las hormonas reproductivas (FSH y LH) y ello, a su vez, afecta: la tasa de ovulación y la producción de huevo. Sin embargo, Juárez-Caratachea *et al.* (2010) reportaron que la superioridad productiva de las ACD también se observa en climas templados y bajo una alimentación comercial, en donde la producción de huevo semana^{-1} fue de 3.9 huevos ave^{-1} o 156 huevos ave^{-1} durante la fase de postura vs 3.6 huevos ave^{-1} o 144 huevos ave^{-1} durante la misma en APC. Resultados estos que difieren de lo encontrado en esta investigación (Tabla 6), ello debido a las diferencias en los esquemas de alimentación y clima en la investigación de Juárez-Caratachea *et al.* (2010) y en el presente trabajo (trópico seco y alimentación convencional de traspatio).

Tabla 6. Productividad de las gallinas de acuerdo con el fenotipo

Indicador	Producción de huevo	
	Aves cuello desnudo	Aves plumaje completo
	Media ± E.E.	Media ± E.E.
Ave ⁻¹ Día ⁻¹	0.4 ^a ±0.04	0.2 ^b ±0.02
Ave ⁻¹ Semana ⁻¹	2.6 ^a ±0.28	1.4 ^b ±0.19
Fase	52 ^a ±5.7	29.6 ^b ±3.8
kg Fase Ave ⁻¹	2.9 ^a ±0.3	1.6 ^b ±0.2
Grupo Semana ⁻¹	67.6 ^a ±7.4	38.5 ^b ±5.0
Total, Fase	1,352	771
kg Fase Grupo	74.3	42.4
Pico de Postura (semana)	19	20

Literales ^{a,b} = indican diferencia entre filas (P<0.05)

±E.E.=Error estándar

El denominado pico de postura es el parámetro de mayor importancia en la producción avícola, puesto que es un indicador de la máxima producción (Martínez *et al.*, 2018). Al respecto, los resultados encontrados en este trabajo muestran efecto de genotipo (p=0.003) sobre el pico de producción de huevo; donde las ACD alcanza un pico de producción en la semana 19 posteriores a la ruptura de postura vs semana 20 en las APC (Tabla 6). Resultados mayores a los que reportan Martínez *et al.* (2018): el pico de postura se presenta aproximadamente a las ocho semanas posteriores a la primera puesta. Evidentemente, este menor tiempo para el pico de postura está determinado por el peso y la edad de la gallina al romper postura: pues a mayor peso menor tiempo para alcanzar dicho parámetro (Martínez *et al.*, 2019).

10.4 Evaluación de las principales variables de la calidad del huevo provenientes de gallinas cuello desnudo y de emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco

La calidad del huevo es un elemento central, sobre todo, en aspectos de comercialización, puesto que en la calidad van implícitas las exigencias del consumidor. En este sentido Braak (2019), refiere que las diferencias más notables se encuentran en el peso del huevo, sus diámetros, grosor de cascarón y, en consecuencia, en los componentes internos (clara y yema) del huevo. Mismas que están estrechamente relacionadas con la edad, peso de la gallina (esta variable tiene un componente genético) y momento de postura (antes del pico, después del pico de postura). Aspecto que concuerda con los resultados observados en esta investigación, en donde no hubo efecto de fenotipo ($p=0.819$) sobre las principales variables físicas del huevo que determinan su calidad; como son peso del huevo (PH), diámetros del huevo, grosor de cascarón (GC) y componentes internos del huevo. Como se muestra a continuación la pigmentación de la yema (PY) la única variable afectada por el fenotipo ($p=0.004$) (Tabla 7).

Tabla 7. Medias de mínimos cuadrados para variables de calidad de huevo de acuerdo con el fenotipo del ave

Variable	Fenotipo	
	Cuello desnudo	Plumaje completo
	Media \pm E.E	Media \pm E.E
Peso huevo, g	52.6 ^a \pm 1.08	53.0 ^b \pm 1.08
Alto de huevo, mm	55.0 ^a \pm 0.56	53.4 ^a \pm 0.56
Ancho de huevo, mm	42.2 ^a \pm 0.5	39.7 ^a \pm 0.5
Diámetro de clara, mm	78.6 ^a \pm 1.8	78.9 ^a \pm 1.8
Diámetro de yema, mm	39.5 ^a \pm 0.63	39.8 ^a \pm 0.63
Alto de clara, mm	7.2 ^a \pm 0.25	8.3 ^b \pm 0.25
Pigmentación yema, u	11.7 ^a \pm 0.12	11 ^b \pm 0.12
Peso yema, g	14.1 ^a \pm 0.3	15.4 ^a \pm 0.3
Peso clara, g	31.2 ^a \pm 0.65	31.3 ^a \pm 0.65
Grosor de cascarón	0.31 ^a \pm 0.004	0.32 ^a \pm 0.004
Peso de cascarón, g	5.9 ^a \pm 0.62	4.5 ^a \pm 0.62

Literales ^{a,b} = indican diferencia estadística significativa ($P<0.05$) dentro de fila.

\pm E.E.=Error estándar

En lo referente al efecto del fenotipo sobre la PY, las ACD mostraron, de acuerdo con el abanico colorimétrico de Roche, un promedio de 11.7 ± 0.15 unidades vs 11.0 ± 0.19 unidades en las APC (Tabla 7). Esta diferencia en PY, pueden estar asociados a muchos de los alimentos que se suministran a las aves, así como a los que ellas tienen acceso (plantas e insectos, principalmente) mismos que le proporcionan pigmentantes (melanina y carotenos) destinados a la coloración de la piel, plumas y yema (Carranco *et al.*, 2020). Mench *et al.* (2011), sugieren que, a mayor cantidad de pluma y pigmentación de esta, menor pigmentación de yema, aunado también al menor estrés calórico sufrido por dicho fenotipo, lo que les permite mantenerse más activas, con mayor consumo de alimento y consecuentemente más pigmentación en la yema. Lo que explicaría el mayor promedio de pigmentación en la yema del huevo de gallinas Cuello Desnudo (Tabla 7).

10.5 Evaluación del rendimiento cárnico en pollos de cuello desnudo y de emplume completo bajo condiciones de traspatio y trópico seco

A nivel mundial, el rendimiento cárnico de las aves bajo sistemas de traspatio cobra relevancia, puesto que la carne de pollo es una de las principales fuentes de proteína de las familias campesinas; quienes, en búsqueda de una mayor cantidad de proteína en la carne de sus aves, han recurrido al uso de animales con mejor adaptación a las condiciones deficientes de manejo de los sistemas de traspatio. En esta estrategia, también buscan obtener mejores rendimientos en la canal. Aspectos donde destacan las ACD (Adomako *et al.*, 2014).

En la presente investigación, se encontró efecto de fenotipo ($p < 0.0001$) sobre las variables consumo de alimento semanal, consumo de alimento total, ganancia de peso semanal y conversión alimenticia. En donde los machos cuello desnudo (ACD) sobresalen en dichas variables ($p < 0.05$) respecto de los machos con plumaje completo (APC). Aspecto que se reflejó en el PV al sacrificio (20 semanas de edad) de las aves analizadas: $1,603.9 \pm 87.8$ y 1234.4 ± 123.7 g para los fenotipos ACD y APC, respectivamente (Tabla 8). Las investigaciones en torno al comportamiento de las ACD establecen que la reducción en la cobertura de pluma, en este tipo de aves, les permite una mejor disipación de calor y, en consecuencia, soportan mejor las altas temperaturas; lo que les permite un mayor aprovechamiento de la energía/proteína del alimento consumido, aspecto que se refleja en el crecimiento muscular y/o aumento de peso (Mahrous y Radwan, 2011). Lo cual coincide con lo encontrado en esta investigación (Tabla 8).

Los resultados consignados en la Tabla 8 muestran un menor consumo total de alimento (8,370.7 g en 20 semanas) en las ACD vs APC (10,402.7 g), al igual que la ganancia de peso semanal (79.7 y 62.4 g, para ACD y APC, respectivamente), aspectos que resultaron en una mejor conversión alimenticia (5.3:1) en las ACD vs APC (9.4:1). Akhter *et al.* (2018), encontraron que las ACD al poseer una mejor adaptabilidad a condiciones de estrés calórico, presentan mejor crecimiento durante las primeras semanas de vida, las cuales son determinantes para el posterior desarrollo y productividad de las pollitas; pues éstas tienden a incrementar alrededor de 4.5 veces su peso corporal en dichas

semanas. El exponencial crecimiento de estas aves se debe a que su intestino está mejor preparado para la absorción de nutrientes, permitiendo a los pollitos obtener ganancias de peso semanal superiores durante toda su fase de crecimiento (Yakubu *et al.*, 2008).

