

## ECLOSIÓN, MUERTE EMBRIONARIA Y CRECIMIENTO DE POLLITOS EN GALLINAS DOBLE PROPÓSITO Y DE RIÑA BAJO CONDICIONES HIPOBÁRICAS NATURALES

### Hatching, embryo death and chicks growth in dual purpose and brawl hens under natural hypobaric conditions

Manuel Paredes<sup>1</sup>\*, Talía Quispe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de  
Ingeniería en Ciencias  
Pecuarias de la  
Universidad Nacional  
de Cajamarca, Perú.

\* Corresponding author:  
Manuel Paredes.  
E-mail:  
[mparedes@unc.edu.pe](mailto:mparedes@unc.edu.pe)

Recibido: xx/xx/2021

Aceptado: xx/xx/2021

Publicado: 31/12/2021

#### ABSTRACT

The present study aimed to compare results for hatchability and growing performance of chicks from 2 biotypes, dual purpose (DP) and brawl (BR), in hypobaric conditions (2718 m above sea level). In experiment 1, a total of 352 hatching eggs were randomly arranged, 176 egg of DP y 176 BR. In experiment 2, a total of 114 one-day-old unsexed chickens were reared for 28 d. The experimental design for hatchability and chick performance variables was completely randomized with 2 treatments (DP and BR). There were no differences between the studied treatments for hatchability results ( $p > 0.05$ ). Hens' biotype affected chicken performance in the rearing phase ( $p < 0.01$ ), where the DP chickens had better body weight and feed conversion than BR, but BR chickens had lower mortality than DP chickens.

**Keywords:** hatchability, dual-purpose chicken, brawl chicken, performance

#### RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo comparar los resultados de incubabilidad y comportamiento de pollitos en crecimiento de dos biotipos, doble propósito (DP) y pelea (BR) en condiciones hipobáricas a 2718 msnm. En el experimento 1, se ordenaron al azar un total de 352 huevos para incubar, 176 huevos de DP y 176 BR. En el experimento 2, se criaron un total de 114 pollos sin sexar de un día de edad durante 28 días. El diseño estadístico para las variables de incubabilidad y rendimiento de los pollitos fue completamente al azar con 2 tratamientos (DP y BR). No se observaron diferencias entre los tratamientos estudiados para los resultados de incubabilidad ( $p > 0,05$ ). El biotipo de las gallinas afectó el rendimiento de los pollos en la fase de cría ( $p < 0,01$ ), donde los pollos DP tuvieron un mejor peso corporal y conversión alimentaria que los BR, pero los pollos BR tuvieron una mortalidad menor que los pollos DP.

**Palabras clave:** incubabilidad, pollo doble propósito, pollo de pelea, performance.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas avícolas peruanas dedicadas a la incubación de huevos fértiles durante el año 2020 lograron colocar en las diferentes granjas comerciales alrededor de 730, 28 y 6 millones de pollos BB de las líneas de carne, de postura y pollos cruzados (PCr), respectivamente (MIDAGRI, 2021). Se observa en el boletín estadístico avícola, que la colocación de aves BB de PCr ha superado a la de pavos y patos de engorde. Estas cifras tendrían relación con una serie de cruzamientos realizados a fin de mejorar la productividad cárnica y de huevos de la gallina criolla. Actualmente, mediante cruzamientos del pollo carioco peruano con razas Rhode Island Red, New Hampshire, Cochinchina y Poland se ha obtenido el denominado pollo Criollo Mejorado (Palomino, 2015). Estos pollos prosperan en zonas donde aves de líneas cárnicas o de postura no obtienen indicadores productivos eficientes y rentables. El pollo cruzado (PCr) en condiciones inhóspitas se constituye en una alternativa avícola, logrando pesos corporales en machos que superan 3 kg a las 16 semanas de edad y hembras que alcanzan el pico de producción de huevos con 81.3% (Paredes y Raico, 2021). Por tanto, el PCr se sitúa dentro del grupo de aves doble propósito (DP) de acuerdo a la concepción de Leenstra et al. (2011), quienes clasifican a las aves DP en machos que se crían para el engorde y hembras para la puesta. Genéticamente el PCr peruano está compuesto por razas como Rhode Island Red y New Hampshire que son dos de las principales gallinas DP en el mundo (Lambertz et al., 2018).

