

## PRODUCTIVE PERFORMANCE OF GENETICALLY DIFFERENT HEN CROSSBREEDS IN PERUVIAN ANDES

### Comportamiento productivo de gallinas cruzadas genéticamente diferentes en los andes Peruanos

Manuel Paredes<sup>1\*</sup>, Fani Raico<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: 26/01/2021

Aceptado: 20/02/2021

Publicado: 13/08/2021

#### ABSTRACT

Three hundred laying hens of two commercial and one experimental crossbreed were evaluated in Peruvian Andes. The Commercial crossbreeds were Babcock Brown and Improved Creole ISAMISA (CM), and local experimental crossbreed (CE). The experimental crossbreed was obtained from Naked Neck Creole Hens, legs feather Creole Hens and Babcock Brown (BB) commercial layer. The females were reared to 52 wk. of age, and recorded data included body weight, feed intake, egg number, and egg weight, allowing the calculation of egg mass and feed conversion ratio. The economic value of each crossbreed was determined by overall egg production and body weight at 52-wk old. The highest laying rate was exhibited by Babcock (76.9%) and CE (58.9%), followed by CM (53.1%). The crossbreeds differed in feed intake and in females' feed conversion, with BB leading (2.55) followed by CE (3.49) and CM (4.32). In egg production, BB were the best, as expected from specialized table-egg crossbreeds. In summary, BB was the best egg-producing crossbreed, but poor in meat production. Better choice for dual-purpose production would be CE, ranked second in egg production. CM was the best meat-producing crossbreed and were second in egg-mass production. Hence, CE might be the best dual-purpose hybrid with better feed efficiency than CM and the consumers prefer large eggs and birds.

**Keywords:** *laying hens, dual-purpose hens, local breed hens, oviposition, body weight*

#### RESUMEN

Se evaluaron 300 gallinas ponedoras de dos cruces comerciales y uno experimental en los andes peruanos. Los cruces comerciales fueron Babcock Brown y el Criollo Mejorado ISAMISA (CM), y un Cruce Experimental local (CE). El cruce experimental se obtuvo a partir de dos biotipos de aves criollas, el desprovisto de plumas en cuello y el provisto de plumas en patas, y la ponedora comercial Babcock Brown (BB). Las hembras fueron criadas hasta las 52 semanas de edad y los datos registrados incluyeron peso corporal, consumo de alimento, número de huevos y peso del huevo, lo que permitió calcular la masa de huevos y la tasa de conversión alimentaria. El valor económico de cada cruce se determinó por la producción total de huevos y el peso corporal a las 52 semanas de edad. La mayor tasa de puesta fue exhibida por Babcock (76,9%) y CE (58,9%), seguidas de CM (53,1%). Los cruces difirieron en el consumo de alimento y en la conversión alimenticia, con BB a la cabeza (2.55) seguido de CE (3.49) y CM (4.32). En la producción de huevos, como se esperaba, las gallinas BB mostraron mayor producción de huevos, pero pobre producción de carne debido a su menor peso corporal. Una mejor opción para la producción doble propósito podría ser CE, que ocupa el segundo lugar en producción de huevos. CM fue el mejor cruce productor de carne y fue también, el segundo en producción de masa de huevos. Por lo tanto, CE podría ser el mejor híbrido doble propósito por su mejor eficiencia alimentaria que CM y porque los consumidores prefieren huevos y aves grandes.

**Palabras clave:** *gallinas ponedoras, gallinas doble propósito, gallinas de raza local, oviposición, peso corporal*

## INTRODUCCION

La industria avícola realiza desde hace varias décadas grandes esfuerzos en el campo genético, lo que ha permitido obtener y distribuir para todos los países, aves con buena productividad en condiciones ambientales óptimas, aunque no siempre son aprovechadas las capacidades de alto rendimiento biológico debido a la existencia de condiciones sub óptimas en algunos lugares del mundo (Pym, 2013). Esto ha permitido, que parte de la demanda de productos avícolas se cubra con carne y huevos de gallinas criadas en sistemas de producción no industriales, habiéndose generado también la necesidad de intensificar el estudio sobre introducción, búsqueda y uso racional de razas de aves autóctonas (Lordelo et al., 2017).

Con el manejo de la genética avícola se ha logrado líneas de gallinas especializadas para la producción de huevos, caracterizadas por no presentar cloquera (Jiang et al., 2005). Del mismo modo las razas autóctonas son consideradas vitales para el mantenimiento de los recursos genéticos locales, la biodiversidad, así como para la sostenibilidad de la producción animal, habiéndose determinado que los huevos de genotipos nativos tienen la misma calidad de un producto comercial en muchas características (Lordelo et al., 2020). Además, el cruzamiento de razas y líneas genéticas ha sido una herramienta importante para la obtención de los tipos actuales de pollos y se lo utiliza también en el mejoramiento del pollo autóctono (Duah et al., 2020); siendo el cruce de dos rutas entre una raza exótica mejorada y una local, una metodología generalizada para obtener aves con superioridad al de los animales del cruce anterior y con la capacidad de reacción a condiciones ambientales severas (Khawaja et al., 2016). Así, Duah et al. (2020) mejoraron características de rendimiento y viabilidad en los efectos recíprocos en cruces de pollos locales de cuello desnudo, pollos locales con plumaje rizado y reproductores especializados Lohman Brown, llegando a la conclusión que las aves de razas locales son necesarias en cruzamientos para obtener aves doble propósito, especialmente en los países en desarrollo.