Tabla 8. Medias de mínimos cuadrados para indicadores de crecimiento de pollos hasta sacrificio

Variable	Fenotipo						
	Cuello desnudo				Plumaje completo		
	Semana	Media			Media		
Consumo semanal de alimento (g)	1	78.6±9.8			173.4±9.8		
	10	359±9.8			610±9.8		
	20	702±9.8			741±9.8		
Consumo Total de alimento (g)	1-20	8370.7 ^a			10402.7 ^a		
Variable	Cuello desnudo				Plumaje completo		
	Semana	Media ±D.E.	Mín	Máx	Media ±E.E.	Mín	Máx
Peso (g) corporal	1	45.9 ^a ±28.3	35	51	49.2 ^a ±28.3	45	53
	10	941.5 ^a ±28.3	733	1025	810.8 ^b ±28.3	646	977
	20	1603.9 ^a ±28.3	1452	1708	1234.4 ^b ±28.3	1050	1437
Ganancia Ps	1-20	79.7 ^a ±11.1	26.9	96.4	62.4 ^b ±11.1	47.5	72.6
Conversión Al	1-20	5.3 ^a :1			9.4 ^b :1		

Literales ^{a,b} = indican diferencia estadística (P<0.05)

±E.E.=Error estándar

Es un hecho que los productores avícolas, por lo general, se interesan por aves con potencial genético para velocidad de crecimiento, pero en la actualidad, no solo este indicador es de importancia económica, también lo es, el rendimiento cárnico de las aves. En este sentido, los resultados obtenidos en esta investigación, determinaron que las piezas de mayor importancia comercial y para autoconsumo del productor con sistema de traspatio (Tabla 9) fueron afectadas por el fenotipo (p=0.0001).

Con respecto al peso de la canal, las ACD mostraron mejor (p<0.05) comportamiento (1040 ± 95.4 g) en comparación con las APC (804.1±126.7g), característica que se mantiene en el resto de las variables evaluadas (Tabla 9): pierna (174.2 ±17.9 y 130.8±16.1 g en ACD y APC, respectivamente), muslo (151.8±14.4 y 114.2±15.3 g en ACD y APC, respectivamente) y pechuga (228.2±28 y 176.6±41.4 g en ACD y APC, respectivamente).

Tabla 9. Medias de mínimos cuadrados para variables de rendimiento cárnico de acuerdo con el fenotipo

Variable	Fenotipo					
	Cuello desnudo			Plumaje completo		
	Media ± E.E	Mín	Máx	Media ± E.E	Mín	Máx
Peso vivo	1604 ^a ±37.3	1452	1708	1234 ^b ±49.2	1050	1437
Peso sin sangre	1563 ^a ±40.4	1401	1727	1130 ^b ±49.8	870.3	1322
Peso de sangre	62.0 ^a ±4.9	34.46	81.3	48.4 ^b ±4.3	33.81	80.02
Peso sin pluma	1497 ^a ±39.2	1350	1621	1102 ^b ±49.5	921.2	1306
Peso de pluma	44.6 ^a ±3.9	23.6	59.3	83.5 ^b ±3.2	72.3	102.6
Peso canal	1040 ^a ±36	906.6	1197	804.1 ^b ±45	638.5	1065
Muslo	170.8 ^a ±4.7	140.2	185.2	120.9 ^b ±5.7	88.6	144.2
Pierna	174.2 ^a ±6.3	144.5	204.4	130.8 ^b ±5.8	106.7	163.2
Pechuga	228.2 ^a ±10.2	183.1	272.7	176.6 ^b ±14.5	123.8	249.5
Alas	131.2 ^a ±4.6	102.5	148.9	105.8 ^b ±3.9	90.6	120.8
Pescuezo	50.6 ^a ±1.3	44.8	54.8	41.5 ^b ±1.3	36.6	48.8
Corazón	8.93 ^a ±0.7	6	12.9	5.1 ^b ±0.2	4.1	7.06
Hígado	28.8 ^a ±2.9	18.2	43.2	24.1 ^b ±1.3	17.8	30.1
Molleja vacía	39.3 ^a ±2.4	31.4	46.6	36.2 ^b ±1.5	28.6	44.4
Rabadilla	160.6 ^a ±8.9	140	215.5	114.3 ^b ±6.1	93.8	146.1
Huacal	142.7 ^a ±7	121.2	186.1	108.3 ^b ±4.6	87.3	139.3
Cabeza	48.8 ^a ±1.8	42.8	55.4	44.8 ^a ±1.7	40.5	52.1
Patas	87.4 ^a ±3.8	62.1	98.7	71.1 ^b ±3	57.1	84.8
Molleja llena	71.6 ^a ±3.8	56.4	84.1	65.1 ^a ±3.9	53.9	86.9
Vísceras	125.6 ^a ±9.3	90.6	177.6	96.7 ^b ±6.5	69.6	125.4
Pectoral mayor	103 ^a ±8.1	57.4	130.2	85.1 ^b ±7.4	57.7	118.8
Pectoral menor	45.9 ^a ±2.6	31.7	58.3	40.1 ^a ±3.8	28.1	63.3
Pierna sin hueso	102.1 ^a ±6.4	71.2	120.6	71.7 ^b ±4.9	55	98.9
Muslo sin hueso	94.6 ^a ±5.6	69.2	110.6	130.8 ^b ±4.8	106	163.2

Literales ^{a, b} indican diferencias (p<0.05) entre promedios dentro de fila
±E.E.=Error estándar

Fernández *et al.* (2013), Dal Bosco *et al.* (2014) y Martínez-Pérez *et al.* (2021), al evaluar los rendimientos en canal, sobre todo en piezas de importancia comercial (pechuga, pierna, muslo, ala y cuello) establecen que dichos rendimientos están determinados, en mayor medida, por el peso vivo del ave; ya que estas piezas representan entre el 53 y 64% del peso total de la canal. Por su parte, Ángeles-Coronado *et al.* (2013) encontraron en APC, criadas bajo un

sistema de traspatio y clima tropical, un peso promedio para pierna con hueso de 122.0 g, para el muslo de 177.3 g y de 152.33 g para el caso de la pechuga, resultados inferiores a los de la presente investigación (Tabla 9). Kgwatalala *et al.* (2013) reportaron los siguientes pesos en las piezas comerciales de las ACD: pechuga, 300.4 g; muslo, 110.3 g y pierna, 157.7 g; pesos promedios, mayores ($p < 0.05$) a los encontrados en APC (248.1, 94.3 y 85.2 g para pechuga, muslo y pierna respectivamente). Respecto a los resultados de las ACD reportados por Kgwatalala *et al.* (2016) estos coinciden con los hallazgos de la presente investigación.

Referente a las correlaciones omega-cuadrado (ω^2) entre las variables postsacrificio de las ACD y APC (Tabla 10), se encontraron correlaciones altas ($\omega^2 = \geq 0.70$; $p < 0.05$) en los pesos (vivo, sin sangre, sin pluma, pluma) y el fenotipo, así como, asociación media a alta ($\omega^2 = \geq 0.50$; $p < 0.05$) entre el peso de la canal, pierna, muslo, rabadilla, alas, pierna sin hueso y pescuezo; mientras que la pechuga, patas huacal y muslo sin hueso presentaron correlación baja ($\omega^2 = \leq 0.40$; $p < 0.05$) con el fenotipo (Tabla 9). Resultados que no se pudieron contrastar con otras investigaciones que hayan utilizado esta metodología (correlación omega-cuadro).

Tabla 10. Correlación de ω^2 para variables de rendimiento cárnico

Peso	Fenotipo	Peso	Fenotipo
Sin sangre	0.76**	Muslo	0.64**
Sangre	0.20*	Rabadilla	0.58**
Sin pluma	0.78**	Huacal	0.48*
Pluma	0.79**	Alas	0.56*
Canal	0.55*	Pescuezo	0.69**
Patas	0.44*	Cabeza	0.18 ^{NS}
Corazón	0.63**	Pechuga	0.37*
Hígado	0.13 ^{NS}	Musculo mayor	0.15 ^{NS}
Molleja llena	0.09 ^{NS}	Musculo menor	0.09 ^{NS}
Molleja vacía	0.09 ^{NS}	Pierna sin hueso	0.50*
Vísceras	0.30 ^{NS}	Muslo sin hueso	0.40*
Pierna	0.64**		

*= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$; ^{NS}= $P > 0.05$

Sin embargo, en investigaciones que utilizan la correlación de Pearson entre dichas variables por fenotipo (ACD y APC) de forma separada (Kgwatalala *et al.*,

2013), reportan correlaciones altas y medias en las piezas comerciales señaladas en este apartado, cuya similitud podría establecer la superioridad del rendimiento del ACD en piezas comerciales. Por su parte Yakubu *et al.* (2008); Reddy *et al.* (2008); Dal Bosco *et al.* (2014); Akhter *et al.* (2018) encontraron diferencias de peso en piezas de la canal, otorgándole superioridad a las ACD sobre las APC, demostrando un efecto positivo del gen cuello desnudo en el crecimiento bajo condiciones de trópico y alimentación no comercial.

Tabla 11. Estimadores para la curva de crecimiento de pollos F₁ (cuello desnudo y plumaje completo) mediante la ecuación de Gompertz

Fenotipo	Inicio	Pr > t	Ascenso	Pr > t	Descenso	Pr > t
CD	52.2±1.969	0.27	0.0937±0.002	0.41	0.0248±0.0004	0.002
PC	55.3±1.969		0.0911±0.002		0.0266±0.0004	

CD=Cuello desnudo; PC=Plumaje completo

De acuerdo con los estimadores para la curva de crecimiento mediante la ecuación de Gompertz (Tabla 11) se encontró que en ambos fenotipos los promedios al inicio y ascenso de la pendiente fueron iguales ($p>0.05$); sin embargo, el valor del descenso de la pendiente fue diferente ($p<0.05$) en los fenotipos evaluados.

