

Efectos del intervalo de tiempo entre la eclosión y el inicio de la alimentación en la fisiología y crecimiento de pollitos broiler

R. Cepero^{1*}, M.M. Campo¹, M. Bataller¹ y A. Fernández²

¹ Dpto. de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos. ² Dpto. De Sanidad Animal. Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza.

* e-mail eggmeat@unizar.es

Resumen

En condiciones comerciales, desde la eclosión y hasta que entran en la granja de cría hay se produce un retraso en el acceso de los pollitos al pienso y al agua. Los objetivos de este estudio fueron evaluar los efectos de tres intervalos de tiempo de transporte normalmente utilizados en España (2 h, 14 h, y 26 h) sobre el metabolismo, desarrollo de los órganos digestivos y resultados productivos de los pollitos durante su primera semana de vida. Así, en este ensayo se alojaron en nuestra granja experimental tres grupos de 1.224 pollitos de 1 día sexados, correspondientes a cada tiempo de transporte, y alojados en celdas (100 aves por celda, la mitad de cada sexo), recibiendo de inmediato pienso y agua. Cada tratamiento se replicó en 12 celdas.

Antes de cada entrada, se escogieron al azar 12 pollitos de cada grupo para analizar varios indicadores metabólicos, y otros 12 se emplearon para determinar peso y proporciones iniciales del vitelo y de los órganos digestivos. Los parámetros sanguíneos se analizaron de nuevo a las 24 y 48 h tras el alojamiento. El peso del vitelo se midió otra vez a los 3 y 7 días de la entrada en 12 pollitos por tratamiento, y la mortalidad, crecimiento, consumo y conversión del pienso se determinaron en cada una de las celdas. Todas las mediciones se hicieron a los mismos tiempos desde la entrada de cada grupo experimental.

Las aves que tuvieron 26 h de ayuno mostraron un mayor valor hematocrito y concentraciones en plasma más elevadas de proteínas totales y β -hidroxibutirato, pero estas diferencias desaparecieron a las 24 h de su entrada en granja. Los niveles plasmáticos de glucosa aumentaron rápidamente en todos los grupos desde que comenzaron a alimentarse, y descendieron después. Peso y porcentaje del vitelo resultaron inferiores en los pollitos ayunados durante 26 h, pasando a ser insignificantes a los 3 días en los 3 grupos. El peso a la entrada de los pollitos ayunados durante más tiempo fue menor, pero fueron capaces de consumir más pienso en la primera semana y así lograr un crecimiento compensador. A los 7 días de vida no se hallaron diferencias en el índice de conversión. Las tasas de mortalidad fueron normales, sin diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos en ningún momento.

En conclusión, un retraso en el acceso a agua y pienso tras la salida de nacedora de hasta 26 h no produjo consecuencias negativas permanentes para el bienestar ni los índices productivos de las aves. Los indicadores metabólicos y producciones iniciales de los pollitos sometidos a los ayunos más largos resultaron ligeramente perjudicados, pero los animales fueron capaces de compensarlos dentro de su primera semana de vida.

Palabras clave: Pollito; ayuno; fisiología; producciones; desarrollo digestivo.

Summary

Effect of time period between hatching and the onset of feeding on the physiology and growth of broiler chicks

In commercial conditions, day-old chickens are subjected after hatching to a delay in their access to food and water until they arrive at the growing farm. The objectives of this study were to evaluate the effects of three transport times commonly used in Spain (2 h, 14 h, and 26 h) on the chick metabolism, development of digestive organs and performances during their first week of life. Thus three experimental groups of 1,200 sexed day-old chickens corresponding to every transport time were housed in our experimental farm in pens containing 100 birds each (50 males and 50 females) and provided with feed and water. Each treatment was replied in 12 pens.

Before housing, 12 birds per treatment were randomly chosen to analyze several metabolic indicators, and other 12 chicks per treatment were used to determine initial weight and proportions of yolk sac and digestive organs. Blood parameters were analyzed again 24 h and 48 h after housing. Weight of yolk sac was measured 3 and 7 days after housing in 12 chicks per treatment, and mortality, weight gain, feed consumption and conversion determined. All measurements were made at equal times after housing.

Birds subjected to 26 h of fasting showed greater values for hematocrit and serum total proteins and β -hydroxybutyrate, but differences disappeared at 24 h after housing. Plasma glucose levels increased quickly in all groups after the onset of feeding and decreased thereafter. Initial yolk sac weight and percentage were lower in chicks fasted for 26 h, and in all groups were negligible after 3 days. Initial body weight was lower in birds fasted for 26 h, but they were able to eat more feed in the first week and to perform compensatory growth. At 7 days, no differences were found for feed conversion. Mortality rates were normal without significant differences among groups in any period.