De otro lado, el pollo indígena del biotipo riña (BR) pertenece al grupo de aves de entretenimiento, sin embargo, en el Perú, así como en muchos países en desarrollo estas aves indígenas también contribuyen socioeconómicamente a la seguridad alimentaria de los hogares (Mujyambere et al., 2021). Los pollos BR se crían en todas las regiones del Perú y su reproducción se realiza de manera natural logrando camadas por lo general de 8 pollitos, por lo que muchos criadores de esta especie recurren a la incubación artificial (Padilla, 2007). En gallinas BR de 40 semanas de edad y 1704 g de peso corporal se determinaron porcentajes de eclosión de 44,71%, a partir de huevos de 38,8 g e incubados artificialmente (Rajkumar et al., 2017). No obstante, en toda evaluación de rendimiento reproductivo se debe tener presente que las variaciones en la fertilidad y la incubabilidad pueden deberse a las diferencias en la edad de las aves y las condiciones ambientales (Haunshi et al., 2011).

En la sierra peruana se cuenta con una diversidad de aves criollas, adaptadas a las condiciones ambientales de frío e hipoxia, sin embargo, debido a los constantes cruzamiento que se dan en las aves BR con gallos traídos de la región de la costa, surge la necesidad de evaluar sus parámetros de incubabilidad bajo condiciones de altura. Por otro lado, el masivo repoblamiento con pollos DP en todo el territorio peruano y principalmente en la región de la sierra donde no se desarrolla avicultura industrial, ha provocado en crianzas traspatio, la existencia de gallinas que ya no realizan incubación natural y con otros cambios en el comportamiento reproductivo como ausencia de cloquera. Por tanto, se hace necesario determinar y evaluar los resultados de la incubación artificial en la reproducción de la moderna gallina criolla (DP) que viene poblando las crianzas familiares del campesinado a nivel de sierra peruana, y también de la gallina BR a fin de

mejorar posteriormente la tecnología de la incubación artificial de huevos de gallina en la misma región serrana, que por lo general ha sido adversa, lo que se refleja en la ausencia de empresas de incubación en la región andina del Perú. Atendiendo la necesidad de determinar indicadores de incubación artificial en la sierra peruana sobre 2700 msnm, se planteó el presente estudio con el objetivo de determinar el nivel de eclosión y la mortalidad embrionaria de huevos de los biotipos DP y BR, bajo condiciones hipobáricas naturales del valle de Cajamarca, con la posterior medición del crecimiento post eclosión de los pollos nacidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del estudio

El estudio se realizó en la granja avícola experimental de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias de la Universidad Nacional de Cajamarca (GAE-UNC), ubicada entre las coordenadas 7°09'49"S de latitud y 78°30'00"O de longitud, a una altitud sobre el nivel del mar de 2718 m, en la provincia de Cajamarca, Perú. En el exterior de la sala de incubación, las temperaturas promedio fueron entre 13 y 22 °C durante el día y durante la noche las temperaturas oscilaron entre -2 y 10 °C, con una humedad relativa promedio de 68%.

### Procedencia de las aves reproductoras y de los huevos fértiles

Los biotipos de gallinas reproductoras que proveyeron huevos fértiles para el presente experimento fueron las gallinas doble propósito (DP) obtenidas a partir de pollos BB adquiridos de la empresa ISAMISA de Lima, Perú, que crecieron desde un día de edad en la GAE-UNC, Cajamarca. El otro grupo de gallinas de biotipo riña (BR) también crecieron desde un día de edad, con el mismo manejo y regímenes de alimentación que los pollos DP en la GAE-UNC. Estas gallinas se obtuvieron a partir de una colecta de pollos BR recién nacidos, en criaderos familiares localizados en el valle Cajamarca. Los pollos BB de ambos genotipos a su llegada a la GAE-UNC fueron recepcionados en cercas de crianza diferentes y alimentados con piensos formulados para pollos de crecimiento lento sugeridos por Santomá y Mateos (2018), comprendiendo un pienso de iniciación con 19,6% de proteína cruda (PC) y 2850 kcal/kg de energía metabolizable (EM), pienso de crecimiento desde 29 hasta 56 días de edad, con 16,3% de PC y 2900 kcal/kg de EM; y el pienso de desarrollo con 14,3% de PC y 2950 kcal/kg de EM, desde los 57 días hasta el inicio de la postura. A las 16 semanas de edad fueron separadas las hembras de los machos

A las veinte semanas de edad las gallinas iniciaron la oviposición y se introdujeron los machos al corral de las hembras a razón de un macho por cada 5 gallinas. Las gallinas fueron alimentadas con pienso de postura, cuya composición de ingredientes y contenido nutricional se indican en la Tabla 1. Los huevos fértiles fueron colectados de 30 gallinas, 15 DP y 15 BR y a diferentes edades de las reproductoras: 25, 30, 35 y 40 semanas, con periodos de almacenamiento de los huevos no mayor de 7 días.