Tabla 12. Estimación y observación del peso (g) de pollos F₁ (cuello desnudo y plumaje completo) a través de la metodología de los modelos no lineales y de efectos fijos de acuerdo con la edad (día)

Día	Pollos cuello desnudo (F ₁)			Pollos plumaje completo (F ₁)		
	Peso (Gompertz)	Peso (MMC)	Dif	Peso (Gompertz)	Peso (MMC)	Dif
1	57.3 ^a	45.9 ^a	11.4	60.5 ^a	49.2 ^a	11.3
36	485.3 ^a	371.1 ^a	114.2	455.7 ^a	369 ^a	86.7
71	1187.4 ^a	941.5 ^b	245.9	1008.8 ^{c,b}	810.8 ^b	198.0
106	1726.9 ^a	1263.9 ^b	463.0	1379.2 ^b	1050.2 ^c	329.0
140	2014.4 ^a	1603.9 ^b	410.5 ¹	1556.2 ^{b,c}	1234.4 ^c	321.8 ²

Gompertz =NLin; MMC= Medias de mínimos cuadrados; Dif= Diferencia entre NLin vs MMC
Literales ^{a, b, c} indican diferencias ($p<0.05$) entre método de estimación y fenotipo dentro de día
Numerales ^{1, 2} indican diferencias ($p<0.05$) entre dif dentro de fenotipo

Para la estimación y observación del peso (g) de pollos cuello desnudo y plumaje completo, a través de la metodología de los modelos no lineales y de efectos fijos de acuerdo con la edad (día), se encontró que no existen diferencias ($p>0.05$) para el peso estimado mediante la metodología de Gompertz y el peso obtenido durante el día 1 de la investigación en ambos fenotipos, mostrando

medias de 57.3 y 45.9 para los pollos CD y de 60.5 y 49.2 en PC respectivamente. Sin embargo, se pudieron observar diferencias ($p < 0.05$) a partir del día 71 post-inicio de la fase experimental (Tabla 12), donde la diferencia de peso estimado por medio de la ecuación de Gompertz y por medias de mínimos cuadrados fue de 245.9 en las ACD y de 198 g en las estimaciones de las APC. Al día 140, de la investigación, la ecuación de Gompertz estimó un peso final de 2,014.4 g en CD y de 1,556.2 g para APC y con el método de medias de mínimos cuadrados la estimación fue de 1,603.9 g y 1,556.2 para ACD y APC, respectivamente, observándose una diferencia entre la estimación por los métodos señalad de 410.5 y 321.8 g en el peso a los 140 días para ACD y APC, respectivamente.

Finalmente, al graficar dicha información, se observa que la estimación de Gompertz puede reflejar el potencial genético de las ACD bajo condiciones de traspatio y de un ambiente cálido como lo es el trópico seco. Sin embargo los resultados encontrados en la presente investigación mediante esta metodología, por la naturaleza del sistema de producción, los fenotipos empleados, la alimentación suministrada y las condiciones climáticas, son de difícil comparación con otras investigaciones, no obstante Santos *et al.*, (2014) en su investigación llevada a cabo con fenotipos similares, bajo condiciones de manejo en pastoreo y una alimentación alta en proteína (21.8%), encontraron que los pollos cuello desnudo presentan un crecimiento lineal durante la fase de crecimiento, llegando a alcanzar un peso a los 91 días de edad de 3.15 kg, demostrando el potencial biológico de este fenotipo cuando se le suministra una dieta alta en proteína.

Por su parte, Adomako *et al.* (2014) al utilizar una cruce (aves cuello desnudo x plumaje completo) similar al de la presente investigación en condiciones tropicales y alimentación comercial, lograron obtener pesos de 2.124 kg vs 2.0 kg de los pollos con plumaje completo a 20 semanas de vida.

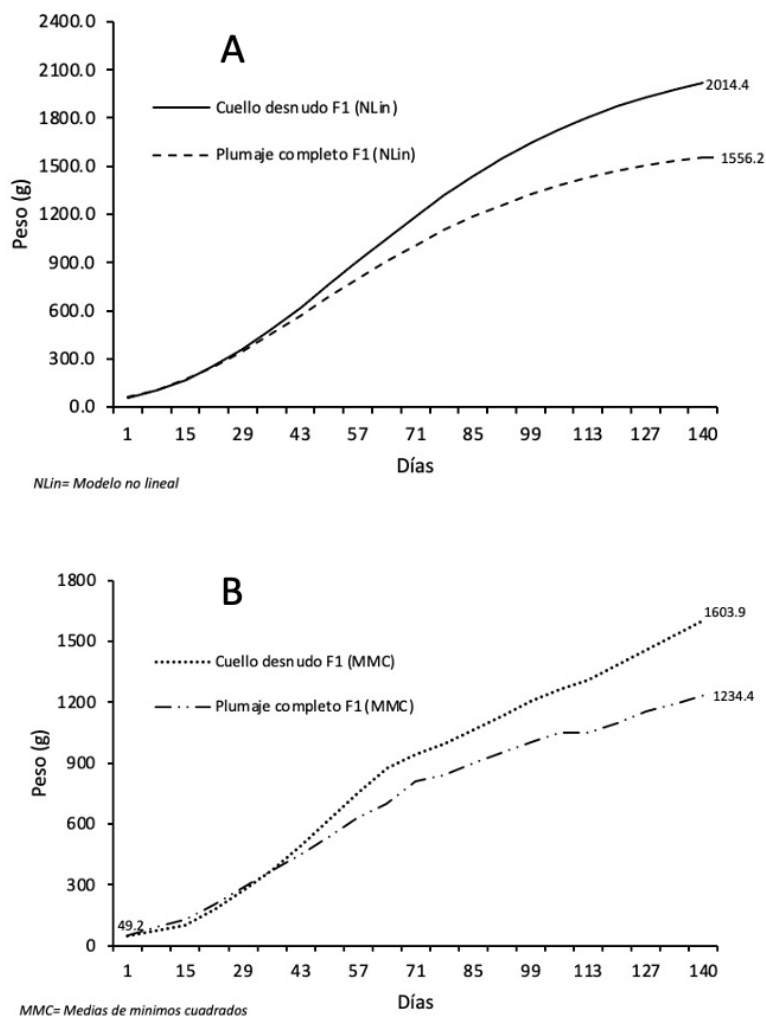


Figura 3. Curva de crecimiento previsto (NLin) (Figura A) y observado (MMC) (Figura B) para pollos F₁ (cuello desnudo y plumaje completo) criados bajo condiciones de traspatio en el trópico seco, de acuerdo con la edad (días).

Además, los investigadores citados establecieron que, a partir de la cuarta semana de la fase experimental comenzó la diferenciación de pesos entre ambos fenotipos. Aspecto similar a lo observado en la presente investigación (Figura 3). Esta diferenciación en tiempo (semanas) y fenotipo se puede atribuir al potencial de crecimiento de las aves F₁ cuello desnudo no solo bajo condiciones de producción intensiva (Kgwatalala *et al.*, 2012; Kgwatalala *et al.*, 2013) sino, también, bajo condiciones tropicales; en donde, a 21 días de vida, el pollo ya presenta emplume completo (Estrada *et al.*, 2007).