In conclusion, a delay in access to food and water up to 26 h after hatching did not show a permanent harmful effect on bird's welfare and performances. Day-old chicks subjected to the longest fasting times showed slight negative effects on metabolic indicators and initial performances, but they were able to compensate them in their first 7 days of life.

Keywords: Broiler chick; fasting period; physiology; digestive development; performances

Introducción

La fase de arranque es la más crítica para el crecimiento y desarrollo de los broilers (Van den Brand *et al.*, 2010) ya que, sumada al período de incubación, supone la mitad de su vida (Seijas, 2014). Cada gramo adicional que un pollito gana a los 7 días de edad corresponde a 5 gramos de peso vivo extra a los 49 días. Por tanto, los fallos producidos en esta fase pueden acarrear consecuencias importantes sin tiempo para enmendarlas (Noy y Uni, 2010).

En la práctica comercial es muy común que tras la eclosión ocurra un retraso en el acceso a comida y agua debido a diversas situaciones, y ello está permitido hasta cierto límite. La legislación europea estipula que los pollitos de un día pueden ser transportados un máximo de 24 horas dentro de las 72 horas después del nacimiento, y que no pueden ser privados de comida y agua más de 72 horas (Reglamento CE 1/2005).

La primera situación que provoca un retraso en la alimentación es la ventana de nacimiento. Los primeros pollitos en nacer permanecen a la espera de ser retirados de la nacedora hasta que la mayoría de los huevos han eclosionado. Durante este tiempo los pollitos ya eclosionados no tienen acceso a comida ni agua, y por tanto sufren un periodo de ayuno más largo y están más predisuestos a la deshidratación. Si la ventana de nacimiento se alarga, el número de pollitos en ayuno durante un tiempo extenso aumenta (Henderson *et al.*, 2008), disminuyendo la calidad del pollito y aumentando el riesgo de desigualdad de la manada durante la crianza.

Un factor de retraso menos importante, pues generalmente no supera las 2-4 horas, es el manejo post-eclosión (clasificación, sexaje y vacunación). Sin embargo, en ocasiones, los pollitos son almacenados a la espera de ser transportados a las granjas (Bergoug *et al.*, 2013b). Por último, los pollitos tienen que ser transportados hasta la granja de crianza. Este es el factor más importante que alarga el retraso al acceso de comida y agua, sobre todo en viajes internacionales. Por tanto es el mayor determinante de la duración del ayuno y del estrés que éste puede causar.

Fisiología del pollito tras la eclosión. En la eclosión las reservas de glucógeno que posee el pollito se usan prácticamente en su totalidad para su transformación en glucosa plasmática y aportar al pollito una fuente de energía inmediata. Si los pollitos no se alimentan inmediatamente tras la eclosión, el nivel plasmático de glucosa se mantiene, en parte, gracias a la gluconeogénesis (Peebles *et al.*, 2004). No obstante, esto supone la movilización de proteína muscular, provocando la disminución del crecimiento y desarrollo inicial (Vieira y Moran, 1999).

Los cuerpos cetónicos se producen durante el ayuno, o por el uso de dietas bajas en hidratos de carbono y proteínas y altas en grasas (Ohtsu *et al.*, 2013). El β -hidroxibutirato es un cuerpo cetónico con un papel esencial en el control de la homeostasis energética de los animales (Rojas-Morales *et al.*, 2016). En los pollitos se aprecia una gran disminución de los niveles séricos, hepáticos y musculares de β -hidroxibutirato cuando tienen acceso a la alimentación (Warriss *et al.*, 1988; Ohtsu *et al.*, 2003).

Los pollitos nacen con un hematocrito elevado, alrededor del 30%, y que disminuye rápidamente cuando empiezan a beber agua. El hematocrito, que aumenta con la deshidratación, se puede utilizar para determinar el efecto del transporte o del estrés en pollos recién nacidos, hacia la mitad de la crianza o bien en el momento de ser enviados al matadero (Warriss *et al.*, 1988, 1992; Peebles *et al.*, 2004; Bergoug *et al.*, 2013a, Tong *et al.*, 2015). Otro parámetro útil en la valoración de la deshidratación son las proteínas totales plasmáticas, cuyo nivel aumenta si falta hidratación. También son indicadoras del metabolismo y la homeostasis proteica (Warriss *et al.*, 1992).