En el Perú, la carne de gallina es bastante consumida, y mejor valorada monetariamente, con relación a la carne de pollo de engorde, por lo que la búsqueda de un animal doble propósito con buenos atributos de oviposición y cárnicos podría incentivar el mayor desarrollo de la avicultura local. Este sistema familiar de producción dual contribuye a la nutrición humana al proporcionar nutrientes y micronutrientes de alta calidad en huevos y carne (Ibrahim et al., 2019). Las aves doble propósito, son aquellas, cuyos pollos hembra y macho se crían juntos, luego se separan los machos para el engorde final, mientras que las hembras se mantienen durante la postura; siendo, en el mundo, las razas Plymouth Rock, Sussex, Rhode Island Red y New Hampshire las principales gallinas doble propósito (Lambertz et al., 2018). En el Perú se han evaluado algunos biotipos de gallinas criollas procedentes de la región de la sierra, los cuales presentan cloquera durante tres semanas alternadas con periodos de oviposición de siete semanas, y picos de producción no mayores a 70% (Paredes et al., 2019). También se comercializan pollos doble propósito, obtenidos de razas Rhode Island Red, New Hampshire, Criollo Carioco y Conchinchina, que en fase de postura hasta las 40 semanas de edad no presentan cloquera y su pico de producción sobrepasa el 80% durante cuatro semanas consecutivas (Palomino, 2015).

La avicultura peruana en general es una industria altamente desarrollada, con actividades productivas en la región costera, principalmente y venta de los productos avícolas en todo el país. Sin embargo, existen zonas geográficas donde se viene desarrollando una avicultura alternativa, con consumidores demandantes de alimentos avícolas de manera fluida, económica y de calidad, evidenciado por el desarrollo de pequeñas granjas familiares, pero sin lograr el mejor rendimiento, debido principalmente al uso de aves de líneas especializadas obtenidas para avicultura industrial, con dificultades de adaptación fisiológica; por lo que la producción de carne y huevos con el uso de aves cruzadas localmente o con aves doble propósito comercializadas por empresas incubadoras de la costa peruana son alternativas presentes que deben evaluarse. Con el presente estudio se evaluaron los rendimientos productivos de tres genotipos de gallinas, uno procedente de la línea comercial y especializada en producción de huevos (Babcock Brown), otro cruce de gallinas consideradas doble propósito que son trasladadas a la región de la sierra desde la costa peruana y un tercer genotipo obtenido localmente en el valle interandino de Cajamarca mediante cruzamiento de aves criollas y Babcock Brown. Dicha evaluación de cruces importados y locales en las mismas condiciones comparó las variaciones genéticas observadas en la producción de huevos, eficiencia alimentaria y peso de la gallina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

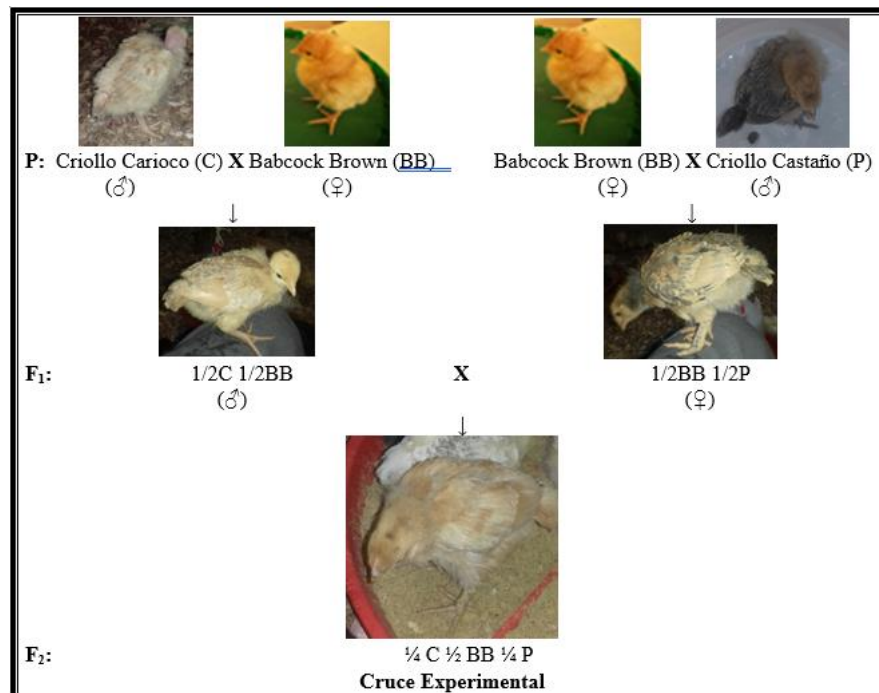
### *Localización del estudio*

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. Las temperaturas promedio fueron entre 14 y 24 °C durante el día y durante la noche las temperaturas oscilaron entre -2 y 14 °C, con una humedad relativa promedio de 68%.