XI. CONCLUSIONES

- Las aves F₁, producto de la cruce de aves Cuello Desnudo x Rhode Islánd Red, bajo las condiciones del sistema de producción avícola familiar y condiciones de trópico seco, presentan superioridad productiva (peso vivo, ganancia de peso, conversión alimenticia, edad y peso al romper postura, pico de postura y masa de huevo) respecto a las aves con plumaje completo.
- Los pollos F₁, producto de la cruce de aves Cuello Desnudo x Rhode Islánd Red, nacidos y criados bajo las condiciones del sistema de producción avícola familiar y condiciones de trópico seco, son una estrategia viable como animales de autoconsumo de la familia campesina: a 20 semanas de edad presentan mejores indicadores productivos (pesos vivos y rendimientos de las principales piezas de valor comercial) que los pollos de plumaje completo.
- Las gallinas y pollos F₁, producto de la cruce de aves Cuello Desnudo x Rhode Islánd Red, son una alternativa viable para los productores de los sistemas avícolas de traspatio de zonas de trópico seco, pues poseen capacidad de adaptación a dicho sistema de producción; permitiéndole a la familia campesina contar con un recurso alimenticio de calidad y culturalmente apropiados para la alimentación de las personas de las zonas rurales, sin tener que hacer adecuaciones al sistema de producción avícola familiar.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Abou-Emera, O., Ali, U., Galal, A., El-Safty, S., Abdel-Hameid, E. y Fathi, M. (2017). Evaluation of genetic diversity of naked neck and frizzle genotypes. *Int. J. Poult. Sci.* 118, 124.
- Adomako, K., Olympio, O. S., Hagan, J. K. y Hamidu, J. A. (2014). Growth performance of crossbred naked neck and normal feathered laying hens kept in tropical villages. *Brit. Poult. Sci.* 55(6): 701-708, DOI: [10.1080/00071668.2014.960805](https://doi.org/10.1080/00071668.2014.960805)
- Ajakaiye, J., Ayo, J. y A. Sunday. (2010). Effects of heat stress on some blood parameters and egg production of Shika Brown layer chickens ransported by road. *Biol. Res.* 43, 83-189.
- Akhter, A., Chandra D, S., Shamim H, Md., Akter, T., Sultana, M., Faruque, S., M.A, Rashid, D. B., Hossain, M., Akter, S. y Retee, N. N. (2018). Growth performance of local and genetically improved chicken of Bangladesh. *Bangladesh. J. Anim. Sci.* 47,76-84. Doi:10.3329/bjas.v47i2.40247
- Alayón-Gamboa, J. A. (2015). Ganadería de traspatio en la vida familiar. *Ecofront.* 19(54): 69.
- Alvarado, Á. H. J., Guerra C. L.D., Montes de Oca, R. V., Ceró R, Á. E., Zambrano M. R, y Filian H. W. (2018). Comportamiento de los indicadores peso semanal, ganancia media semanal, ganancia media diaria y ganancia media acumulada semanal en dos líneas de hembras Broilers en condiciones ambientales del trópico. *Rev. Prod. Anim.* 30(3): 42-47.
- Álvarez, D.A. (2020). Fisiología del crecimiento [En línea] <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Fisiologia%20crecimiento.pdf>
- Amao, S. (2017). Egg Production and Growth Performance of Naked Neck and Rhode Island Red Chickens Crosses under Southern Guinea Savanna Condition of Nigeria. *Int. J. Agric. E. Sci.* 3,1-10.
- Ángeles-Coronado, I.A., Jerez-Salas, M.P., Pérez-León, M. I., y Villegas-Aparicio, Y. (2013). Efecto de Portulaca oleracea y Lolium perenne en la carne de gallina criolla. *Rev. Mex. Cien. Agric.* 4, 1221-1229.
- Arreaga, S. y Rocío, J. (2016). Producción de pollos cuello desnudo en pastoreo alimentados con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y harina de hoja de plátano (*Musa paradisiaca* L.), incluido en dietas balanceadas. Quevedo. UTEQ. Pp 78

- Attia, Y. A., Al-H., Mohammed A., Korish, Mohamed A. y Shiboob, Mohamed M. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo en el mercado minorista: efectos del tipo y origen de las canales. *Rev. Mex. Cien. Pec.* 7(3): 321-339.
- Attia, Y.A., Hassan, R.A., Tag El-Din, A.E. y Abou-Shehema, B.M.(2011). Effect of ascorbic acid or increasing metabolizable energy level with or without supplementation of some essential amino acids on productive and physiological traits of slow-growing chicks exposed to chronic heat stress. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 95, 744–755. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2010.01104.x>
- Aviagen. (2021).EFFICIENCY PRO x ROSS 308: Objetivos de Rendimiento [En línea] https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/EPxRoss308-ParentStock-PerformanceObjectives-2021-ES.pdf
- Ayo, J.O., Obidi, J.A. y Rekwot, P.I. (2011). Effects of heat stress on the well-being, fertility and hatchability of chickens in the northern Guinea savannah zone of Nigeria: a Review. *ISRN Vet. Sci.* 10. <https://doi.org/10.5402/2011/838606>
- Bakoss, L. (1931). Farm Poultry Breeding, 2nd edn. Csathy University Publisher PLC, Budapest-Debrecen (in Hungarian)
- Barocio-Urue, J.N., Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Pérez-Sánchez, R.E. y Ortiz-Rodríguez, R. (2017). Effect of diet on live weight and egg weight of backyard hens during the rainy season. *Austral J. Vet. Sci.* 49(2): 91-98. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-81322017000200091>
- Bhadauria, P., Kataria, J.M., Majumdar, S., Bhanja, S. K., Divya, y Kolluri, G.(2014). Impacto del clima cálido en el sistema de producción avícola-Revisión A. *Rev. Cien. Tec. Avi.* 2(4), 43–56.
- Bhuiyan, A.K.F.H., Bhuiyan, M.S.A y Deb, G.K. (2005). Indigenous chicken genetic resources in Bangladesh: current status and future outlook. *Anim. Genet Resour. Inf.* 36, 73-84.
- Bonfim, D.S., De Siqueira, J.C., Bomfim, M.A.D., Ribeiro, F.B., De Oliveira, F.L., Nascimento, D.C.N. y De Araujo Melo, S.(2016). Productive characteristics of meat quail reared in different environments. *Cien. Agra. Londrina.* 37, 4313–4326.
- Bonilla, V.C.E., Loza M., López, G., Villar G. y Casarín, A. (2019). Estrés calórico: Un problema para la productividad y el bienestar de las aves [En línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/637005/Escenario_huevo_abr_21.pdf
- Braak, T.V. (2019). Calidad del huevo. [En línea] <https://avinews.com/calidad-del-huevo-hendrix->

[genetics/#:~:text=Edad%20de%20las%20gallinas%3A%20las,las%20primeras%20semanas%20de%20producci%C3%B3n](#)

- Brown, M.M., Alenyorege, B., Teye, G.A. y Roessler, R. (2017). Phenotypic diversity, major genes and production potential of local chickens and guinea fowl in Tamale, northern Ghana. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 30(10):1372–1381.
- Carranco, J., María E. Barrita, R. V., Fuente, M. B., Ávila, G.E. y Sanginés, G.L. (2020). Inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo. *Rev. Mex. Cien. Pec.* 11(2): 355-368. Doi:<https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i2.5090>.
- CEDRSSA, 2019. La importancia de la industria avícola en México. Reporte 2019. [En línea] http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf
- Chen, C.F. A., Bordas, D., Gourichon M. y Tixier-Boichard. (2004). Effect of high ambient temperature and naked neck genotype on performance of dwarf brown-egg layers selected for improved clutch length. *British Poultry Science* 45(3): 346-354.
- Clements, M. (2020). Empresas líderes de pollo y huevo del mundo en 2020. En línea]: <https://www.industriaavicola.net/empresas-lideres/empresas-lideres-de-pollo-y-huevo-del-mundo-en-2020/>
- Consejo Mexicano de la Carne (CoMeCarne). (2018). Compendio estadístico 2018. [En línea] <https://comecarne.org/wp-content/uploads/2019/04/Compendio-Estadi%C3%A9stico-2018-VF.pdf>
- COPA COGECA. (2003). Assessment of the impact of the heat wave and drought of the summer 2003 on agriculture and forestry Committee of Agricultural Organisations in the European Union General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union, COPA-COGECA, Brussels, Pp 15.
- Corona, K. J. L. (2013). Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. *REDVET. Rev. Electr. Vet.* 14(7): 1-15.
- Crawford, R. D. (1990). Origin and history of poultry species. *Poult. Breed. Gen.*
- Cruz-Sánchez, B., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, V.H., Martínez-González, E. G. y Aguilar-Gallegos, N. (2016). Potencial y restricciones de la avicultura de traspatio sobre la seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agric. S. Des.* 13(2): 257-275. [En línea] http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000200257&lng=es&tlng=es
- Cuca G.M., Valdés N.V.M., Gómez, V.G. y López P.E. (2011). Producción y Manejo de Aves Domésticas. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 237.

- Cuca-García, J. M., Gutiérrez-Arenas, D. A. y López-Pérez, E. (2015). La avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. *Agroproductividad*, 8(4): 30-36.
- Dal Bosco, A., Mugnai, C., Guarino, A. C., Piottoli, L., Cartoni, A. y Castellini, C. (2014). Effect of Slaughtering Age in Different Commercial Chicken Genotypes Reared According to the Organic System: 1. Welfare, Carcass and Meat Traits,. *Italian J. Anim. Sci.* 13(2), DOI: [10.4081/ijas.2014.3308](https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3308)
- Dana, N., Dessie, T., Van Der Waaij, L.H. and Van Arendonk, J.A. (2010). Morphological features of indigenous chicken populations of Ethiopia. *Anim. Gen. Res.* 46,11–23.
- Dayyani, N. y Bakhtiari, H. (2013). Heat stress in poultry: background and affective factors. *Int. J. Adv. Biol. Biomed. Res.* 1, 1409-1413
- Ebeid, T.A., Suzuki, T y Sugiyama, T. (2012) High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poult. Sci.* 91, 2282-2287.
- El-Safty, S.A., Ali, U.M. y Fathi, M.M. (2006) Immunological parameters and laying performance of naked neck and normally feathered genotypes of chicken under winter condition of Egypt. *Inter. J. Poult. Sci.* 5, 780-785.
- Enríquez, M. (2015). Evaluación de dos sistemas de alimentación de tres tipos de alimentos en aves de traspatio Caupichu III, Pichincha 2015. (Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador). Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6538/1/T-UCE-0004-19.pdf>
- ESPAC, INEC. (2016). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. [En línea]: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf
- Estrada, P.M.M., Márquez, G.S.M. y Restrepo, B.L.F. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 20, 288-303.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2012). Marco estratégico de mediano plazo de cooperación de la FAO en agricultura familiar en América Latina y el Caribe 2012-2015.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2002). Avicultura familiar. [En línea]: <https://www.fao.org/Ag/esp/revista/0203sp1.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2013). El maíz en la nutrición humana. [En línea]