### Proceso de incubación y diseño experimental

Se utilizó la incubadora de una sola etapa, modelo XM-18D y con capacidad de 88 huevos. Esta máquina cuenta con sensores de temperatura ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) y sensor de humedad relativa ( $\pm 1\%$ )

de HR). La misma máquina cumple la función de nacedora. La incubadora se mantuvo a la misma temperatura durante todo el periodo de incubación, 37,5°C del día 1o al 23o. La humedad relativa se mantuvo en 65% durante todo el experimento. La incubadora rotó los huevos cada dos horas. Estas condiciones se repitieron con el segundo, tercer y cuarto lote de huevos fértiles. A los 18 días de incubación se bajaron los huevos a la nacedora, separados en dos grupos de huevos según tratamiento (DP y BR).

**Tabla 1.** Composición de ingredientes y contenido nutricional estimado de los piensos de postura e iniciador para pollos recién eclosionados (%).

	Postura	Pollo BB
<b>Ingredientes</b>		
Maíz amarillo	19,0	50,0
Arroz quebrado	25,0	9,0
Polvillo de arroz	18,0	--
Afrecho de trigo	5,0	--
Torta de soya	21,0	34,0
Aceite de palma	2,0	3,0
Carbonato de calcio	8,0	1,2
Fosfato monodivale	1,3	2,0
Sal común	0,4	0,4
DL-Metionina	0,2	0,1
L-Lisina HCl	--	0,1
Premezcla de vitaminas y minerales <sup>1</sup>	0,1	0,1
<b>Contenido nutricional estimado</b>		
Materia seca	89,03	87,87
Proteína cruda	15,54	19,49
Energía metabolizable, Kcal/kg	2700	2945
Fibra cruda	3,89	3,13
Lisina total	0,84	1,12
Metionina total	0,46	0,46
Calcio	3,51	1,07
Fósforo disponible	0,35	0,46
Sodio	0,18	0,18

<sup>1</sup> Cada kg contiene: Vitamina A 8000000 UI, Vitamina D3 2000000, Vitamina E 10000 UI, Vitamina K3 2,5 g, Riboflavina 3,5 g, Cianocobalamina 10 mg, Ácido pantoténico 5 g, Ácido fólico 500 mg, Niacina 15 g, Manganeso 55 g, Zinc 45 g, Hierro 35 g, Cobre 5 g, Yodo 1 g, Selenio 100 mg.

Se utilizaron 44 huevos incubables por cada tratamiento en cada una de las repeticiones, ubicados al azar en una misma bandeja, previo descarte de huevos rotos, sucios, microfracturados y deformes, pesados e identificados. El estudio se realizó con 352 huevos aparentemente fértiles, 176 de las gallinas DP y 176 de las gallinas BR, puestos en cuatro periodos diferentes, según la edad de las gallinas, constituyéndose cada lote de huevos según edad en una repetición. Los huevos fueron asignados a dos tratamientos en la misma incubadora, siendo los tratamientos los biotipos de gallina. Por tanto, la investigación se ajustó a un diseño completamente al azar con dos tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

#### Mediciones de incubación y eclosión

Todos los huevos fueron pesados, numerados individualmente y ubicados aleatoriamente. En el día 18 de incubación, todos los huevos se examinaron al trasluz y con evidencia de un embrión se transfirieron de la bandeja giratoria a la cesta de nacimientos, dividida en dos mitades para contener los huevos según tratamientos. La incubación se detuvo a los 23 días, se pesaron todos los polluelos nacidos para determinar peso relativo del pollito, definido como la relación de peso del

pollito y el peso del huevo al inicio de la incubación. Todos los huevos sin eclosionar se abrieron para determinar la verdadera fertilidad y el momento de mortalidad embrionaria por evaluación visual. Se expresó la incubabilidad como el porcentaje de pollitos con respecto a los huevos fértiles. La mortalidad embrionaria se expresó como el porcentaje de embriones muertos respecto a los huevos fértiles. Se determinó mortalidad embrionaria temprana y tardía de acuerdo de acuerdo con el hallazgo de estructuras embrionarias.



**Figura 1.** Inicio de la eclosión del pollito doble propósito (DP) y biotipo riña (BR). Casos de mortalidad embrionaria tardía (MTA) y mortalidad embrionaria temprana (MTE).