### *Aves experimentales*

Los pollitos de un día utilizados para este estudio fueron obtenidos de dos cruces comerciales y un cruce experimental. El cruce comercial Babcock Brown (BB) fue adquirido como polla sexada de la empresa Genética Chick, Chiclayo – Perú. El cruce comercial doble propósito o pollo criollo mejorado (CM) fue adquirido como pollos sin sexar de la empresa ISAMISA, Lima – Perú, y según reporta Palomino (2015), es obtenido a partir de razas puras importadas y del gallo criollo desprovisto de plumas en el cuello (carioco) de procedencia peruana. El cruce experimental (CE) fue obtenido en la GAE-UNC a partir de dos biotipos de aves criollas procedentes de la provincia de Chota, carioco (C) y el provisto de plumas en patas (P), y la línea de postura BB. El biotipo C fue seleccionado por su peso corporal a las 18 semanas de edad, machos de 3,08 kg y hembras 2.17 kg. El biotipo provisto de plumas fue seleccionado por su buen tamaño, plumaje en todo el cuerpo de color castaño. Los cruzamientos iniciales consistieron en aparear al macho C con la hembra BB y al macho P también con la hembra BB. Luego los machos F1 del cruce C x BB se aparearon con las hembras F1 del cruce P x

BB para producir el genotipo  $\frac{1}{4}$  C  $\frac{1}{2}$ BB  $\frac{1}{4}$  P en la generación F<sub>2</sub>, evaluado en la presente investigación. En la figura 1 se esquematizan los cruzamientos realizados para la obtención de la gallina del cruce experimental.



**Figura 1.** Plan de cruzamientos utilizado en la obtención de la gallina del cruce experimental.



**Figura 2.** Imágenes de las gallinas evaluadas en el valle de Cajamarca a 2718 msnm. BB: Gallina comercial de la línea Babcock Brown. CM: Biotipos de la gallina Criolla Mejorada. CE: Biotipos de la gallina Criolla del Cruce Experimental obtenido en la Universidad Nacional de Cajamarca.

Los pollitos de los tres genotipos crecieron desde su primer día de edad en el GAE-UNC. A las 16 semanas fueron sexados los pollos de los cruces CM y CE. A las 18 semanas de edad, trecientas hembras, 100 BB, 100 CM y 100 CE fueron alojadas al azar según tratamiento en 15 corrales con 20 aves en cada corral, de acuerdo a diseño completamente aleatorio, hasta que alcanzaron las 52 semanas de edad. Las gallinas estuvieron distribuidas en tres tratamientos (BB, CM y CE), cada tratamiento con cinco repeticiones y cada repetición compuesta por el número de aves de un corral. En la figura 2 se muestran las imágenes de las gallinas BB y los principales biotipos de las gallinas CM y CE.

#### Manejo de las aves

Las aves se mantuvieron en un gallinero con piso de viruta y una densidad de población de 0,25 m<sup>2</sup>/ave durante 34 semanas. El pienso de postura se formuló según las recomendaciones nutricionales para ponedoras en suelo, informada por normas FEDNA (Santomá y Mateos, 2018) y el cálculo del suministro de alimento tuvo como base la ecuación sugerida por Rostagno et al. (2017), que indica que el requerimiento diario de energía metabolizable (EM) de la gallina ponedora se ajusta a la siguiente ecuación: EM (kcal/ave/día) = 113 x peso corporal<sup>0.75</sup> + 6.68 x ganancia de peso + 2,4 x masa de huevo. El agua se suministró ad libitum en un bebedero automático tipo campana. Los comederos de material plástico, tipo tolva fueron utilizados colgantes a la altura del lomo de la gallina. Las composiciones de piensos y nutrientes se muestran en la Tabla 1. El programa de vacunaciones incluyó: vacuna Poulvac Ovoline CVI+ HVT

(Marek) en el día 1, Bursine-2 en la semana 2, Newcastle La Sota + Bronquitis Mass en la semana 3 y Newcastle La Sota + Bronquitis Mass en la semana 8.

