

Análisis longitudinal del peso corporal y la uniformidad en dos genotipos de gallinas reproductoras camperas bajo dos programas de asignación de nutrientes

Longitudinal analysis of body weight and uniformity in two genotypes of free-range breeding hens under two nutrient allocation programs

Sindik MLM¹, Fernández RJ¹, Sanz SP¹, Canet ZE^{2,3}, Revidatti FAR¹, Laffont G^{1,2}

¹Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra Producción de Aves - Corrientes (Argentina).

²Universidad Nacional de Rosario (UNR), Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra Genética - Argentina

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Argentina

RESUMEN. El objetivo del presente estudio fue evaluar el crecimiento en dos poblaciones de gallinas reproductoras camperas bajo dos programas de alimentación en cría y recría. Se trabajó con 200 gallinas de la población sintética materna ES y 200 pertenecientes al híbrido simple producto del cruzamiento entre las poblaciones sintéticas maternas ES y A. Entre las semanas 5 y 22 se aplicó el programa de alimentación que se realiza normalmente en el establecimiento, utilizado como grupo Control. El grupo Tratado recibió un incremento del 10% de la asignación con respecto al programa control. Las variables respuesta analizadas incluyeron peso corporal y uniformidad en un diseño factorial 2 x 2. Los datos longitudinales peso corporal - edad cronológica se ajustaron mediante el modelo sigmoideo de Gompertz. Se observaron diferencias significativas para peso corporal asintótico por grupo genético ($p= 0,017$) no así para programa de alimentación ($p= 0,13$). El estudio evidenció una respuesta diferente del peso corporal en ambos genotipos a la asignación de alimento en la fase de recría. No existe un programa único de restricción alimenticia para los distintos genotipos maternos del pollo Campero INTA, por ello el manejo de la asignación de alimento debe adaptarse a cada población genética en particular.

Palabras clave: Avicultura, peso corporal, reproducción.

ABSTRACT. The objective of the present study was to evaluate the growth in two populations of free-range breeder hens under two feeding programs. We worked with 200 hens from the ES maternal synthetic population and 200 belonging to the simple hybrid product of the crossing between the ES and A maternal synthetic populations. Between weeks 5 and 22, the feeding program that is normally carried out in the establishment was applied, used as a Control group. The Treated group received a 10% increase in allocation compared to the control program. The response variables analyzed included body weight and uniformity in a 2 x 2 factorial design. The longitudinal data body weight - chronological age were adjusted using the Gompertz sigmoid model. Significant differences were observed for asymptotic body weight by the genetic group ($p= 0.017$), but not for the feeding program ($p= 0.13$). The study showed a different response of body weight in both genotypes to feeding allocation in the rearing phase. There is no single feed restriction program for the different maternal genotypes of the Campero INTA chicken, therefore the management of feed allocation must be adapted to each particular genetic population.

Key words: poultry, body weight, reproduction

Dirección pra correspondencia: Martín Luía María Sindik - Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias., Cátedra Producción de Aves, Corrientes (Argentina)

E-mail: msindik@vet.unne.edu.ar

Recibido: 01 de julio 2024 / **Aceptado:** 28 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

En las reproductoras de estirpes pesadas las prácticas de manejo incluyen la restricción alimenticia durante la recría y reproducción, con el objetivo de regular las ganancias de peso corporal, reducir la incidencia de obesidad y mejorar la producción de huevos fértiles. No obstante, esta práctica, aunque se plantea como una solución de manejo al problema de la ineficiencia reproductiva de las aves productoras de carne, constituye un desafío para el bienestar (Morrissey et al. 2014).

De particular importancia es la asignación de alimento establecida en el programa durante la recría, cuya distribución a menudo es efectuada en días alternados lo que permite aumentar su cantidad en el día de alimentación, hecho que posibilita un mejor acceso de todas las aves al alimento. Esto asegura que se alcance un total de nutrientes mínimos consumido por una proporción elevada de la población y por lo tanto la uniformidad del lote (Girard et al. 2017).

El peso y la composición corporal óptimos para cada genotipo requieren el suministro de un total de nutrientes acumulado mínimo para una edad determinada, hecho que impacta positivamente en la salud y en el desempeño del ave (Brake 2000). Un programa de alimentación correcto debe guardar relación al aumento progresivo del peso corporal de la polla semana a semana, lo que significa proveer la cantidad adecuada de alimento y obtener pesos corporales suficientemente bajos que permitan lograr aumentos de consumo y peso corporal previsible al inicio del período de postura, sin temor a que ocurran ganancias excesivas (Robinson y Renema, 2003).

Las cantidades semanales de alimento y el total de nutrientes acumulados mínimos deben ser cuantificados a fin de favorecer la obtención de lotes con mejores índices de uniformidad y adecuada conformación corporal al inicio de la etapa de la reproducción (Gous, 2018). No obstante, los programas de restricción alimenticia utilizados para prevenir el sobrepeso en los reproductores para carne en ocasiones son muy severos, lo que lleva a que los animales sufran un estado de hambre crónico, uno de los principales problemas de bienestar animal, de difícil solución con el empleo de una sola estrategia de abordaje (Lindholm et al. 2017).