#### Fase de crecimiento

Al nacer, los pollos asignados según tratamiento durante la fase de incubación, se pesaron y se agruparon en dos lotes luego de terminado cada periodo de incubación. Un total de 108 pollos sin sexar de los dos grupos 57 DP y 53 BR fueron evaluados por un periodo de crecimiento de 28 días. Cada grupo genético de pollos constituyó un tratamiento con 4 repeticiones cada uno de acuerdo a los cuatro periodos de incubación, estando conformada la primera repetición de 11 pollos DP y 12 BR, la segunda repetición de 13 pollos DP y 14 BR, la tercera repetición de 15 pollos DP y 18 pollos BR, y la cuarta repetición de 18 DP y 15 BR. Las aves fueron alimentadas con una dieta de iniciación, según se indica en la Tabla 1, de acuerdo a las recomendaciones nutricionales de la Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal (FEDNA), escritas por Santomá y Mateos (2018). El agua y el alimento se suministraron ad libitum desde el día 1 hasta el 28 después de la eclosión. La temperatura se mantuvo a 33 °C durante el primer día, y luego se redujo gradualmente a 3 °C por semana hasta alcanzar 21 °C en el día 28. Se utilizó un programa de luz de 24 h desde el día 0 hasta el final del ensayo.

El peso corporal y el consumo de alimento de cada grupo experimental se registraron los días 0, 14 y 28, y luego la ganancia media diaria (GMD), el consumo medio diario de

alimento (CMD) y el índice de conversión alimentaria (ICA) fueron determinados al final del estudio. El número de pollos muertos se registró para determinar la tasa de mortalidad durante toda la fase de crecimiento evaluada.

### Análisis estadístico

En ambas fases, de incubación y crecimiento los datos se analizaron utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS Institute Inc., 2010) apropiado para un diseño completamente al azar. En la fase 1, la bandeja de huevos por cada biotipo sirvió como unidad experimental de incubabilidad, mortalidad embrionaria, peso de pollito y relación peso de pollo entre peso de huevo. En la fase 2, los datos de las variables de respuesta en crecimiento se analizaron en cada corral según biotipo. La normalidad y homogeneidad de las varianzas fueron evaluadas por las pruebas de Shapiro-Wilk. Los resultados son presentados como las medias + error estándar de las medias. La mortalidad se calculó por tratamiento y se analizó mediante pruebas de chi-cuadrado.

## RESULTADOS

### Fertilidad, incubabilidad, mortalidad embrionaria y peso del pollo nacido

No se observó diferencias asociadas al biotipo DP y BR en los indicadores de incubación. La incubabilidad de los huevos fértiles, la mortalidad embrionaria y el peso del pollo a la eclosión se muestran en la Tabla 2. No se encontró influencia del biotipo de gallina sobre la mortalidad embrionaria temprana o tardía. Pero el peso vivo del pollo eclosionado del grupo DP fue significativamente ( $p < 0,01$ ) más alto que el del grupo BR, lo cual guarda estrecha relación con el peso del huevo. Sin embargo, el ratio peso de pollo/peso de huevo, fue mayor ( $p < 0,05$ ) en el tratamiento BR.

**Tabla 2.** Incubabilidad de huevos fértiles\* de gallinas doble propósito (DP) y de biotipo riña (BR), mortalidad embrionaria y peso del pollo a la eclosión.

Parámetros	Doble propósito	Biotipo riña	Valor p
Peso del huevo incubable, g	60,8±2,3	45,0±1,4	0,004
Fertilidad, %	91,4±4,6	92,0±2,9	0,428
Eclosión de huevos fértiles, %	33,4±3,2	36,9±5,2	0,353
Mortalid. embrionaria temprana, %	31,1±2,4	30,3±3,3	0,342
Mortalidad embrionaria tardía, %	35,5±2,6	32,7±2,2	0,183
Peso del pollo eclosionado, g	40,9±0,4	31,6±0,8	0,007
Ratio de pesos pollo/huevo	0,67±0,02	0,70±0,01	0,038

\* Durante todo el experimento se utilizó 176 huevos incubables por cada biotipo, 161 huevos fértiles DP y 162 BR

### Comportamiento productivo de los pollos en crecimiento

El peso mayor de los pollos DP (40,9 g) en relación al peso de los pollos BR (31,6) al momento de la eclosión se mantuvo hasta el final del periodo de crecimiento evaluado. Los resultados de rendimiento durante 1 a 28 días de edad se muestran en la Tabla 3, teniendo el biotipo de gallina influencia sobre los resultados. Los pollos DP tuvieron un aumento de peso más alto ( $p < 0,01$ ) en comparación con los pollos BR. Del mismo modo las diferencias entre los dos tipos de pollo fueron observados también para el consumo de alimento y conversión alimentaria, con pollos DP que tuvieron un mayor CMD e ICA que los pollos

BR ( $p < 0,01$ ). Se observó diferencias asociadas al biotipo de gallinas ( $p < 0,05$ ) en la mortalidad de los pollos.