**Tabla 1.** Fórmula alimenticia de postura y contenido nutricional utilizada en el experimento (Base fresca).

Ingredientes	%
Maíz amarillo	25,0
Arroz, grano quebrado	24,3
Polvillo de arroz	9,0
Afrecho de trigo	9,0
Harina de soya integral	12,0
Torta de soya	8,0
Harina de pescado	3,0
Carbonato de calcio	8,0
Fosfato monodivale	1,0
Sal común	0,5
DL Metionina	0,1
Pre mezcla vitamínica-mineral <sup>1</sup>	0,1
Contenido nutricional calculado	
Materia seca, %	88,9
Energía metabolizable, Kcal/kg	2716
Proteína cruda, %	16,2
Fibra cruda, %	3,6
Lisina, %	0,86
Metionina, %	0,39
Calcio, %	3,46
Fósforo disponible, %	0,36

<sup>1</sup> Premezcla para gallinas ponedoras, formulada y comercializada por Montana SA, quienes reportan solo el contenido de vitaminas y minerales, por cada kg de pre mezcla: 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.

#### Consumo de alimento, peso corporal y producción de huevos

Se registró semanalmente los datos de peso corporal y número de huevos recolectados. El consumo de alimento se registró diariamente para cada corral y se utilizó para determinar el consumo de alimento promedio por repetición. El peso de los huevos en cada corral fue registrado diariamente, a partir de lo cual se calculó el peso promedio de huevo por repetición según tratamiento.

Datos calculados por cada corral

- % Semanal de puesta =  $100 \times (\text{huevos por semana/corral}) / (\text{número de gallinas} \times 7)$ .
- % Total de puesta (gallina-día) = promedio del % semanal durante 34 semanas (18 a 52 semanas de edad).
- Número total de huevos / gallina en 34 semanas = % total de puesta  $\times 238$  (el número de días en 34 semanas).
- Edad al primer huevo = cuando se encontró el primer huevo en el corral.
- Edad al 50% de puesta = cuando el corral alcanzó el 50% de puesta

- Edad en el pico de puesta = cuando el corral alcanzó el máximo % de puesta semanal.
- % Promedio de puesta en el pico de puesta = máximo % de puesta semanal.
- Masa de huevos (kg / gallina) = número total de huevos por gallina multiplicado por el peso medio del huevo / 1000.
- Aumento de peso corporal (APC) = cambio del PC entre 2 edades.
- Consumo diario promedio de alimento (CDA) = Consumo diaria de alimento dividida por el número de aves vivas, promediado semanalmente.
- Consumo acumulado de alimento (CAA) = la suma de CDA durante todo el experimento.
- Índice de conversión alimentaria (ICA) = CAA dividido por la masa total de huevos (18 a 52 semanas) y APC (18 a 52 semanas).

#### Evaluación económica

Se realizó una evaluación económica comparativa entre los tres diferentes cruces de gallinas, en base a los indicadores medidos y considerando como costo de producción los costos de alimentación, ingresos por venta de huevos y gallina viva, de acuerdo a la realidad del mercado de la región donde se localizó el estudio, como es la provincia de Cajamarca, ubicada en la sierra norte de Perú. En cada unidad experimental se determinó los indicadores económicos de acuerdo a las siguientes consideraciones: costo de alimentación = alimento consumido/ave/periodo (kg)  $\times$  S/1,52; ingreso por venta de huevo = masa de huevo producido/ave/periodo (kg)  $\times$  S/. 4,00; ingreso por venta de gallina = peso vivo final de gallina (kg)  $\times$  precio de kg de gallina; ingreso total = ingreso por venta de huevo + ingreso por venta de gallina; ingresos menos costos = ingreso total - costo de alimentación; relación utilidad/costo = (ingreso menos costo/costo de alimentación)  $\times$  100. El precio de kg de gallina varió según cruce, siendo de S/. 6.00 para BB y S/. 10.00 para CM y CE.

#### Análisis estadístico

Los datos de consumo de alimento, peso corporal, producción de huevos, costos de alimentación, ingresos económicos y rentabilidad parcial fueron sometidos a un modelo ANOVA. Aunque los datos se recopilaban semanalmente, las semanas fueron agrupadas en cuatro periodos, para el análisis del % de puesta total y evolución del peso del huevo. Por lo tanto, las 34 semanas (18 a 52 semanas) se dividió en 4 periodos de edad (18 a 26, 26 a 34, 34 a 42 y 42 a 52), cada una de 8 semanas (excepto el último periodo, con 10 semanas). Cuando los cruces tuvieron un efecto significativo, sus medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un 5% de probabilidad. Se utilizó el software SAS versión 12 (SAS Institute Inc., 2014) para analizar los datos.

## RESULTADOS

#### Consumo de alimento, peso corporal, peso del huevo e índice de conversión alimentaria

La Tabla 2 presenta el CDA por gallina promediado durante todo el periodo de prueba (18 a 52 semanas), los pesos corporales medios de cada cruzamiento al inicio de la puesta y al final del estudio, la masa de huevo por gallina e ICA. Las gallinas CM tuvieron el CDA significativamente más alto, seguidas por gallinas CE. Las BB exhibieron la media

significativamente más baja de CDA. La media de PC y GPC de las gallinas CM fue significativa y sustancialmente más alta que los pesos y ganancia de PC que los cruces CE y BB en las dos edades. La masa de huevo por gallina calculada para cada corral se realizó en base al número total de huevos por gallina multiplicado por el peso medio del huevo. El índice de conversión alimentaria fue calculado dividiendo el consumo

promedio total de alimento por gallina por la suma de GPC y masa de huevo por gallina. En cuanto al peso de huevo, los tres cruces mostraron un peso de huevo muy similar. La masa media de huevos más alta por gallina fue exhibida por la gallina Babcock, línea especializada en producción de huevos.