En reproductoras híbridas comerciales para carne de crecimiento rápido, se establece un

consumo mínimo de nutrientes acumulados hasta las 20 semanas de 22.000 kcal de energía metabolizable y 1.200 g de proteína bruta por hembra reproductora para lograr una buena producción de huevos fértiles (Brake, 2000). Para lograr un rendimiento reproductivo óptimo las estirpes de reproductoras de pollos para carne de crecimiento lento, requieren menores niveles de restricción alimenticia que los reproductores de pollo de engorde convencionales (Arrazola y Torrey,

En gallinas reproductoras de crecimiento lento empleadas para la obtención del pollo Campero INTA, el total de nutrientes acumulados, aún no ha sido establecido en forma precisa. En un estudio previo en estas poblaciones de reproductoras, Pletsch et al. (2009) utilizan un agresivo programa de restricción (17.458 kcal de EM y 1.144 g de PB) hasta el final de la recría, lo que provoca una severa pérdida de uniformidad de peso corporal, aunque logra mejoras en la cantidad de huevos por ave.

El crecimiento puede ser caracterizado mediante el empleo de modelos lineales y no lineales que contemplan los aspectos biológicos del proceso, realizando evaluaciones de carácter cuantitativo y análisis que ayudan a predecir el crecimiento al presentar en forma simple los aspectos relevantes del proceso (Agudelo Gómez et al. 2008). Entre los distintos modelos no lineales de posible aplicación para el análisis del crecimiento de las aves, se destacan los de Gompertz, Brody, von Bertalanffy, logístico y de Richards (Aggrey, 2002).

El modelo de Gompertz parece ser el más apropiado para su uso en investigaciones que describen el crecimiento en aves de corral (Roush y Branton 2005, Miguel et al. 2009). Los estimadores de los parámetros obtenidos mediante el empleo de estos modelos y ciertas asociaciones entre los mismos, permiten caracterizar en forma adecuada la aptitud de una población para un tipo de producción determinada (Di Masso et al. 1998).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la evolución dinámica del peso corporal en función de la edad y de la uniformidad de peso en dos genotipos de gallinas reproductoras Campero INTA bajo dos programas de alimentación en cría y recría.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las distintas etapas del ciclo de los reproductores se llevaron a cabo en el Centro de Multiplicación de Aves de la Estación Experimental

Agropecuaria Corrientes del INTA, en la Ruta Nacional N° 12, km 1.008, El Sombrero (Corrientes, Argentina).

En el ensayo se trabajó con 400 gallinas reproductoras utilizadas para la obtención del pollo Campero INTA, de las cuales 200 pertenecen a la población sintética materna ES (composición genética teórica 87,5% Cornish colorada; 12,5% Rhode Island colorada) y las 200 restantes al híbrido simple producto del cruzamiento entre las poblaciones sintéticas maternas ES x A (composición genética teórica 81,25% Cornish Colorada; 18,75% Rhode Island Colorada). A partir de la quinta semana, las aves pertenecientes a cada población fueron divididas aleatoriamente en cuatro grupos de 50 aves identificadas con anillos numerados, que fueron alojados en boxes de 3,50 m x 4,60 m con una densidad de 3 aves/m² hasta el final de dicha fase.

El programa de alimentación dividió el ciclo de las reproductoras en distintas etapas. Las dietas se ofrecieron en forma secuencial, suministrando alimento iniciador desde el nacimiento hasta las 7 semanas y alimento de recría desde la semana 8 a la 20. En las semanas 21 y 22 se suministró un alimento de pre-reproducción elaborado mezclando partes iguales del alimento de recría y reproducción. Finalmente, la dieta de reproducción desde las 23 semanas hasta el final del ciclo (Tabla 1).

Tabla 1. Tipo y composición de las raciones según periodo del ciclo

Composición	Tipo de alimento			
	Iniciador	Recría	Pre-reproducción	Reproducción
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2.860	2.750	2.809	2.868
Ca (%)	1,05	1,05	2	3
P (%)	0,46	0,45	0,45	0,45
Proteína (%)	19	15,5	16	16,42
Grasa (%)	3,83	3,98	4,3	4,63
Fibra (%)	3,4	4,27	3,51	2,75
Ácido linoleico (%)	1,3	1,3	1,5	1,7
Lisina (%)	1,02	0,64	0,72	0,8
Metionina (%)	0,43	0,24	0,53	0,83
Metionina + Cistina (%)	0,69	0,46	0,52	0,58
Treonina (%)	0,64	0,47	0,5	0,53