**Tabla 3.** Rendimiento en lote mixto de pollos doble propósito (DP) y biotipo riña (BR) durante el periodo post eclosión hasta 28 días de edad.

Parámetros	Doble propósito	Biotipo riña	Valor p
Peso final, g	410,4±21,1	253,5±7,0	0,006
Ganancia media diaria, g	13,2±0,7	7,9±0,2	0,009
Consumo medio diario, g	39,5±2,6	30,7±2,1	0,008
Índice de conversión alimentaria	2,9±0,1	3,9±0,2	0,003
Mortalidad*, %	12,3	3,5	0,043

\* Mortalidad fue analizada por prueba de chi cuadrado.

## DISCUSIÓN

Los resultados de incubabilidad del presente estudio no muestran diferencias en cuanto al porcentaje de eclosión y mortalidad embrionaria, pese a la gran diferencia existente en el peso corporal de las reproductoras y peso de huevos marcados por el biotipo de gallina, lo cual podría reflejar el manejo similar de los huevos antes y durante la incubación. Los pesos de los pollitos en relación con el peso del huevo mostraron diferencias estadísticas, sin embargo, estos valores (0.67 y 0.70) son similares a los reportados por Onbasilar et al. (2017) quienes encontraron ratios de 0,69, 0,72 y 0,68 en el híbrido Lohman White, y razas puras Denizli y Gerze, respectivamente. En muchas investigaciones se ha demostrado que existe efecto de las condiciones de manejo del huevo sobre la incubabilidad. Se encontraron diferencias en la eclosión de huevos de dos razas de codornices de tamaño corporal y peso de huevo diferentes (codorniz marrón japonesa y codorniz blanca francesa), exhibiendo mayor incubabilidad los huevos de codorniz francesa que los huevos de codorniz japonesa, almacenados por más de 10 días, pero con menor incubabilidad cuando los huevos estuvieron almacenados por periodos cortos (Taha et al., 2019).

La influencia de la raza de gallina y de la altitud territorial sobre la incubabilidad lo demuestran Zhang et al. (2008) en huevos de gallinas tibetanas adaptadas por muchas décadas a la gran altitud y de gallinas enanas criadas a 100 msnm, teniendo las tibetanas mayor incubabilidad (79,72%) y mayor peso relativo del pollito (0.68) en comparación con los pollos enanos (31.69% y 0.65) cuando ambos tipos de huevo se incubaron a 2.900 msnm. En la presente investigación se sospechaba inicialmente de mayor adaptación de la gallina BR a las condiciones hipobáricas naturales del valle de Cajamarca, que la gallina DP, sin embargo no se vio reflejado en los resultados del presente trabajo, lo cual hace pensar que el pollo BR no está adaptado plenamente a las condiciones climáticas de la sierra peruana, esto debido a que siempre existe el traslado permanente de este tipo de aves de la región costera a la sierra, produciéndose apareamientos y cruzamientos que priorizan rendimiento para el combate antes que adaptabilidad. Tampoco se encontró mayor ratio peso de pollo/ peso de huevo en las aves de mayor tamaño, teniendo mayor ratio los pollos BR que los DP (0,70 vs 0,67), lo cual podría explicarse en la procedencia de los huevos, siendo los huevos DP obtenidos de reproductoras recién aclimatadas a las condiciones hipobáricas, sin que hayan llegado a la adaptabilidad, que requiere de largos periodos de tiempo.