**Tabla 2.** Medias de consumo diario de alimento (CDA), consumo total, peso corporal (PC), ganancia de peso corporal (GPC), número total de huevos (NTH), peso y masa de huevos, e índice de conversión alimentaria (ICA) de gallinas de 18 a 52 semanas de edad, de los cruces comerciales Babcock Brown (BB), Criolla Mejorada (CM) y un Cruce Experimental (CE).

Parámetros	Babcock Brown - BB	Criolla Mejorada - CM	Cruce Experimental - CE	p-value
CDA, g/ave/día	117,8 <sup>c</sup>	141,3 <sup>a</sup>	129,2 <sup>b</sup>	0,027
Consumo total, kg/ave	28,1 <sup>c</sup>	33,7 <sup>a</sup>	30,7 <sup>b</sup>	0,042
PC a 18 semanas de edad, g	1509,1 <sup>c</sup>	3061,5 <sup>a</sup>	2092,4 <sup>b</sup>	0,014
PC a 52 semanas de edad, g	1968,3 <sup>c</sup>	3718,8 <sup>a</sup>	2687,2 <sup>b</sup>	0,009
GPC de 18 a 52 semanas, g	459,2 <sup>c</sup>	657,3 <sup>a</sup>	594,8 <sup>b</sup>	0,016
número total de huevos (NTH por ave)	183,1 <sup>a</sup>	126,1 <sup>c</sup>	142,5 <sup>b</sup>	0,046
Peso del huevo, g	58,6	56,9	57,7	0,241
Masa de huevo, kg/ave	10,5 <sup>a</sup>	7,2 <sup>b</sup>	8,2 <sup>b</sup>	0,043
índice de conversión alimentaria	2,55 <sup>c</sup>	4,32 <sup>a</sup>	3,49 <sup>b</sup>	0,036

### Producción de huevos

Medias de todas las variables de producción de huevos en los tres cruces: edad al primer huevo, edad al 50% de puesta, edad al pico de puesta, % de puesta al pico de puesta, % de puesta de las gallinas durante todo el ensayo (18 a 52 semanas) se presentan en la Tabla 3. Porcentaje medio de puesta de todas las gallinas y evolución del peso de huevo a

4 períodos de edad, se presentan para los 3 cruces en la Figura 3. No hubo diferencias estadísticas entre cruces para la edad al inicio de la puesta, ni para edad al 50% de puesta. Pero si se observan diferencias estadísticas en la edad y % de postura en el pico de puesta; así como en el % de postura durante todo el experimento.

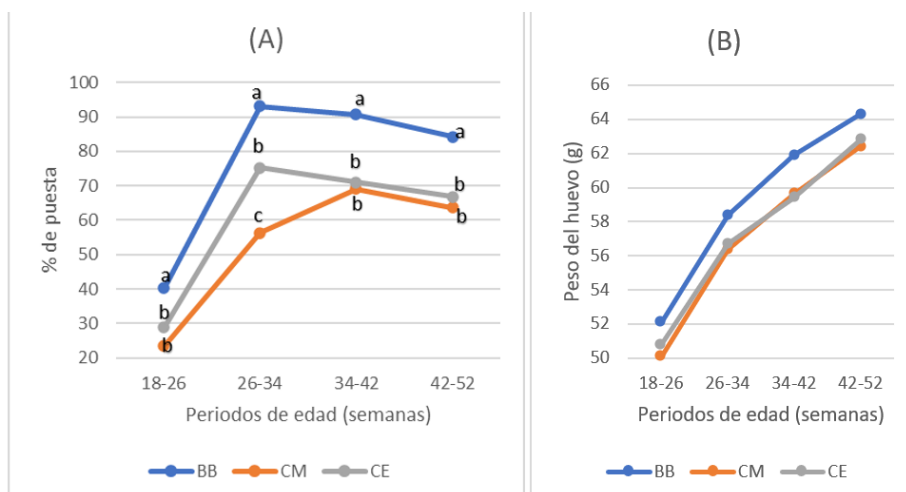
**Tabla 3.** Medias de edad al primer huevo, al 50% de puesta y al pico de producción, % de puesta total y en el pico de producción de gallinas de 18 a 52 semanas de edad, de los cruces comerciales Babcock Brown (BB), Criolla Mejorada (CM) y un Cruce Experimental (CE).