Entre las semanas 5 y 22 se aplicaron a cada grupo genético dos tratamientos, que consistieron

en modificaciones cuantitativas de las dietas: Grupo Control (programa de alimentación restringida, habitualmente aplicado en el establecimiento) y Grupo Tratado (programa de alimentación con una modificación cuantitativa de la dieta consistente en un aumento del 10% en la cantidad de alimento respecto del grupo control) (Tabla 2). En el grupo Control, el alimento se suministró de acuerdo a un protocolo elaborado sobre la base de trabajos previos en reproductoras Campero INTA en clima subtropical (Terraes et al. 2010), con una oferta de 9.345 g de alimento/aves entre la semana 1 y 22, que alcanza un total de 25.967 kcal de EM y 1.512 g de proteína bruta acumulada al final de la semana 22. El grupo Tratado recibió un programa de alimentación alternativo consistente en un incremento del 10 % de la asignación diaria de alimento con respecto al grupo Control desde la semana 5 a la 22, alcanzando una oferta de 10.213 g de alimento/ave, con 28.373 kcal de EM y 1.650 g de proteína bruta acumulada a la semana 22.

Tabla 2. Programa de alimentación control y alternativo para genotipos maternos del pollo Campero INTA

	Programa Control	Programa Tratado
	g/ave/día	g/ave/día
Semana 1	13	13
Semana 2	19	19
Semana 3	32	32
Semana 4	37	37
Semana 5	40	44
Semana 6	42	46
Semana 7	44	48
Semana 8	47	52
Semana 9	49	54
Semana 10	51	56
Semana 11	53	58
Semana 12	56	62
Semana 13	59	65
Semana 14	65	72
Semana 15	69	76
Semana 16	74	81
Semana 17	79	87
Semana 18	85	94
Semana 19	92	101
Semana 20	102	112
Semana 21	110	121
Semana 22	117	129

El peso corporal (PC), se registró en forma individual sobre las hembras de cada grupo experimental, una vez por semana, entre las 0 y 56 semanas de vida, en horas de la mañana y con los animales en ayuno. Con los valores de PC se calculó el coeficiente de variación del peso corporal en cada uno de los boxes.

Los datos longitudinales peso corporal-edad cronológica, registrados entre el nacimiento y la finalización del ciclo de postura, se ajustaron con el modelo sigmoideo de Gompertz:

$$W(t) = A \exp(-b \exp(-kt))$$

donde:

$W(t)$ = peso corporal (g) en el tiempo t

A = peso corporal asintótico (peso corporal promedio cuando t tiende a infinito)

b = parámetro de posición, constante de integración sin significado biológico, que ajusta para aquellos casos en que t es distinto de cero

k = tasa de maduración (velocidad de aproximación al valor A)

t = tiempo en semanas

Los ajustes se llevaron a cabo por regresión no lineal utilizando una técnica iterativa basada en el algoritmo de Marquardt. La bondad de los respectivos ajustes se evaluó utilizando los siguientes cuatro criterios: (a) convergencia de las iteraciones en una solución, (b) valor del coeficiente de determinación no lineal ajustado (R^2), (c) aleatoriedad en la distribución de los residuales estudiada con un test de ciclos o rachas (Sheskin, 2011) y (d) normalidad de la distribución de los residuales (prueba de Shapiro-Wilk). A los efectos del análisis, los estimadores de los parámetros con significado biológico, peso corporal asintótico y tasa de maduración (k) para peso corporal correspondiente a cada gallina se consideraron como nuevas variables aleatorias. El efecto de grupo genético, de la modalidad de asignación de nutrientes y de la interacción simple entre ambos factores se evaluó con un análisis de la variancia correspondiente a un experimento factorial 2×2 .

La uniformidad del peso corporal de cada grupo experimental a intervalos semanales entre el nacimiento y las 56 semanas de edad, se evaluó utilizando como indicador el coeficiente de variación (CV) para el peso corporal [desvío estándar fenotípico relativizado por el valor del promedio del carácter y expresado como porcentaje] (Toudic, 2007).

El comportamiento de los diferentes grupos experimentales se caracterizó en base a una escala con cuatro categorías propuesta por una empresa comercial (Aviagen, 2018) en su Manual de manejo de pollos de carne, clasificando en:

- Muy uniforme (MU) = $CV \leq 8\%$
- Uniforme (U) = $CV > 8\% \text{ y } \leq 10\%$
- Uniformidad moderada (UM) = $CV > 10\% \text{ y } \leq 12\%$
- Uniformidad deficiente (UD) = $CV > 12\%$.

Para los diferentes grupos experimentales se calculó el área bajo la curva, generada a partir de la representación de los valores del coeficiente de variación del peso corporal semanal en función de la edad cronológica. El área resultante se utilizó como cuantificador de la desuniformidad global del grupo, expresándose en valores absolutos y, con fines comparativos, se relativizó al mayor valor correspondiente a los grupos incluidos en cada caso.

Todos los datos obtenidos fueron analizados utilizando el software GraphPad Prism versión 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3 se presentan los valores de los estimadores de los parámetros con significado biológico de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos peso corporal versus edad cronológica, según el grupo genético y el programa de alimentación. Se observó un efecto significativo de la interacción grupo genético \times tratamiento sobre el valor promedio del peso corporal asintótico, atribuible a que la población sintética ES con tratamiento Control, alcanzó un peso corporal 7,3 % mayor que las híbridas ES \times A en la asíntota, diferencia que en el caso de los grupos Tratados fue del 0,4 %.