<https://www.fao.org/3/t0395s/T0395S03.htm#:~:text=En%20las%20variedades%20comunes%2C%20el,se%20encuentran%20en%20el%20endospermo.>

- Fathi, M., Galal, A., EL-Safty, S. y Mahrous, M. (2013). Naked neck and frizzle genes for improving chickens raised under high ambient temperature: I. Growth performance and egg production. *World. Poult. Sci. J.* 69(4): 813-832. doi:10.1017/S0043933913000834
- Fayeye, T.R., Ayorinde, K.L., Ojo, V. y Adesina, O.M. (2006). Frequency and influence of some major genes on body weight and body size parameters of Nigerian local chickens. *Livestock Res. Rur. Dev.* 18 (3).
- Felver-Gant, J.N.; Mack, L.A.; Dennis, R.L.; Eicher, S.D. y Cheng, H.W. (2012). Genetic variations alter physiological responses following heat stress in 2 strains of laying hens. *Poult. Sci.* 91, 1542–1551.
- Fernández, R., Revidatti, F., Sindik, M., Sanz, P. y Sandoval, G. (2013). Rendimiento productivo y composición corporal de pollos alimentados con harina de poroto mucuna (*Stizolobium deeringianum*) *Rev. vet.* 24(2):102-106.
- Franco-Jiménez, D.J. y Beck M. M. (2007) Physiological Changes to Transient Exposure to Heat Stress Observed in Laying Hens. *Poult Sci*, 86, 538-544.
- Galal, A., Ahmed, A.M.H., Ali, U.M. y Younis, H.H. (2007). Influence of naked neck gene on laying performance and some hematological parameters of dwarfing hens. *Inter. J. Poult. Sci.* (6) 807-813.
- Ghazi, S.H., Habibian, M., Moeini, M.M. y Abdolmohammadi, A.R. (2012). Effects of different levels of organic and inorganic chromium on growth performance and immunocompetence of broilers under heat stress. *Biol. Trace. Elem. Res.* 146, 309–317. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9260-1>
- Goromela E.H., Kwakkel R.P., Verstegen M.W.A. y Katule, A. M. (2008). Effect of season and farming system on the quantity and nutritional quality of scavengable feed resources and performance of village poultry in central Tanzania. *J. Cell. Anim. Biol.* 2,63-71.
- Gudev, D., Popova-Ralcheva, S., Yanchev, I., Moneva, P., Petkov, E y M. Ignatova. (2011). Effect of betaina on egg performance some blood constituents in laying hens reared indoor under natural summer temperatures and varying levels or air ammonia. *Bulgarian J. Agric. Sci.* 17(6): 859-866.
- Guerra, M. (2000). Factores que afectan la calidad del huevo. *Rev. Agric.* 4:38-40.
- Gutiérrez-Ruíz, E., Aranda-Cirerol, F. J., Rodríguez-Vivas, R. I., Bolio-González, M. E., Ramírez-González, S., y Estrella-Tec, J. (2012). Factores sociales de la crianza de animales de traspatio en Yucatán, México, 5 (1): 20-28.

- Gwaza, D. S., y Nachi, E. D. (2015). Effect of naked neck gene on egg and body weight of chickens on free range in selected Nigerian local chicken populations. *J Agric. Vet. Sci.* 8(2), 119-122.
- Hackbart, K. S., Ferreira, R.M., Dietsche, A.A., Socha, M.T., Shaver, R.D., Wiltbank, M.C. y Fricke, P. M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 88, 3856-3870.
- Haunshi, S., Padhi, M. Niranjana., Ullengala., Rajkumar., Murugesan., Shanmugam, y Chatterjee, M. (2013). Comparative evaluation of native breeds of chicken for persistency of egg production, egg quality and biochemical traits. *Indian J. of Anim. Sci.* 83.
- Havlicek, Z y Slama, P. (2011). Effect of heat stress on biochemical parameters of hens. *Proc. ECOp.* 5(1).
- Hernández-Sánchez, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Villalba-Sánchez, C.A., Pérez-Sánchez, R.E., Ortiz-Rodríguez, R. y Juárez-Caratachea, A. (2021). Comportamiento productivo en primer ciclo de gallinas Rhode Island Rojas Y Plymouth Rock Barradas. *South Florida J. Dev. Miami.* 2(3): 4435-4447
- Herrera, G.S.M. (2014). Caracterización y manejo de un sistema de alimentación alternativo en pastoreo, para pollos cuello desnudo heterocigotos. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal, Universidad Agraria de la Habana, Cuba, Pp 165.
- Herrera, G.S.M., Díaz, C.A., Muñoz, R.G., Espinoza, G.I., Romero, R.J. y Solís, B.T. (2015). Productive performance of Rhode Island Red hens fed with foliage shrubs. *Global Advanced Res. J. Agric. Sci.* 4(10): 673-676.
- Herrera, M., Solís, T., Godoy, V., y Benítez, M. (2019). Harina de hojas de yuca (*Manihot esculenta crantz*) en dietas para pollos de engorde de cuello desnudo (Gen Nana). *Rev. Cubana Cien. Agric.* 53 (1): 59-64.
- Hotúa-López, L., Cerón-Muñoz, M., Zaragoza-Martínez, M. y Angulo-Arizala, J. (2021). Backyard poultry: contributions and opportunities for the peasant family. *Agro. Mesoamerican*, 32(3): 1019-1033. <https://doi.org/10.15517/am.v32i3.42903>
- Ige, A.O., Salako, A.E., Yakubu, A. y Adeyemi, S.A. (2012). Qualitative traits characterization of Yoruba and Fulani ecotype indigenous chickens in derived savannah zone of Nigeria. *Inter. J. Poult. Sci.* 11 (10): 616–620.
- INEGI. (2009). Tarímbaro, Michoacán de Ocampo. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Pp 1-2.

- Islam, M.A. (2006) Comparative egg production and egg quality of indigenous full feathered and naked neck chicken at hot-humid climate. *Bangladesh J. Anim. Sci.* 35, 99-105.
- Itza-Ortiz, M. F., Carrera-Chavéz, J. M., Castillo-Castillo, Y., Ruiz-Barrera, O., Aguilar-Urquiso, E. y Sangines-García, J. R. (2016). Caracterización de la avicultura de traspatio en una zona urbana de la frontera Norte de México. *Rev. Cien.* 26 (5): 300-305.
- Jahejo, A.R., Rajput, N., Rajput, N.M., Leghari, I.H., Kaleri, R.R., Mangi, R.A., Sheikh, M. K. y Pirzado, M.Z. (2016). Effects of heat stress on the performance of hubbard broiler chicken. *Cells Anim. Therapeutics.* 2(1): 1–5.
- Jáuregui, R., Flores, H., Vásquez, L. y Oliva, M. J. (2015). Caracterización morfométrica de la gallina de cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicollis*) en la región ch'ortí de Chiquimula, Guatemala / Morphometric characterization of chickens naked neck (*Gallus domesticus nudicollis*) in the ch'ortí, region, Guatemala. *Cien. Tecno. Salud.* 2(1): 5-12
- Juárez-Caratachea, A., Barocio-Uruea, J.N., García-Valladares, A., Gutiérrez-Vázquez, E. y Ortiz-Rodríguez, R. (2016). Efecto del fenotipo (color de plumaje) sobre el peso del huevo y peso vivo de la gallina de traspatio. *Arch Med Vet.* 48, 99-106. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/amv/v48n1/art12.pdf>
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Garcidueñas-Piña, R. y Salas-Razo, G. (2010). Producción de huevos en gallinas criollas Cuello Desnudo (Nana) y con emplume normal (nana) en la región del altiplano mexicano. *Rev. Cubana Cien. Agríc.* 44(3), 287-290
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J., Santos-Ricalde, R. (2010) Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12(1): 109-115 Universidad Autónoma de Yucatán Mérida.
- Juárez-Caratachea, A., Ortiz-Rodríguez, R., Pérez-Sánchez, R. E., Gutiérrez-Vázquez, E. y Val-Arreola, D. (2008). Caracterización y modelación del sistema de producción avícola familiar. *VARD* 20(2).
- Kamboh, A.A., Hang, S.Q., Bakhulgul, M. y Zhu, W.Y. (2013). Effects of genistein and hesperidin on biomarkers of heat stress in broilers under persistent summer stress. *Poult. Sci.* 92, 2411–2418. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02960>
- Keener, K.M., McAvoy, K.C., Foegeding, J.B., Curtis, P.A., Anderson, K.E. y Osborne, J.A. (2006) Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. *Poult. Sci.* 85, 550-555.