Parámetros	Babcock Brown - BB	Criolla Mejorada - CM	Cruce Experimental - CE	p-value
Edad al primer huevo (días)	127,4	143,4	137,0	0,068
Edad al 50% de puesta (días)	157,0	160,4	159,7	0,352
Edad al pico de puesta (días)	185,8 <sup>b</sup>	245,2 <sup>a</sup>	231,8 <sup>a</sup>	0,036
% de puesta en el pico de producción	94,2 <sup>a</sup>	81,3 <sup>b</sup>	85,0 <sup>b</sup>	0,046
% de puesta total, 18-52 semanas	76,9 <sup>a</sup>	53,1 <sup>b</sup>	58,9 <sup>b</sup>	0,049

### Evaluación económica de la postura

En la Tabla 4 se indican los costos de alimentación registrados para cada cruce de aves, de acuerdo a su consumo de alimento por periodo evaluado. El ingreso por ave según genotipo, también se indica en la Tabla 4, calculado en base a la masa de huevo producido y el peso corporal. Se observa mayor

ingreso por la venta de huevos en la gallina BB, seguido por el cruce CE y finalmente el cruce CM. También se observan diferencias en cuanto al ingreso económico por venta de la gallina y la utilidad ( $p < 0,05$ ). En la rentabilidad parcial no se encontraron diferencias entre cruces de gallinas ( $p > 0,05$ ).



**Figura 3.** Curva de "% de puesta total de huevos" (A) y "evolución del peso del huevo"(B) de dos cruces comerciales<sup>1</sup> y un cruce experimental<sup>2</sup> de gallinas de 18 a 52 semanas de edad segmentados en 4 periodos de edad. 1 BB = Babcock Brown; CM = Criollo Mejorado. 2 CE = Cruce Experimental. a,b,c letras diferentes en un mismo rango de edades indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4.** Medias por ave del costo de alimentación, ingresos por venta de huevos y gallina, utilidad y rentabilidad parcial de dos cruces comerciales y un cruce experimental de gallinas de 18 a 52 semanas de edad.

Parámetros	Babcock Brown - BB	Criolla Mejorada - CM	Cruce Experimental - CE	p-value
Costo de alimentación (S/.)	42,6 <sup>c</sup>	51,3 <sup>a</sup>	46,7 <sup>b</sup>	0,039
Ingreso por venta de huevo (S/.)	42,2 <sup>a</sup>	28,7 <sup>c</sup>	32,9 <sup>b</sup>	0,041
Ingreso por venta de gallina (S/.)	11,8 <sup>c</sup>	37,4 <sup>a</sup>	26,8 <sup>b</sup>	0,038
Ingreso Total (S/.)	53,9 <sup>c</sup>	66,1 <sup>a</sup>	59,7 <sup>b</sup>	0,042
Ingresos menos Costos (S/.)	11,2 <sup>c</sup>	14,7 <sup>a</sup>	13,0 <sup>b</sup>	0,046
Relación utilidad/costo (%)	26,1	28,9	27,6	0,274

Costo de alimentación = alimento consumido/ave/periodo (kg) x S/1,52

Ingreso por venta de huevo = masa de huevo producido/ave/periodo (kg) x S/. 4,00

Ingreso por venta de gallina = peso vivo final de gallina (kg) x precio de kg de gallina

Ingreso total = ingreso por venta de huevo + ingreso por venta de gallina

Ingresos menos costos = ingreso total - costo de alimentación

Relación utilidad/costo = (ingreso menos costo/costo de alimentación) x 100

## DISCUSIÓN

La gallina Babcock Brown presenta el menor consumo de alimento en relación a los dos genotipos CM y CE, por ser una gallina especializada en la producción industrial de huevos, consecuentemente con menor peso corporal. Sin embargo, el consumo de alimento de la gallina BB está por encima del que tienen las gallinas ponedoras de líneas comerciales en periodos similares de postura y edad, como la gallina Hy-line (Chen et al., 2020), Lohman Brown (Ibrahim et al., 2019), ISA Brown (Kakhki et al., 2020) y Babcock Brown (Azzam et al., 2011); lo que indica que la zona geográfica hipobárica, y las bajas temperaturas de los Andes peruanos podrían estimular a un mayor consumo de alimento.

Al observar la masa media de huevos, se encontró que la masa más alta por gallina fue exhibida por la gallina BB, que es el cruce con el mayor número de huevos (183,1) y con el peso medio del huevo (58,6 g) tendiente a ser superior al de los otros genotipos; lo cual se debe a la alta especialización para producir huevos de la gallina Babcock en relación a los cruces CM y CE que muestran menor habilidad para la producción de

huevos, pero con mayor capacidad para incrementar peso corporal; siendo superior la gallina BB en 20 y 30% de masa de huevos producida, en relación a las gallinas CE y CM, respectivamente. La masa media de huevos de los otros cruces osciló entre 8,2 y 7,2 kg/gallina (CE y CM). También es necesario considerar que el pienso total consumido por las gallinas es utilizado para mantenimiento corporal, producción de huevos y ganancia de peso (Quintana, 2013), por lo que el ICA debe ser calculado en aves ponedoras y aves doble propósito, considerando los huevos y la carne producidos y destinados al consumo humano. Con esas consideraciones, en el presente estudio se determinó que la gallina BB tiene mejor ICA que los otros dos cruces, y el cruce local CE tiene mejor ICA que el cruce CM, lo cual en esta última comparación se debe precisar de la posible influencia de la línea genética BB sobre el cruce CE, tal como lo demostró Ibrahim et al. (2019) al cruzar gallinas autóctonas etíopes con líneas comerciales de postura, mejorando rápidamente la producción de huevos, y también la eficiencia alimentaria de las aves.