El significado de los efectos de ambos factores y su interacción se resume en la Tabla 4. La ausencia de un efecto significativo de la interacción en el caso de la tasa de maduración para peso corporal permitió interpretar el significado observado para los dos factores en juego. Como era de esperar, independientemente del grupo genético, las aves con mayor asignación de nutrientes presentaron mayor tasa de maduración, es decir, mayor velocidad para alcanzar un menor peso asintótico, debido a que ambas variables se correlacionan en forma negativa.

Los programas de alimentación durante la cría y recría, usualmente consisten en restricciones alimenticias moderadas a severas seguidas por un incremento en la asignación de alimento durante la

Tabla 3. Estimadores de los parámetros de la función de Gompertz aplicada al ajuste de los datos peso corporal versus edad cronológica en dos grupos de aves reproductoras camperas bajo dos programas de alimentación en recría

	Híbridas ES x A		Sintética ES	
	Control	Tratado	Control	Tratado
Peso asintótico (A - g)	3.435 ± 50,0	3.471 ± 61,4	3.686 ± 51,2	3.485 ± 55,0
Tasa de maduración (k - g ⁻¹)	0,1012 ± 0,00139	0,1101 ± 0,00137	0,0923 ± 0,00135	0,1052 ± 0,00138

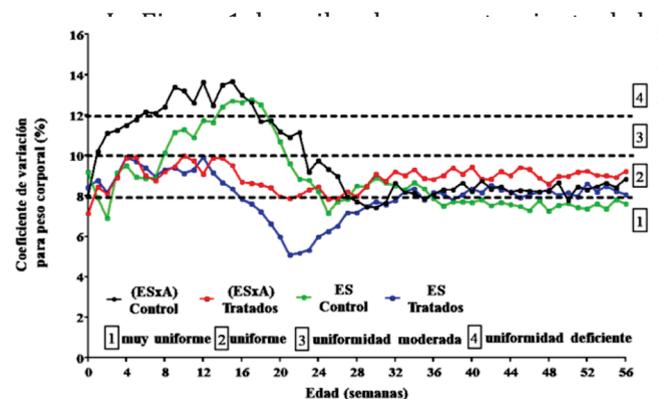
Todos los valores corresponden al estimador ± error estándar
Tamano muestral: n = 30 aves por subgrupo genotipo x tratamiento

Tabla 4. Significado de los efectos grupo genético, programa de alimentación y la interacción

	Peso asintótico	Tasa de maduración
Efecto grupo genético	F = 5,89; p= 0,0167	F = 25,3; p< 0,0001
Efecto tratamiento	F = 2,28; p= 0,133	F = 63,1; p< 0,0001
Efecto Interacción	F = 4,71; p= 0,032	F = 2,12; p= 0,148

primera fase del período de reproducción, con efectos diferentes en los distintos genotipos aviares, lo que se deriva de la diferente composición genética teórica y el efecto de la mejora sobre el peso y la conformación corporal. El mayor peso corporal observado en las reproductoras pesadas que reciben un menor plano nutricional, ocurre en respuesta a cambios metabólicos que promueven una mejor utilización del alimento y un crecimiento compensatorio superior comparado con las aves menos restringidas (Carneiro et al., 2019). Nuestros resultados coinciden con los reportados por Van Der Klein et al., (2017) quienes observan diferencias en las curvas de crecimiento alométricas de diferentes órganos entre aves alimentadas *ad libitum* y restringidas al 70 %. Yu et al. (1992), investigan los efectos de la restricción alimenticia durante el período de 4 a 18 semanas de vida sobre la curva de crecimiento. En coincidencia con lo observado para la sintética ES, las aves restringidas pesan menos al final de la recría que sus contrapartes alimentadas *ad libitum*. Sin embargo, posteriormente, la ganancia de peso no solo es mayor en las restringidas, sino que existen notables diferencias en el desarrollo proporcional de la masa muscular; lo que pone en evidencia un crecimiento compensatorio en la etapa posterior a la aplicación del tratamiento, diferencias que permanecen significativas hasta las 62 semanas de vida. Eitan et al. (2014) estudian las causas del sobrepeso mediante la comparación de dos poblaciones de reproductoras de pollos de engorde comerciales, una que representa el nivel genético de 1980 y la otra, el nivel genético de 2000, con respecto al efecto de la liberación rápida y lenta de la restricción en varios aspectos de la entrada a la

postura. Los autores señalan que el umbral de peso corporal para el inicio de la puesta es principalmente una cuestión de masa corporal magra, más que de contenido de grasa corporal. Nuestros resultados coinciden con estos autores, dado que el aumento del peso umbral aparentemente es una consecuencia directa del aumento de la tasa de crecimiento juvenil alcanzado en el período de transición entre la recría y reproducción. Esto sugiere la necesidad de adaptar el programa de restricción alimenticia durante la recría con la finalidad de dar cuenta de los requerimientos diferenciales derivados de los programas de mejora genética.