- Kgwatalala, P. M., Bolowe, A. M., Thutwa, K. y Nsoso, S. J. (2013). Carcass traits of the naked-neck, dwarf and normal strains of indigenous Tswana chickens under an intensive management system. *Breast*, 62, 0-91.
- Kgwatalala, P., Mothibedi, K., Nsoso, S. J. y Waugh, E. (2016). Growth Performance of Purebred Naked Neck Tswana and Black Australorp x Naked Neck Tswana Crossbred Chickens under an Intensive Management System in Botswana. *Inter. J. Livestock*. doi:10.5455/ijlr.20160608010644.
- Kgwatalala, P.M., Nogayagae, M. y Nsoso, S.J. (2012). Growth performance of different strains of indigenous Tswana chickens under intensive management system. *African J. Agric. Research*. 7: 2438-2445.
- Khatun, R., Azmal, S. A., Sarker, M. S. K., Rashid, M. A., Hussain, M. A. y Miah, M. Y. (2005). Effect of silkworm pupae on the growth and egg production performance of Rhode Island Red (RIR) pure line. *Int. J. Poult. Sci.* 4 (9), 718-720.
- Khawaja, T., Khan, S.H, Mukhtar, N., Parveen, A. y Fareed, G. (2016). Production performance, egg quality and biochemical parameters of three way crossbred chickens with reciprocal F₁ crossbred chickens in sub-tropical environment locomotor activity. *Italian J. Anim. Sci.* 12, 127-132.
- Lara L. J. y Rostagno M.H. (2013). Impacto del estrés por calor en la producción avícola. *Anim.* 3(2), 356-369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Lara, L. L. H., Merino G.C., Gonzáles Q. J., Sánchez R. J. F. y Juárez C A. (2003). Diagnóstico de la avicultura familiar en el municipio de Penjamillo, Michoacán. Memoria XIV Encuentro de Investigación Veterinaria y Producción Animal. 1-3 de Diciembre 2003. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. Pp. 97-194
- López, P.E., M.A. Pro., J.M. Cuca G. y H.P. Pérez. (2012). Situación Actual y Perspectivas de la Ganadería de Traspatio en México y la Seguridad Alimentaria. Memoria del III Foro internacional de Ganadería de Traspatio y Seguridad Alimentaría. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz
- Lourens, H., Van den Brand, Heetkamp, M.J.W., Meijerhof, R. y Kemp, B. (2007). Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poult. Sci.* 86(10): 2194–2199. DOI: <https://doi.org/10.1093/ps/86.10.2194>
- Mahrous, M.Y. y Radwan, L. M. (2011). Impact of Naked Neck (NA) Gene, Sex and their Interaction on Live Growth Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chicks under Summer Season of Egypt. *Egyptian Poult. Sci.* 31: 845-853.

- Martínez-Pérez, M., Vives-Hernández, Y., Rodríguez, S. B. y Pérez-Acosta, O. (2021). Calidad de la canal y la carne en pollos de ceba que consumen Roystonea regia. *Rev. MVZ. Córdoba*. 26(2): 14-21. Doi:<https://doi.org/10.21897/rmvz.1984>
- Martínez, A., Romera, B.M., Lagostena, M.G., Canet, Z.E., Dottavio, A.M. y Di Masso, R.J. (2018). Curvas de postura de tres genotipos de gallinas ponedoras destinadas a sistemas semi-extensivos, en la fase de persistencia [En línea] https://www.fcv.unl.edu.ar/investigacion/wp-content/uploads/sites/7/2018/11/PA_MARTINEZ_CURVAS.pdf
- Martínez, A., Romera, B.M., Staiolo, M.C., Canet, Z.E., Dottavio, A.M. y Di Masso R.J. (2019). Peso corporal a la madurez sexual y comportamiento dinámico del peso del huevo de gallinas Campero Casilda en su primer ciclo de postura.VII Jornada de difusión de la investigación y Extensión; Producción animal. Argentina.
- Mashaly, M. M., Hendricks, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A.O. y Patterson, P. H. (2010). Effect of Heat Stress on Production Parameters and Immune Responses of Commercial Laying Hens. *Poult. Sci.* 83, 889–894.
- Melesse, A. y Negesse, T. (2011). Phenotypic and morphological characterization of indigenous chicken populations in southern region of Ethiopia. *Anim. Gen. Resources*, 49, 19–31.
- Melesse, A., Maak, S., Schmidt, R. y von Lengerken G. (2011). Effect of long-term heat stress on key enzyme activities and T3 levels in commercial layer hens. *Int. J. Livest. Prod.* 2, 107.
- Mench J.A., Sumner D.A. y Rosen-Molina, J.T. (2011). Sustainability of egg production in the United States—the policy and market context. *Poult. Sci.* 90,229-240.
- Moataz, F., Al-Homidan, I., Rayan, G., El-Safty, S., Ebeid, T. y Abou-Emera, O. (2019). Laying performance, immune response and antioxidant properties of hens segregating for naked neck and frizzle genes under low ambient temperature. *Czech J. Anim. Sci.* 216-225.
- Mohammed, M. D., Abdalsalam, Y. I., Kheir, A. M., Jin-yu, W. y Hussein, M. H. (2005). Comparison of the egg characteristics of different Sudanese Indigenous Chickens. *Inter. J. Poult. Sci.* 4, 455.
- Momoh O.M., Egahi J.O., Ogwuche P.O. y Etim V.E. (2010). Variation in nutrient composition of crop contents of scavenging local chickens in North Central Nigeria. *Agric. Biol. J. North. Am.* 1, 912-915.
- Morón-Fuenmayor, O. E., Díaz, D. S., Pietrosevoli, R., Barrera, N., Gallardo, R., Peña, F. y Leal, M. (2008). Efecto de la inclusión de harina de lombriz sobre el rendimiento en canal, en cortes y calidad físico-química de la carne de codorniz (*coturnix coturnix japonica*). *Rev. de la Facultad de Agronomía LUZ.* 25, 674-685.

- Mou, C., Pitel, F., Gourichon, D., Vignoles, F., Tzika, A., Tato, P. y Painter, K.J. (2011). Cryptic patterning of avian skin confers a developmental facility for loss of neck feathering. *PLoS Biology*, 9 (3).
- Moyle, J. (2011). Poultry breed choices for small farms. [En línea] https://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/publications/FS-987%20Choosing%20the%20Best%20Poultry%20Breeds%20for%20your%20Small%20Farm_0.pdf
- Nigussie, D., Waaij, E.H.V. y Johan, A.M.V.A.(2011). Genetic and phenotypic parameter estimates for bodyweights and egg production in Horro chicken of Ethiopia. *Trop. Anim. Health Prod.* 43, 21-28.
- Niu, Z.Y., Liu, F.Z., Yan, Q.L., Li, W.C. (2009). Effects of different levels of vitamin E on growth performance and immune responses of broilers under heat stress. *Poult. Sci.* 88, 2101–2107. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00220>
- Noiva, R.M., Menezes, A.C. y Peleteiro, M.C. (2014). Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BMC Vet. Res.* 10,234.
- Obidi, J.A., Onyeausi, B.I., Ayo, J.O., Rekwot, P.I. y Abdullahi, S.J. (2008). Effect of timing of artificial insemination on fertility and hatchability of shikabrown breeder hens. *Int. J. Poult. Sci.* 7, 1224–1226.
- Oliveros, Y., Montilla J., Puche M., Figueroa R. y Marquina J.(2002). Efecto del índice de temperatura y humedad sobre parámetros productivos y de comportamiento en pollos de engorde en condiciones de clima tropical. *Rev. Arg. Agromet.* 2(2): 205-211.
- Parker , R. (2014). The positive traits of naked neck chickens. [En línea] <http://aviculture-europe.nl/nummers/14E02A13.pdf>
- Pineda, M., Florio, L., Florio, S., Florio, E. y Pineda, Y. (2017). Avicultura familiar como estrategia de seguridad alimentaria en una comunidad del semiarido del estado Lara-Venezuela. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 10, Pp 209-215.
- Portillo de León, K.S. (2007). Caracterización del subsistema avícola de traspatio en el caserío de Chuinahualate, municipio de Nahualá, Departamento de Sololá. Tesis de Licenciatura. Escuela de Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. pp 42.
- Portillo-Salgado, R. (2019). Género y seguridad alimentaria: Rol e importancia de la mujer en la avicultura de traspatio en Tetela de Ocampo, Puebla, México. 23(68): 33-40