De otro lado, tal como se observa en la Figura 1, los huevos incubados presentaron cáscaras de diferentes colores. Los huevos de la gallina DP fueron de color marrón y los huevos de la gallina BR tuvieron diferentes pigmentaciones de cáscara como azul, blanco y marrón. Se menciona estas particularidades en razón a los hallazgos de Javurková et al. (2019) quienes determinaron diferencias en las concentraciones de ovotransferrina, lisozimas y protoporfirina IX en el huevo asociadas a la raza y pigmentación de la cáscara de huevo. Estas proteínas tienen funciones antimicrobianas e inmunomoduladoras (Rubin et al., 2010). La ovotransferrina es una de las proteínas de clara de huevo más abundantes y desempeña un papel fisiológico crucial durante la embriogénesis (Giansanti et al., 2012). También se ha determinado que la edad de las gallinas tiene efecto directo sobre la concentración y actividad de la lisozima en los huevos, mostrando las gallinas más viejas mayor concentración de lisozima y actividad enzimática (Lewko et al., 2021), lo cual probablemente influye en la mejor incubabilidad. En el presente estudio también se observó que a mayor edad de las gallinas la eclosión mejoró, pero por no ser la edad de la gallina una variable en esta investigación, no se aborda mayor discusión sobre este factor.

Como se observan en la Tabla 2, en el presente estudio no hubo diferencias en los resultados de la incubación asociadas a los dos biotipos de gallina, específicamente en las variables de eclosión y mortalidad embrionaria, por lo que se descarta la influencia del color de cáscara de huevo y consecuentemente de ambos biotipos de gallina sobre estos indicadores. Sin embargo, Quintana (2013) afirma que el color y tamaño de huevo determinan diferencias en el tiempo de incubación, del mismo modo el peso del huevo demanda diferentes condiciones de humedad, por lo que cuanto mayor sea el peso del huevo menor será el porcentaje de humedad en la incubadora. En el presente estudio pese a las diferencias de tamaño de huevo originadas por el biotipo de las aves no se observaron diferencias en la incubabilidad, aún cuando posiblemente las condiciones de incubación pudieron favorecer a alguno de los tratamientos.

Se encontró una alta tasa de mortalidad embrionaria la cual determinó un bajo porcentaje de eclosión en ambos genotipos. La mortalidad embrionaria de pollos siempre ha sido un tema de interés biológico, así como un factor de importancia económica (Xi et al., 2012). En el periodo tardío del desarrollo embrionario se produce cambios en la respiración que dan como resultado la sobreproducción de especies reactivas de oxígeno y otros radicales libres (Yuan et al., 2015), que pueden dañar potencialmente los tejidos del embrión de pollo, lo que resulta en un aumento de la mortalidad embrionaria (Khan et., 2017). También, al término de la incubación, la energía de reserva es movilizadada por el embrión para satisfacer las actividades de eclosión (Christensen et al., 2001). Debido a la limitación de oxígeno, la glucosa se genera principalmente a partir de proteínas por gluconeogénesis o del glucógeno reservado por glucólisis (Zhu et al., 2019), que finalmente junto a la crisis natural de presión parcial de oxígeno en el ambiente, conducirían a impactos negativos sobre el desarrollo y viabilidad del embrión. Por tanto, las condiciones hipobáricas naturales en la que se produjo la incubación de los huevos de gallinas DP y BR del presente estudio posiblemente fueron las principales causas de la alta mortalidad embrionaria. También, se podría concluir que las

aves BR y DP se encontrarían poco adaptadas a las condiciones hipobáricas naturales de 2700 msnm, con resultados poco favorables de incubación artificial a fin de obtener una eficiente producción de pollos BB.

En la presente investigación como parte de la evaluación de la influencia de la incubación artificial bajo condiciones hipobáricas se consideró la evaluación de la prole en sus primeras cuatro semanas de vida, estableciendo un estudio comparativo en el comportamiento productivo de ambos biotipos, siendo el principal objetivo a medir la influencia en la mortalidad, debido a que las tasas de crecimiento serían diferentes por tratarse de dos genotipos que marcadamente difieren en tamaño y propósito productivo. Es conveniente indicar que el período perinatal se considera como el momento más crucial para el desarrollo de un polluelo joven (Zhu et al., 2019). En este período de transición, los pollitos experimentan cambios en la utilización de nutrientes endógenos a alimentos exógenos (Iji et al., 2010). Se afirma que, el comportamiento del pollo en crecimiento después de la eclosión tiene una fuerte influencia de las condiciones de incubación y la calidad de los pollos el día de la eclosión (López et al., 2018).