**Figura 1:** Comportamiento dinámico del coeficiente de variación para peso corporal en dos genotipos de reproductoras camperas bajo dos regímenes de asignación de nutrientes en cría y recría

Todos los grupos comenzaron el ensayo con valores de coeficiente de variación en las categorías muy uniforme y uniforme. Las aves de los grupos Control de ambos genotipos aumentaron su coeficiente de variación hasta promediar la etapa de la recria. Las aves ES x A del grupo Control presentaron uniformidad deficiente entre las semanas 6 y 18 para luego mostrar un aumento sostenido de la uniformidad (comportamiento decreciente del CV) entre las semanas 18 y 30, con valores cercanos al 8% a partir de ese momento y en forma sostenida hasta las 56 semanas de edad. Las aves de la sintética ES del grupo Control presentaron esa misma falta de uniformidad entre las semanas 14 y 19, aunque adelantaron una condición cercana al 8% a las 25 semanas situación que se mantuvo hasta el final del ciclo. Por su parte, los lotes que recibieron mayor asignación de alimento (Tratados), si bien incrementaron su coeficiente de variación en la primera parte del ciclo, se mantuvieron siempre como lotes uniformes. El aumento en la asignación de alimento se tradujo en un mejoramiento de la uniformidad de los lotes, hecho particularmente evidente hasta las 28 semanas de edad, momento a partir del cual todos los grupos se comportaron como uniformes.

En la Figura 2 se observa el área bajo las curvas generadas a partir de la representación de los valores del coeficiente de variación del peso corporal semanal en función de la edad cronológica.

Los lotes Control presentaron mayor área bajo la curva, definida por la modificación del valor del CV con la edad de las aves. Esa mayor superficie se explica por el comportamiento observable en la primera parte del ciclo productivo. Cuando se asignó un valor 100 al grupo menos uniforme (con mayor área bajo la curva), que correspondió a las aves ES x A del grupo Control, las aves del mismo genotipo, pero con mayor asignación de alimento presentaron un área del 90,5%, las aves ES Control del 90,6% y las ES Tratadas del 81,3% lo que ubicó a estas últimas como el grupo más uniforme en promedio. El aumento en la asignación de alimento se tradujo en un aumento de uniformidad promedio del 9,5% (disminución del área de 551,1 a 498,9) en el caso de las híbridas ES x A, mejora que en el caso de la sintética ES fue del 10,2% (de 499,2 a 448,1).

En el presente estudio se observó un menor coeficiente de variación para el peso corporal en el genotipo ES al final del período de la recria y al final de la etapa de la reproducción, así como también una