La edad más temprana al pico de puesta se registró en las gallinas BB (185,8 d), seguido de los otros dos cruces CM

(245,2 d) y CE (231,8 d). Siendo el mismo cruce BB el que alcanzó el % de postura más alto, tanto en el pico de puesta y durante todo el experimento. Los dos cruces realizados en Perú (CM y CE) comenzaron a poner más tarde y a producir menos huevos que la línea BB; pese a ello la gallina BB no alcanzó el rendimiento establecido en sus estándares e informado por la respectiva empresa genética (Hendrix Genetics Company). En este estudio, las gallinas CM y CE fueron similares en cuanto a parámetros de postura, con producciones de 53,1 y 58,9% de puesta, respectivamente; lo cual es también parecido al % de puesta de la gallina indígena Chinese Qingyuan (53,0 y 57,1%) con y sin tratamiento para evitar cloquera en periodos de 60 semanas de edad (Yiang et al., 2010). Pero estos rendimientos son inferiores a la producción de huevos de la gallina indígena de origen chino Xianju (74,3%), reportada por Dong et al. (2017), criada en jaulas convencionales de postura durante las primeras diez semanas de producción. Es importante considerar que la gallina CE exhibió mayor rendimiento de puesta que los biotipos criollos antecesores carioco y castaño (44,3 y 44,9%, respectivamente), de acuerdo a los datos reportados por Paredes et al. (2019), quienes evaluaron estos biotipos criollos hasta las 33 semanas de edad, exhibiendo el cruce local CE la mejora esperada en la producción de huevos. Por tanto, el cruzamiento con la línea Babcock demostró ser la forma más rápida de lograr mejora genética en la producción de huevos en las gallinas criollas de los andes peruanos.

El análisis económico de la oviposición se realizó en base a los costos efectivos de alimentación en la fase experimental, por ser este rubro el de mayor cuantía en avicultura, además de ser un factor limitante de la producción avícola en los países del Pacífico sur (Diarra y Anand, 2020). Se consideró un costo por kg de pienso de S/. 1,52 concordante con el mercado de alimentos balanceados en la región andina de Cajamarca. Los huevos producidos por los tres genotipos no mostraron mayor diferencia en cuanto a tamaño y color de cáscara, no encontrando el consumidor diferencias entre los huevos producidos de los cruces CM y CE en relación de los huevos provenientes de las líneas genéticas de las grandes granjas avícolas, por lo que el precio del huevo procedente de los tres cruces fue el mismo. La carne de los cruces CM y CE tuvo un precio más alto que el de la gallina Babcock, evidenciándose las diferencias en el mayor tamaño de las carcasas y desarrollo muscular de las aves. Esto fortalece la demanda de huevos y carne producidos mediante métodos de crianzas alternativas, generando interés en los productores por la recuperación y explotación de razas locales de buena adaptabilidad a las condiciones ambientales locales (Sirri et al., 2018).

De acuerdo al desempeño de puesta medido y el precio de mercado para gallinas de matadero se obtuvo una rentabilidad similar estadísticamente entre los cruzamientos BB, CM y CE. A pesar de los mayores costos de alimentación y menor ingreso por venta de huevos, los cruces doble propósito CM y CE logran equiparar el ingreso total que obtuvo el cruce híbrido de puesta comercial. Se enfatiza que esta estimación económica es específica de la región estudiada y se debe tener cuidado cuando se lo transfiera a otras regiones; además otro análisis económico integral debería tener en cuenta el valor económico cárnico de los machos jóvenes engordados obtenidos de estos cruzamientos, tal como lo reporta Paredes y Vásquez (2020).

## CONCLUSIONES

El cruce comercial Babcock Brown fue la mejor gallina productora de huevos, pero pobre en producción de carne. Una mejor opción para la producción doble propósito sería la gallina proveniente del cruce experimental, que ocupa el segundo lugar en producción de huevos. La gallina comercial Criolla Mejorada fue el mejor cruce productor de carne y fue también, el segundo en producción de masa de huevos junto al cruce experimental. Por lo tanto, en condiciones de sierra peruana, la gallina del cruce experimental podría ser el mejor híbrido doble propósito por su mejor índice de conversión alimentaria en relación a la gallina Criolla Mejorada, con producción de huevos grandes y con mayor peso corporal que la gallina Babcock.