- Quintana L. J. A. (2020). Manejo del pollo de engorda durante su primera semana de vida. [En línea] <https://bmeditores.mx/avicultura/manejo-del-pollo-de-engorda-durante-su-primera-semana-de-vida/#:~:text=Durante%20la%20primera%20semana%20se%20recomienda%20fotoperiodo%20de%2023%20horas,es%20importante%20la%20salud%20intestinal>
- Quinteiro-Filho, W.M., Gomes, A.V., Pinheiro, M.L., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paula, V., Astolfi-Ferreira, C.S., Ferreira, A.J y Palermo-Neto, J. (2012). Heat stress impairs performance and induces intestinal inflammation in broiler chickens infected with Salmonella Enteritidis. *Avian. Pathol.* 41,421-427.
- Rajkumar, U., Reddy, B.L.N., Rajaravindra, K.S., Niranjan, M., Bhattacharya, T.K., Chatterjee, R.N., Panda, A.K., Reddy, M.R., y Sharma, R.P. (2010). Effect of naked neck gene on immune competence, serum biochemical and carcass traits in chickens under a tropical climate. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 867-872.
- Ranjan, A., Sinha, R., Devi, I., Rahim, A. y Tiwari, S. (2019). Effect of heat stress on poultry production and their management approaches. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 8 (2): 1548–1555. DOI: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.802.181> .
- Reddy, B.L.N., Sharma, R.P., Niranjan, M. y Chatterjee, R.N. (2008). Evaluation of performance of Naked neck (Na/Na,Na/na) and dwarf (dw/dw, dw/-) gene lines under low selection intensity. *Indian J. Anim.Sci.* 78, 975-79
- Renaudeau, D., Collin A., Yahav, S, de Basilio, V., Gourdine, J.L. y Collier R.J (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Anim.* 6, 707-728.
- Rodríguez, G., Aznar, J., Camacho, M. E., Carolino, N., Hernández, J. S., Lanari, M., Perezgrovas, R., Reising, C. A., Stemmer, A. y Zaragoza, L. (2012). El Traspatio fomentado como una opción de producción sustentable por un colectivo de conbiand. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2, Pp 263–266.
- Ruiz H., Ruíz B. y Mendoza P. (2014). Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio del Municipio de Pantepec, Chiapas. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, Pp 41 - 43.
- Ruiz S., H. (2013). Caracterización del sistema de producción de aves de traspatio en áreas de alta marginación del Estado de Chiapas. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chiapas).
- Santos L, M.(2021). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de cuatro grupos de gallinas en un sistema de traspatio semi intensivo. Tesis de maestría en Producción y Sanidad Animal. Universidad del Mar Oaxaca. Mexico.

- Santos, M., Lon-Wo, E., Savón, L. y Herrera, M. (2014). Comportamiento productivo de pollos cuello desnudo heterocigotos en pastoreo, con diferentes espacios vitales y harina de hojas de *Morus alba* en la ración. *Rev. Cubana de Cien. Agric.* 48(3): 265-269.
- Sarker, N.R., Hoque, A., Faruque, S., Islam, N. y Bhuiyan, F.H. (2014). An ex situ study on body characteristics and effect of plumage color on body weight of indigenous chicken (*Gallus domesticus*) in Bangladesh. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36 (1): 79–84.
- Sarmiento-Franco L. A., Santos-Flores, J., López-Burgos, L., Gutiérrez-Triay, M., Santos-Ricalde, R., Carvajal-Hernández, M., Molina-Canul, G. y Segura, J. (2007). Características de la avicultura de traspatio en el Municipio de Tetz, Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 7. 217-224.
- SAS (Statistical Analysis System). (2010). SASTM Software Version 6.0. Statistical Analysis System Institute. USA.
- Savón, L., Lon-Wo, E., Gutiérrez, O. y Herrera, M. (2014). Inclusión de harina de hojas de *Morus alba*: su efecto en la retención aparente de nutrientes, comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos cuello desnudo. *Rev. Cub. Cienc. Agríc.* 48(3): 259-264.
- Scherf, B. D. (2000). World watch list for domestic animal diversity (No. Ed. 3). Food and Agriculture Organization (FAO).
- SIAP.(2022). Producción ganadera. [En línea] <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- Sistemas Agropecuarios JAT. (2016). Producción Avícola: Pasado Presente y Futuro, en línea <https://www.avicultura.mx/destacado/Produccion%20Avicola:-Pasado-Presente-y-Futuro>
- Skrbic, Z., Pavlovski, Z. y Lukić, M. (2009). Stocking density. Factor of production performance, quality and broiler welfare. *Biotec. Anim. Husbandry*, 25 (5-6): 359-372.
- Sohai, M.U., Hume M.E., Byrd J.A., Nisbet D.J., Ijaz A., Sohail A., Shabbir M.Z. y Rehman, H. (2012). Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 91 2235-2240
- Solís-Barros, T., Herrera-Gallo, M., Barrera-Alvarez, A., Macías-Veliz, J. y Vásquez-Morán, J. (2017). Naked neck chickens fed with flour *Morus alba* and Pigeon pea. *Cien. y Tec.* 10(2), 41–46. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v10i2.206>
- Suchini-Ramírez, M. y Villela-Constanza, E. (2017). Determinación de requerimientos nutricionales en reproductoras criollas cuello desnudo (*Gallus domesticus*)

nudicullis) en etapa de inicio, bajo un sistema intensivo. *Revista ciencia multidisciplinaria CUNORI*, 1,

- Tabler, T., Clark, F.D. y Wells, J. (2017). Choosing the Right Breed for Your Backyard Flock. Publication 3036 (POD-02-17). Mississippi State University
- UNA, 2020 Situación de la Avicultura Mexicana Expectativas 2021. [En línea] <https://una.org.mx/industria/#:~:text=Expectativas%202021&text=Se%20pronostica%20que%20la%20producci%C3%B3n,de%202.9%20millones%20de%20toneladas>
- Usman, M., Basheer, A., Akram, M. y Zahoor, I. (2014). A comparative study of production performance and egg quality parameters of Naked-Neck and indigenous Aseel chicken of Pakistan. *J. basic & App. Sci.*, 10,160.
- Winkler, J.(1921). Poultry Breeding. Patria Publisher PLC, Budapest (in Hungarian).
- Winsemius, H. C., Dutra, E., Engelbrecht, F. A., Archer Van Garderen, E., Wetterhall, F., Pappenberger, F. y Werner, M. G. F. (2014).The potential value of seasonal forecasts in a changing climate in southern Africa, *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 18, 1525–1538, <https://doi.org/10.5194/hess-18-1525-2014>
- Yakubu, A., Ogah, D.M. y Barde, R.E. (2008). Productivity and egg quality characteristics of free range naked neck and normal feathered Nigerian indigenous chickens. *Inter. J. Poult Sci.* 7, 579-585.
- Yepes, C. W.A. (2019). Evaluación del sistema de pastoreo en pollos de engorde y su efecto en parámetros productivos en el municipio de Palmira, Valle del Cauca. [En línea] <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/117>
- Zaragoza, L. (2012). Caracterización fenotípica, producción y uso tradicional de gallinas locales en Los Altos de Chiapas. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla. Pp 137.

XIII. ANEXOS

Tabla 13. Correlaciones de Pearson para rendimiento en canal de machos cuello desnudo

	PV	PSS	PDS	PSP	PDP	PC	PAT	COR	HIG	moLLE
PSS	0.76*									
PDS	-0.32 ^{NS}	-0.71*								
PSP	0.97**	0.86*	-0.53 ^{NS}							
PDP	0.64*	0.24 ^{NS}	0.26 ^{NS}	0.46 ^{NS}						
PC	0.92*	0.70*	-0.32 ^{NS}	0.92**	0.41 ^{NS}					
PAT	0.77*	0.53 ^{NS}	-0.38 ^{NS}	0.78*	0.39 ^{NS}	0.75*				
COR	-0.08 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.03 ^{NS}	-0.06 ^{NS}	-0.24 ^{NS}	0.09 ^{NS}	-0.51 ^{NS}			
HIG	0.008 ^{NS}	0.05 ^{NS}	-0.27 ^{NS}	0.08 ^{NS}	-0.19 ^{NS}	0.03 ^{NS}	-0.22 ^{NS}	0.45 ^{NS}		
moLLE	-0.68*	-0.33 ^{NS}	0.29 ^{NS}	-0.69*	-0.31 ^{NS}	-0.77*	-0.64*	-0.18 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	
moVA	-0.69*	-0.35 ^{NS}	0.35 ^{NS}	-0.72*	-0.28 ^{NS}	-0.78*	-0.75*	-0.01 ^{NS}	-0.11 ^{NS}	0.98**
VICE	-0.59 ^{NS}	-0.57 ^{NS}	0.39 ^{NS}	-0.59 ^{NS}	-0.58 ^{NS}	-0.44 ^{NS}	-0.63*	0.43 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.26 ^{NS}
PIER	0.86*	0.56 ^{NS}	-0.22 ^{NS}	0.82*	0.55 ^{NS}	0.89*	0.82*	-0.16 ^{NS}	-0.10 ^{NS}	-0.69*
MUS	0.78*	0.43 ^{NS}	-0.26 ^{NS}	0.77*	0.48 ^{NS}	0.80*	0.92**	-0.26 ^{NS}	-0.17 ^{NS}	-0.84*
rab	0.74*	0.69*	-0.39 ^{NS}	0.79*	0.07 ^{NS}	0.86*	0.48 ^{NS}	0.29 ^{NS}	0.12 ^{NS}	-0.63*
hua	0.77*	0.53 ^{NS}	-0.22 ^{NS}	0.78*	0.19 ^{NS}	0.88**	0.54 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.11 ^{NS}	-0.76*
alas	0.83*	0.53 ^{NS}	-0.17 ^{NS}	0.81*	0.46 ^{NS}	0.85*	0.83*	-0.29 ^{NS}	-0.32 ^{NS}	-0.61 ^{NS}
PESC	0.77*	0.68*	-0.31 ^{NS}	0.75*	0.62 ^{NS}	0.52 ^{NS}	0.69*	-0.49 ^{NS}	-0.11 ^{NS}	-0.20 ^{NS}
caB	0.31 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.09 ^{NS}	0.22 ^{NS}	0.60 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.23 ^{NS}	-0.56 ^{NS}	-0.23 ^{NS}	0.28 ^{NS}
PechH	0.75*	0.58 ^{NS}	-0.19 ^{NS}	0.73*	0.37 ^{NS}	0.89*	0.61 ^{NS}	0.21 ^{NS}	-0.05 ^{NS}	-0.66*
MscMA	0.81*	0.69*	-0.19 ^{NS}	0.77*	0.57 ^{NS}	0.82*	0.42 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.12 ^{NS}	-0.54 ^{NS}
MscME	0.74*	0.54 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.64*	0.77*	0.69*	0.43 ^{NS}	0.02 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	-0.37 ^{NS}
PSH	0.76*	0.68*	-0.13 ^{NS}	0.69*	0.73*	0.68*	0.49 ^{NS}	-0.03 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	-0.33 ^{NS}
MSH	0.97**	0.74*	-0.27 ^{NS}	0.93**	0.67*	0.90*	0.70*	0.06 ^{NS}	0.006 ^{NS}	-0.72*