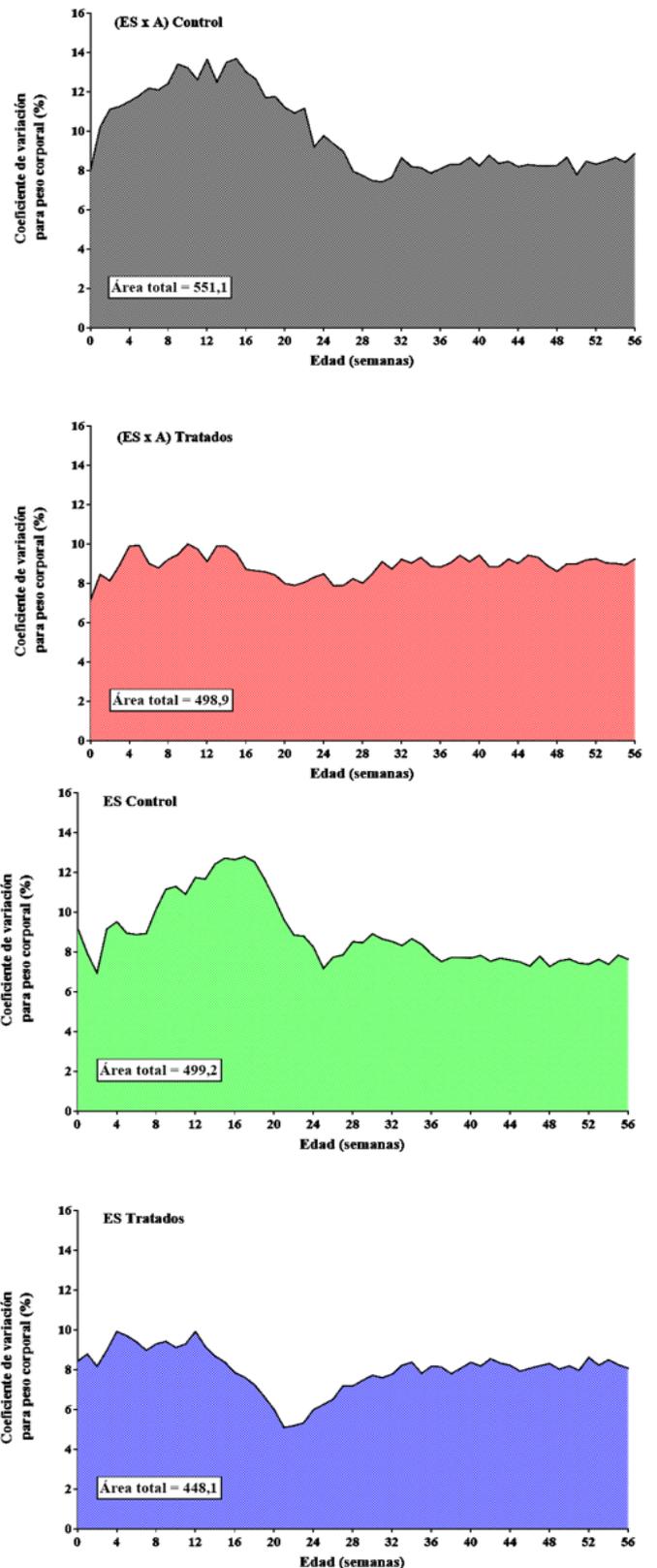


Figura 2: Área bajo las curvas generadas a partir de la representación de los valores del coeficiente de variación del peso corporal semanal en función de la edad cronológica.

menor área bajo la curva independientemente del programa de alimentación aplicado. Esto supone diferencias de base genética para la uniformidad del peso corporal de este genotipo por tratarse de una población que se ha mantenido cerrada desde su formación; en tanto el genotipo ES x A que proviene de un cruzamiento entre dos poblaciones cerradas, refleja un mayor grado de dispersión de pesos corporales atribuible a su composición genética teórica. Con la finalidad de describir la homogeneidad del lote de hembras en dos híbridos simples con 50% de genes de Cornish blanco de origen paterno y 50% de genotipo materno de Plymouth Rock barrada y Rhode Island colorada, Canet et al. (2008), calculan el índice de uniformidad con intervalos semanales entre las 0 y 47 semanas de edad sobre una muestra aleatoria de 50 aves en cada grupo genético, observando un comportamiento multifásico de este indicador, resultados con los que concuerdan nuestros hallazgos. Estos autores concluyen sobre la necesidad de restringir su uso a una edad de referencia para caracterizar la homogeneidad desde el punto de vista productivo.

Se han señalado diversos factores que influyen sobre la variabilidad de las poblaciones, se acepta la existencia de una base genética para la uniformidad de peso corporal. En los modelos tradicionales de evaluación genética, se asume que la variación residual para peso corporal es la misma en las distintas estirpes. Este supuesto no siempre es confirmado por los datos experimentales que muestran un componente genético en la diferencia de la magnitud de la variación residual del peso corporal, que podría ser utilizado como criterio de selección para reducir la dispersión de pesos, seleccionando aquellas estirpes cuyos miembros tienden a ser menos variables (Wolc et al. 2009). Confirmando esta hipótesis, Kosba et al. (2009) realizan un estudio de selección por uniformidad en cuatro líneas de la estirpe Alexandria, genotipo desarrollado en Egipto mediante el cruzamiento entre las razas Fayoumi, Plymouth Rock barrada, Rhode Island colorada y Leghorn blanca que da por resultado una mejora de 7,79% en el porcentaje de uniformidad entre generaciones.

El programa de alimentación también tuvo efectos sobre la uniformidad del peso corporal, con un mayor coeficiente de variación en los grupos Control que en los Tratados hasta las 18 semanas en el híbrido ES x A y hasta las 19 semanas en la sintética ES, momento en que ambos grupos Control mostraron un aumento sostenido de la uniformidad

alcanzando valores del 8% (muy uniformes) a las 25 semanas para el genotipo ES, mientras que el genotipo ES x A recién lo logró a las 30 semanas. Por otra parte, la mayor asignación de alimento se reflejó en una mejora de la uniformidad, alcanzando el genotipo ES la categoría muy uniforme (CV 8%) a las 16 semanas, mientras que el híbrido ES x A se mantuvo entre el 8 y 10% (uniforme) a partir de la semana 20. Similares resultados se obtuvieron mediante el análisis del área bajo la curva, con los menores valores observados en el genotipo ES en ambos programas de alimentación. Esta respuesta a la restricción alimenticia coincide con lo observado por Pletsch et al. (2009) quienes señalan bajos porcentajes de uniformidad a lo largo del periodo de cría y recría en gallinas camperas bajo tratamiento de restricción alimenticia.