Por tanto, al incubarse los huevos fértiles de ambos biotipos bajo las mismas condiciones y con rendimientos de incubación similares, se asume que los indicadores de crecimiento de los pollos como GMD e ICA estuvieron influenciados por la calidad de incubación de manera compartida en ambos biotipos, pudiendo observarse que la principal causa de la diferencia en el crecimiento fue genética, por tratarse de dos biotipos diferentes, uno de peso corporal menor (BR) en relación al biotipo DP. Esta afirmación puede corroborarse también con la tasa de mortalidad embrionaria, que al análisis estadístico no muestra diferencias entre biotipos, no obstante en la mortalidad del pollo en fase de cría si se observan diferencias entre uno y otro biotipo, siendo el más afectado el pollo DP con 12,3% de mortalidad, que al compararse esta tasa con la obtenida en pollos DP criados en el valle Cajamarca, desde un día de edad y procedentes de incubadoras localizadas en la costa peruana (menos de 200 msnm), la tasa de mortalidad en las primeras cuatro semanas no supera el 2% (Paredes y Vásquez, 2020). Por tanto, se puede observar cierto grado de influencia de las condiciones hipobáricas naturales de Cajamarca en la mortalidad de los pollos DP en fase de crianza, nacidos en incubadora artificial en la misma localidad cajamarquina, posiblemente por tener el biotipo DP un menor periodo de adaptación que las aves BR.

## CONCLUSIONES

El biotipo de las gallinas, doble propósito y riña, no tuvo influencia sobre los indicadores de incubabilidad. Se determinó bajos porcentajes de eclosión y alta mortalidad embrionaria en los huevos producidos por ambos tipos de gallina, debido posiblemente a las condiciones hipobáricas naturales en las que se llevó a cabo la incubación artificial. En la fase de crianza de los pollos eclosionados bajo estas condiciones de incubación, los pollos doble propósito tuvieron mejores ganancias de peso y conversión alimentaria que los pollos de riña pero con una tasa mayor de mortalidad.

## CONFLICTO DE INTERESES

**No hay conflictos de intereses.**

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Concepción y diseño del estudio (MP), adquisición de datos (MP, TQ), análisis e interpretación de datos (MP), redacción del artículo (MP), aprobación definitiva de la versión a presentar (MP, TQ).