	moVA	VICE	PIER	MUS	raba	huacal	alas	PESC	caB	PechH	musc MA	musc ME	PSH
VICE	0.36 ^{NS}												
PIER	-0.75*	-0.69*											
MUS	-0.89**	-0.54 ^{NS}	0.85*										
rab	-0.61 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.55 ^{NS}	0.53 ^{NS}									
hua	-0.73*	-0.05 ^{NS}	0.62*	0.64*	0.96**								
alas	-0.69*	-0.57 ^{NS}	0.86*	0.79*	0.67*	0.74*							
PESC	-0.28 ^{NS}	-0.67*	0.58 ^{NS}	0.51 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.32 ^{NS}	0.64*						
caB	0.19 ^{NS}	-0.60 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.03 ^{NS}	-0.22 ^{NS}	-0.21 ^{NS}	0.32 ^{NS}	0.74 ^{NS}					
PechH	-0.65*	-0.49 ^{NS}	0.89*	0.72*	0.65*	0.67*	0.70*	0.33 ^{NS}	-0.03 ^{NS}				
MscMA	-0.49 ^{NS}	-0.52 ^{NS}	0.78*	0.53 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.60 ^{NS}	0.57 ^{NS}	0.47 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.88*			
MscME	-0.35 ^{NS}	-0.67*	0.80*	0.50 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.39 ^{NS}	0.60 ^{NS}	0.51 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.78*	0.89*		
PSH	-0.31 ^{NS}	-0.71*	0.76*	0.52 ^{NS}	0.39 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.54 ^{NS}	0.58 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.75 ^{NS}	0.87*	0.97**	
MSH	-0.70*	-0.60 ^{NS}	0.85*	0.78*	0.70*	0.73*	0.77*	0.69*	0.24 ^{NS}	0.82*	0.89*	0.79*	0.81*

*= P < 0.05; **= P < 0.01; ^{NS}=P > 0.05

Tabla 14. Correlaciones de Pearson para rendimiento en canal de machos plumaje completo

	PV	PSS	PDS	PSP	PDP	PC	PAT	COR	HIG	moLLE
PSS	0.94**									
PDS	-0.16 ^{NS}	-0.28 ^{NS}								
PSP	0.98**	0.95**	-0.30 ^{NS}							
PDP	0.03 ^{NS}	-0.09 ^{NS}	0.54 ^{NS}	-0.09 ^{NS}						
PC	0.92**	0.82*	-0.21 ^{NS}	0.91*	0.10 ^{NS}					
PAT	0.89*	0.84*	-0.34 ^{NS}	0.90*	-0.04 ^{NS}	0.83*				
COR	0.42 ^{NS}	0.28 ^{NS}	-0.20 ^{NS}	0.41 ^{NS}	0.37 ^{NS}	0.58 ^{NS}	0.59 ^{NS}			
HIG	0.39 ^{NS}	0.29 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.35 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.23 ^{NS}	0.44 ^{NS}	0.46 ^{NS}		
moLLE	0.46 ^{NS}	0.30 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	0.48 ^{NS}	-0.13 ^{NS}	0.49 ^{NS}	0.37 ^{NS}	0.47 ^{NS}	0.35 ^{NS}	
moVA	0.27 ^{NS}	0.17 ^{NS}	-0.47 ^{NS}	0.33 ^{NS}	-0.36 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.48 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.36 ^{NS}	0.59 ^{NS}
VICE	0.83*	0.72*	0.24 ^{NS}	0.78*	0.02 ^{NS}	0.80*	0.63*	0.23 ^{NS}	0.12 ^{NS}	0.49 ^{NS}
PIER	0.93**	0.81*	-0.23 ^{NS}	0.93**	0.03 ^{NS}	0.94**	0.94**	0.59 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.49 ^{NS}
MUS	0.96**	0.91*	-0.20 ^{NS}	0.95**	-0.008 ^{NS}	0.92**	0.90*	0.37 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.30 ^{NS}
rab	0.79*	0.65 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.77*	0.07 ^{NS}	0.94**	0.66*	0.53 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.56 ^{NS}
hua	0.68*	0.47 ^{NS}	-0.05 ^{NS}	0.66*	0.11 ^{NS}	0.87*	0.59 ^{NS}	0.57 ^{NS}	0.04 ^{NS}	0.60 ^{NS}
alas	0.91*	0.83*	-0.32 ^{NS}	0.92**	-0.06 ^{NS}	0.93**	0.82*	0.38 ^{NS}	0.14 ^{NS}	0.40 ^{NS}
PESC	0.75*	0.65*	-0.33 ^{NS}	0.75*	0.20 ^{NS}	0.75*	0.91*	0.65*	0.54 ^{NS}	0.18 ^{NS}
caB	0.64*	0.67*	-0.57 ^{NS}	0.68*	0.003 ^{NS}	0.51 ^{NS}	0.65*	0.24 ^{NS}	0.51 ^{NS}	0.16 ^{NS}
PechH	0.82*	0.76*	-0.07 ^{NS}	0.80*	0.04 ^{NS}	0.91*	0.64*	0.36 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.34 ^{NS}
MscMA	0.86*	0.73*	-0.008 ^{NS}	0.84*	-0.10 ^{NS}	0.86*	0.68*	0.36 ^{NS}	0.16 ^{NS}	0.71*
MscME	0.90*	0.82*	-0.26 ^{NS}	0.90*	0.04 ^{NS}	0.99**	0.79*	0.55 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.52 ^{NS}
PSH	0.78*	0.63 ^{NS}	-0.15 ^{NS}	0.78*	-0.05 ^{NS}	0.76*	0.72*	0.45 ^{NS}	0.52 ^{NS}	0.77*
MSH	0.87*	0.80*	-0.20 ^{NS}	0.88*	-0.08 ^{NS}	0.76*	0.87*	0.47 ^{NS}	0.53 ^{NS}	0.63*

	moVA	VICE	PIER	MUS	raba	huacal	alas	PESC	caB	PechH	musc MA	musc ME	PSH
VICE	0.13 ^{NS}												
PIER	0.47 ^{NS}	0.77*											
MUS	0.27 ^{NS}	0.80*	0.94**										
rab	0.19 ^{NS}	0.83*	0.83*	0.79*									
hua	0.25 ^{NS}	0.74*	0.77*	0.68*	0.96**								
alas	0.18 ^{NS}	0.72*	0.86*	0.92*	0.84*	0.77*							
PESC	0.43 ^{NS}	0.42 ^{NS}	0.87*	0.80*	0.55 ^{NS}	0.52 ^{NS}	0.70*						
caB	0.26 ^{NS}	0.14 ^{NS}	0.55 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.25 ^{NS}	0.17 ^{NS}	0.65*	0.68*					
PechH	*-0.06 ^{NS}	0.82*	0.76*	0.83*	0.93**	0.84*	0.90*	0.49 ^{NS}	0.33 ^{NS}				
MscMA	0.33 ^{NS}	0.94**	0.83*	0.80*	0.89*	0.83*	0.80*	0.45 ^{NS}	0.26 ^{NS}	0.83*			
MscME	0.26 ^{NS}	0.79*	0.91*	0.90*	0.95**	0.87*	0.91*	0.69*	0.49 ^{NS}	0.92*	0.87*		
PSH	0.66*	0.73*	0.85*	0.72*	0.72*	0.71*	0.65*	0.62*	0.40 ^{NS}	0.54 ^{NS}	0.85*	0.76*	
MSH	0.63 ^{NS}	0.73*	0.89*	0.82*	0.63*	0.55 ^{NS}	0.68*	0.71*	0.52 ^{NS}	0.54 ^{NS}	0.80*	0.75*	0.89*

*= P < 0.05; **= P < 0.01; ^{NS}=P > 0.05