## CONFLICTO DE INTERESES

No hay conflictos de intereses.

## CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

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

## AGRADECIMIENTOS

La ONG Salud & Ambiente financió la compra de las aves, alimentación, vacunas y productos veterinarios.

## REFERENCIA

1. Azzam MM, Zou XT, Dong XY, Xie P. Effect of supplemental L-threonine on mucin 2 gene expression and intestine mucosal immune and digestive enzymes activities of laying hens in environments with high temperature and humidity. *Poultry Science* 2011; 90:2251-2256. doi: 10.3382/ps.2011-01574.
2. Chen C, Turner B, Applegate TJ, Litta G, Kim WK. Role of long-term supplementation of 25-hydroxyvitamin D3 on egg production and egg quality of laying hen. *Poultry Science* 2020; 99:6899-6906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.020>.
3. Diarra SS, Anand S. Impact of commercial feed dilution with copra meal or cassava leaf meal and enzyme supplementation on broiler performance. *Poultry Science* 2020; 99:5867-5873. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.028>.
4. Dong XY, Yin ZZ, Ma YZ, Cao HY, Dong DJ. Effects of rearing systems on laying performance, egg quality, and serum biochemistry of Xianju chickens in summer. *Poultry Science* 2017; 96:3896-3900. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex155>.
5. Duah KK, Essuman EK, Boadu VG, Olympio OS, Akwetey W. Comparative study of indigenous chickens on the basis of their health and performance. *Poultry Science* 2020; 99:2286-2292. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.049>.
6. Ibrahim D, Goshu G, Esatu W, Cahaner A. Dual-purpose production of genetically different chicken crossbreeds in Ethiopia. 2. Egg and meat production of the final-

- crossbreed females and males. *Poultry Science* 2019; 98:3405-3417. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pez137>.
7. Jiang RS, Chen XY, Geng ZY. Broodiness, egg production, and correlations between broody traits in an indigenous chicken breed. *Poultry Science* 2010; 89 :1094-1096. doi: 10.3382/ps.2009-00621.
  8. Jiang RS, Xu GY, Wang XL, Yang N. Broody traits of Dongxiang Blue-shell chickens under floor system. *China Poultry* 2005; 27:17-18.
  9. Kakhki RAM, Shouldice VL, Price KR, Moats J, Kiarie EG. n-3 fatty acids fed to ISA brown and Shaver white breeders and their female progeny during rearing: Impact on egg production, eggshell, and select bone attributes from 18 to 42 weeks of age. *Poultry Science* 2020; 99:3959-3970. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.061>.
  10. Khawaja T, Khan SH, Parveen A, Iqbal J. Growth performance, meat composition and haematological parameters of first generation of newly evolved hybridized pure chicken and their crossbred parents. *Veterinarski Arhiv* 2016; 86:135-148. <https://hrcak.srce.hr/153656>.
  11. Lambertz C, Wuthijaree K, Gaulty 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>.
  12. Lordelo M, Cid J, Cordovil CM, Alves SP, Bessa RJ, Carolino I. A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science* 2020; 99:1768-1776. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.11.023>.
  13. Lordelo M, Fernandes E, Bessa RJ, Alves SP. Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. *Poultry Science* 2017; 96:1485-1491. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew409>.
  14. Palomino DC. Evaluación productiva y económica de gallinas criollas en postura en una crianza vivencial en el predio Hualarúa, Alis – Yauyos. Tesis Universidad Nacional del Centro 2015. Huancayo, Perú.
  15. 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>.
  16. Paredes M, Romero A, Torres M, Vallejos L, Mantilla J. 2019. Crecimiento y comportamiento reproductivo de la gallina criolla de huevos con cáscara verde de la provincia de Chota, Cajamarca. *Rev Inv Vet Perú* 2019; 30(2): 733-744. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16070>.
  17. Pym R. 2013. *Poultry Genetics and Breeding in Developing Countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2013. Available at [www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications).
  18. Quintana JA. *Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes*. Ed. Trillas 4ta edición. 2013. México.
  19. Rostagno HS, Teixeira LF, Hannas MI, Donzele JL, Sakomura NK, Perazzo FG, Saraiva A, Teixeira de Abreu ML, Rodrigues PB, de Oliveira RF, de Toledo Barreto SL, de Oliveira Brito C. *Tablas brasileñas para aves y cerdos*. 4ta edición. Brasil.
  20. Santomá G, Mateos GG. *Necesidades nutricionales en avicultura*. Normas FEDNA. 2da edición. 2018. Madrid, España.
  21. SAS Institute Inc. *JMP Statistics and Graphic Guide*. JMP, A Business Unit of SAS Version 12. 2014. NC, USA.
  22. Sirri F, Zampiga M, Soglia F, Meluzzi A, Cavani C, Petracci M. Quality characterization of eggs from Romagnola hens, an Italian local breed. *Poultry Science* 2018; 97:4131-4136. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pey275>.