## REFERENCES

- Christensen VL, Wineland MJ, Fassenko GM, Donaldson WE. Egg storage effects on plasma glucose and supply and demand tissue glycogen concentrations of broiler embryos. *Poultry Science* 2001; 80:1729-1735. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0032579119418713>
- Giansanti F, Leboffe L, Pitari G, Ippoliti R, Antonini G. Physiological roles of ovotransferrin. *BBA-Gen. Subjects* 2012; 1820:218-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbagen.2011.08.004>.
- Haunshi S, Niranjana M, Shanmugam M, Padhi MK, Reddy MR, Sunitha R, Rajkumar U, Panda AK. Characterization of two Indian native chicken breeds for production, egg and semen quality, and welfare traits. *Poultry Science* 2011; 90:314-320. doi: 10.3382/ps.2010-01013.
- Iji PA, Saki A, Tivey DR. Body and intestinal growth of broiler chicks on a commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. *Br. Poultry Science* 2010; 42:505-513. <https://doi.org/10.1080/00071660120073151>
- Javurková VG, Pokorná M, Mikšik I, Tumová E. Concentration of egg white antimicrobial and immunomodulatory proteins is related to eggshell pigmentation across traditional chicken breeds. *Poultry Science* 2019; 98:6931-6941. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez472>.
- Khan MT, Mahmud A, Zahoor I, Javed K. Organic and inorganic selenium in Aseel chicken diets: Effect on hatching traits. *Poultry Science* 2017; 96:1466-1472. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew403>
- Lambert C, Wuthijaree K, Gault M. Performance, behavior, and health of male broilers and laying hens of 2 dual-purpose chicken genotypes. *Poultry Science* 2018; 97:3564-3576. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey223>.
- Leenstra F, Munnichs G, Beekman V, van den Heuvel-Vromans E, Aramyan L, Woelders H. Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Anim. Welf.* 2011; 20:37-45. <https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343039353633>.
- Lewko L, Krawczyk J, Calik J. Effect of genotype and some shell quality traits on lysozyme content and activity in the albumen of eggs from hens under the biodiversity conservation program. *Poultry Science* 2021; 100:100863. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.040>.
- Lopez JC, Kitto L, Hulet RM. Effect of eggshell temperature on survival rate, development at hatch, and 7-day growth. *J. Appl. Poultry Res.* 2018; 27:249-252. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfx065>
- MIDAGRI. Producción y comercialización de productos avícolas. Boletín estadístico. Ministerio de desarrollo agrario y riego. Lima, Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1744043/Bolet%C3%ADn%20sobre%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n-av%C3%ADcola-enero%202021.pdf>.
- Mujyambere V, Adomako K, Olympio SO, Ntawubizi M, Nyinawamwiza L, Mahoro J, Conroy A. Local chickens in East African region: their production and potential. *Poultry Science* 2021; In press. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101547>.
- Onbasilar EE, Kahraman M, Ahlat O, Gung OF, Calik A, Taban S, Yalcin S. Differences in egg nutrient availability and embryo development in white layer breeder genotypes. *Poultry Science* 2017; 96:3600-3607. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex188>.
- Padilla FM. Crianza de gallos de pelea. Ed. Macro 1a edición. Lima, Perú.
- Palomino DC. Evaluación productiva y económica de gallinas criollas en postura en una crianza vivencial en el predio Hualarí, Alis – Yauyos. Tesis Universidad Nacional del Centro 2015. Huancayo, Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1849/Tesis%20Palomino%20Cauchos.pdf>.
- Paredes M, Raico F. Productive performance of genetically different hen crossbreeds in Peruvian Andes. *SpermoVA* 2021; 11(1): 24-31. DOI. 10.18548/aspe/0009.04. [http://spermoVA.pe/site2/files/Revistas/Rev.%2011%20Vol.1/04\\_-Paredes\\_2021.pdf](http://spermoVA.pe/site2/files/Revistas/Rev.%2011%20Vol.1/04_-Paredes_2021.pdf).
- Paredes M, Vásquez B. Crecimiento, características de carcasa, peso de órganos internos y composición proximal de carne de seis genotipos de pollos criados en la región Andina del norte peruano. *Scientia Agropecuaria* 2020; 11(3): 365 - 374. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.08>.
- Quintana JA. Avitecnia. Manejo de las aves domésticas más comunes. 4a ed. México: Ed. Trillas, 2011. 406 p.
- Rajkumar U, Haunshi S, Paswan C, Raju MV, Rama Rao SV, Chatterjee RN. Characterization of indigenous Aseel chicken breed for morphological, growth, production, and meat composition traits from India. *Poultry Science* 2017; 96: 2120 -2126. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew492>
- Rubin CJ, Zody MC, Eriksson J, Meadows JRS, Sherwood E, Webster MT, Jiang L, Ingman M, Sharpe T, Ka S, Hallbook F, Besnier F, Carlborg O, Bed'hom B, Tixier-Boichard M, Jensen P, Siegel P, Lindblad-Toh K, Andersson L. Whole-genome resequencing reveals loci under selection during chicken domestication. *Nature* 2010; 464:587- 591. <https://doi.org/10.1038/nature08832>.
- Santomá G, Mateos GG. Necesidades nutricionales en avicultura. Normas FEDNA. 2da edición. 2018. Madrid, España. [https://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS\\_FEDNA\\_AVES\\_2018v.pdf](https://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/NORMAS_FEDNA_AVES_2018v.pdf).
- SAS Institute Inc. JMP Statistics and Graphic Guide. JMP, A Business Unit of SAS Version 12. 2014. NC, USA.

- Taha AE, El-Tahawy AS, Abd El-Hack ME, Swelum AA, Saadeldin IM. Impacts of various storage periods on egg quality, hatchability, post-hatching performance, and economic benefit analysis of two breeds of quail. *Poultry Science* 2019; 98:777-784. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey468>
- Yuan C, Ding Y, He Q, Azzam MMM, Lu JJ, Zou XT. L-arginine upregulates the gene expression of target of rapamycin signaling pathway and stimulates protein synthesis in chicken intestinal epithelial cells. *Poultry Science* 2015; 94:1043-1051. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev051>
- Xi ZF, Yang SJ, Liu DY, Wu LM, Liu XD, Zhao J, Guo DZ. ROS Induce cardiomyocyte apoptosis in ascitic broiler chickens. *Pak. Vet. J.* 2012; 32:613-617. [http://pvj.com.pk/pdf-files/32\\_4/613-617.pdf](http://pvj.com.pk/pdf-files/32_4/613-617.pdf)
- Zhang H, Wang XT, Chamba Y, Ling Y, Wu CX. Influences of Hypoxia on Hatching Performance in Chickens with Different Genetic Adaptation to High Altitude. *Poultry Science* 2008; 87:2112-2116. doi: doi:10.3382/ps.2008-0012.
- Zhu MK, Zhang KY, Dong XY, Zou XT. Effects of in ovo feeding of L-lysine on hatchability, hatching time, and early post-hatch development in domestic pigeons (*Columba livia*). *Poultry Science* 2019; 98: 5533-5540. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez300>.