Las diferencias a favor de las aves con mayor asignación de alimento observadas en el presente estudio, coinciden con lo señalado por otros autores que reportan mayor dispersión de peso corporal cuando la restricción de alimento es más severa, tanto en reproductores pesados de rápido crecimiento como en los de crecimiento lento (Hudson et al. 2001; Bramwell, 2003). Estos autores resaltan que los programas de restricción muy severos incrementan los niveles de competencia y la tensión social, y provocan diferencias en las oportunidades de acceso al alimento en una importante proporción de individuos del lote, por lo que, a mayor grado de restricción, mayor dispersión de pesos. Los programas muy severos de restricción alimenticia durante la recría producen una gran disparidad en el consumo de alimento debido a que las pollas más grandes o más agresivas superan a las pequeñas o tímidas, y ello se traduce en un desigual acceso al alimento y, consecuentemente, en una mayor dispersión de los pesos corporales. Con la finalidad de determinar el impacto de las prácticas de manejo de la alimentación diseñadas para mejorar la uniformidad, Zuidhof et al. (2015), asignan 1.200 pollitas reproductoras Ross 308 a cinco tratamientos consistentes en variaciones en la forma de presentación del alimento y en las estrategias de suministro, y observan diferencias marcadas en el coeficiente de variación, relacionadas con la intensidad de la restricción alimenticia en las primeras semanas de edad, en tanto que se registran mejoras a partir de las 19 semanas en los distintos tratamientos. En otro estudio se compara el efecto de la restricción cuantitativa y cualitativa sobre la uniformidad del peso corporal al final de la recría, utilizando pollas Ross 308 hasta las 20 semanas de

edad, lo que resulta en un coeficiente de variación del peso corporal mayor para los tratamientos de restricción cualitativa, en tanto que, la variación de peso corporal aumenta con la edad (Sandilands et al. 2006), situación con la que discrepan los resultados del presente ensayo.

CONCLUSIÓN

El estudio evidenció una respuesta diferente del peso corporal en ambos genotipos a la asignación de alimento en la fase de recría. Las reproductoras que se criaron con un mayor plano nutricional presentaron mejores porcentajes de uniformidad, hecho que reflejó un efecto favorable de la mayor oferta de alimento, más allá de la composición genética de las poblaciones. No existe un programa único de restricción alimenticia para los distintos genotipos maternos del pollo Campero INTA, lo que implica que el manejo de la asignación de alimento debe adaptarse a cada población genética en particular.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Multiplicación de Aves de la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, El Sombrero (Corrientes, Argentina) por el apoyo brindado para la ejecución del presente estudio.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento y quienes están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

BIBLIOGRAFÍAS

- 1 Aggrey, S. E. (2002). Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poultry science*, 81(12), 1782-1788. <https://doi.org/10.1093/ps/81.12.1782>
- 2 Agudelo Gómez, D. A., Cerón Muñoz, M. F. & Restrepo Betancur, L. F. (2008). Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(1), 39-58.
- 3 Arrazola, A. & Torrey, S. (2021). Welfare and performance of slower growing Broiler Breeders during rearing. *Poultry Science*, 100(11), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101434>
- 4 Aviagen. Manual de manejo del pollo de carne Ross. 2018; p 109. Disponible en: https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign

- _Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- 5 Brake JT. Ciencia y arte del manejo de reproductoras pesadas. 5to Seminario de Actualización Avícola de la Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura (AMEVEA). Colón, Provincia de Entre Ríos, Argentina. 2000. Libro de Memorias, Conferencia técnica N°9: 183-220.
 - 6 Bramwell K. Breeder flock uniformity: how important is it?. *Avian Advice*. 2003; Vol. 5 (1): 6-8. Disponible en: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=avian-advice>
 - 7 Brody, T., Eitan, Y., Soller, M., Nir, I., & Nitsan, Z. (1980). Compensatory growth and sexual maturity in broiler females reared under severe food restriction from day of hatching. *British Poultry Science*, 21(6), 437-446. <https://doi.org/10.1080/00071668008416694>
 - 8 Canet, Z. E., Fain Binda, V., Terzaghi A. L., Dottavio, A. M., Font, M. T., Di Masso, R. J. Uniformidad del peso corporal durante el primer ciclo de postura en ponedoras experimentales de cuatro grupos genéticos. En *Actas de las IX Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario. Casilda (Santa Fe)*. 2008.
 - 9 Carneiro, P. R. O., Lunedo, R., Fernandez-Alarcon, M. F., Baldissera, G., Freitas, G. G., & Macari, M. (2019). Effect of different feed restriction programs on the performance and reproductive traits of broiler breeders. *Poultry science*, 98(10), 4705-4715. <https://doi.org/10.3382/ps/pez181>
 - 10 Di Masso, R. J., Dottavio, A. M., Canet, Z. E., & Font, M. T. (1998). Body weight and egg weight dynamics in layers. *Poultry science*, 77(6), 791-796. <https://doi.org/10.1093/ps/77.6.791>
 - 11 Eitan, Y., Lipkin, E., & Soller, M. (2014). Body composition and reproductive performance at entry into lay of anno 1980 versus anno 2000 broiler breeder females under fast and slow release from feed restriction. *Poultry science*, 93(5), 1227-1235. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03239>
 - 12 Girard, M. T. E., Zuidhof, M. J., & Bench, C. J. (2017). Feeding, foraging, and feather pecking behaviours in precision-fed and skip-a-day-fed broiler breeder pullets. *Applied Animal Behaviour Science*, 188, 42-49. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.12.011>
 - 13 Gous, R. M. (2018). Nutritional and environmental effects on broiler uniformity. *World's Poultry Science Journal*, 74(1), 21-34. <https://doi.org/10.1017/S0043933917001039>
 - 14 Heck, A., Onagbesan, O., Tona, K., Metayer, S., Putterflam, J., Jégo, Y., ... & Bruggeman, V. (2004). Effects of ad libitum feeding on performance of different strains of broiler breeders. *British Poultry Science*, 45(5), 695-703. <https://doi.org/10.1080/00071660400006537>
 - 15 Hudson, B. P., Lien, R. J., & Hess, J. B. (2001). Effects of body weight uniformity and pre-peak feeding programs on broiler breeder hen performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 10(1), 24-32. <https://doi.org/10.1093/japr/10.1.24>
 - 16 Kosba, M. A., Zeweil, H. S., Ahmed, M. H., Shabara, S. M.,

- & Debes, A. A. (2009). Selection for uniformity in Alexandria local chicken. 1-response to selection. Egypt. Poult. Sci. (29) (IV): 1157-1171
- 17 Lindholm, C., Johansson, A. Middelkoop, A. Lees, J. J., Yngwe, N. Berndtson, E. Cooper, G. Altimiras, J. The Quest for Welfare-Friendly Feeding of Broiler Breeders: Effects of Daily vs. 5:2 Feed Restriction Schedules. Poultry Science. 2017; 0:1-10. Poultry Science. 2017; 0:1-10. <https://doi.org/10.3382/ps/pex326>
- 18 Miguel, J. A., Asenjo, B., Ciria, J., Calvo, J. L. Descripción del crecimiento de tres tipos genéticos de gallinas españolas y una línea comercial sasso. Efecto del tipo de alojamiento. Información Técnica Económica Agraria. 2009; 105 (1):7-16.
- 19 Morrissey, K. I., Widowski, T., Leeson, S. Sandilands, V., Arnone, A. Torrey, S. The effect of dietary alterations during rearing on growth, productivity, and behavior in broiler breeder females. Poultry Science. 2014; 93 (2):285-295. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03265>
- 20 Pletsch, C. R. Terraes, J. C. Revidatti FA, Fernandez, R. J., Asiain M. Consecuencias de la restricción alimenticia sobre la producción de huevos en hembras tipo Campero INTA. Rev. Vet. 2009; 20: 2, 86-91. <https://doi.org/10.30972/vet.2021855>
- 21 Robinson, F. E., Renema, R. A. (2003). Managing what you can't see: the role of feed in breeder ovary management. University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada, PIC Health Conference. Disponible en: www.poultryindustrycouncil.ca/bbreedersession.pdf
- 22 Roush, W. B., Branton SL. A comparison of fitting growth models with a genetic algorithm and nonlinear regression. Poult. Sci. 2005; 84:494-502. <https://doi.org/10.1093/ps/84.3.494>
- 23 Sandilands, V. Tolkamp, B. J., Savory, C. J., Kyriazakis, I. Behaviour and welfare of broiler sheskinbreeders fed qualitatively restricted diets during rearing: Are there viable alternatives to quantitative restriction? Applied Animal Behaviour Science. 2006; 96: 53-67. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.04.017>
- 24 Sheskin, D. J. 2011. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures, Fifth Edition. Chapman & Hall/CRC. Taylor & Francis Group. USA. 1851p. <https://doi.org/10.1201/9781420036268>
- 25 Terraes, J. C., Sindik, M., Revidatti, F., Fernández, R. J., Rigonatto, T. Michel, M. Ortíz, D. Curva de crecimiento, consumo de alimento, porcentaje de uniformidad y madurez sexual en reproductoras Campero-INTA sometidas a dos programas de distribución de alimento. Trabajo presentado en las XXXI Sesión de Comunicaciones Científicas. Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE, Corrientes, Argentina, 2010. p 7.
- 26 Toudic, C. Evaluating uniformity in broiler - Factors affecting variation. Technical information. The Poultry Site. 2007; Disponible en: www.thepoultrysite.com/articles/evaluating-uniformity-in-broilers-factors-affecting-variation
- 27 Van der Klein, S. A. S., Silva, F. A., Kwakkel, R. P., & Zuidhof, M. J. (2017). The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. Poultry Science, 96 (1) , 118 - 126 . <https://doi.org/10.3382/ps/pew187>
- 28 Wolc, A. White, I. M. S., Avendano, S., Hill, W. G. Genetic variability in residual variation of body weight and conformation scores in broiler chickens. Poultry Science. 2009; 88 :1156-1161 <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00547>
- 29 Yu, M. W., Robinson, F. E., Charles, R. G., Weingardt R. Effect of feed allowance during rearing and breeding on female broiler breeders. 2. Ovarian morphology and production. Poultry Science. 1992; 71: 1750-1761. <https://doi.org/10.3382/ps.0711750>
- 30 Zuidhof, M. J., Holm, D. E., Renema, R. A., Jalal, M. A., Robinson, F. E. Effects of broiler breeder management on pullet body weight and carcass uniformity. Poult. Sci. 2015; 94 : 1389 - 1397 . <https://doi.org/10.3382/ps/pev064>