Los pollitos recién eclosionados son especialmente sensibles a la temperatura ambiental. Hasta los 10 días de vida se comportan como poiquiloterms, es decir, su temperatura corporal varía con la temperatura del medio, pues no son capaces de mantenerla por sí mismos (Van den Brand, 2010). El consumo de comida hace que su temperatura corporal aumente (Peebles *et al.*, 2004) permitiéndoles soportar las temperaturas adversas que se puedan dar durante el transporte y a la llegada a las granjas.

Consecuencias de la privación de comida y agua. A pesar de los efectos negativos del ayuno, los pollitos están bastante preparados para aguantar un tiempo sin comida ni agua tras la eclosión. Al nacer aún persiste en la cavidad abdominal parte del saco vitelino, que representa el 10% del peso corporal. Su función es facilitar la adaptación nutricional de los pollitos recién nacidos. El contenido del saco vitelino es rico en grasas y proteínas, pero muy bajo en carbohidratos. Si los pollitos no tienen acceso temprano a una fuente de carbohidratos y los nutrientes del saco vitelino se agotan, aumenta la probabilidad de que sufran cetosis y deshidratación.

Noy y Sklan (2001) demostraron que el reparto en la utilización del vitelo post-eclosión de los pollos entre la circulación sanguínea y el intestino delgado está influido por la presencia de comida en el tracto gastrointestinal, mejorando la absorción del vitelo hacia el intestino delgado, por lo que estas reservas se utilizan principalmente para el desarrollo del sistema inmune, y los sistemas cardiovascular y gastrointestinal (Seijas, 2014). Por el contrario, cuanto más largo es el ayuno post-eclosión más se dirigen las reservas del vitelo hacia la circulación general.

Por tanto, los pollitos aguantan la privación de nutrientes; pero esto no significa que no haya repercusiones a nivel fisiológico. En primer lugar, pierden agua mediante la respiración, y que no es recuperada debido a la falta de agua de bebida. Esto puede agravarse en transportes en malas condiciones (exceso de temperatura) o en transportes muy largos, aunque se hagan en condiciones adecuadas. La pérdida de agua provoca la deshidratación de los pollitos, con un aumento del valor hematocrito y del total de proteínas plasmáticas al decrecer el plasma sanguíneo (Warriss *et al.*, 1988).

Los pollitos que son privados de comida y agua tras la eclosión durante un tiempo prolongado alcanzan un menor peso vivo durante las primeras semanas de vida. Si la privación de alimento y agua post-eclosión se mantiene durante 48 horas o más resulta en una pérdida de 10,7% de su peso inicial, y en una depresión del crecimiento (Careghi *et al.*, 2005; Tong *et al.*, 2015).

Si los pollos sufren un ayuno de dos días, cuando reciben comida, el consumo de alimento es menor que el de los pollitos de la misma edad que han podido alimentarse desde el principio. Esto implica que el ayuno ha dañado la capacidad de ingestión, lo que provoca un retraso en el crecimiento (Wang *et al.*, 2014). Las pérdidas de peso que sufren los pollitos retenidos en la incubadora durante 24 o 48 horas son equivalentes a 1-2 días más para alcanzar el peso comercial, respectivamente. (Vieira y Moran, 1999).

En general, el peso de los pollitos disminuye conforme aumenta la duración del transporte, y por tanto de la privación de agua y comida (De Jong *et al.*, 2016). La deshidratación que sufren agrava el problema de la merma de peso corporal. Además, el comportamiento de beber necesita un proceso de

aprendizaje y hay evidencias de que es necesario el acceso a la comida para que se inicie el consumo de agua (Warris *et al.*, 1988).

Material y Métodos

Animales. En este experimento se utilizaron 3.672 pollitos Ross 308, la mitad machos y la mitad hembras, procedentes del mismo lote de reproductoras, de 45 semanas de edad, y vacunados in ovo frente a la enfermedad de Marek y la de Gumboro. Según los técnicos responsables, la ventana de nacimiento de esta partida duró 20 horas, a las que se sumaron 12 h más para el completo secado de los pollitos. Tras la eclosión fueron sexados y vacunados contra bronquitis infecciosa.

Diseño experimental. Se formaron 3 grupos de pollitos, diferenciados por la duración del ayuno de alimento y agua desde su retirada de la nacedora hasta su alojamiento en granja (2, 14 y 26 h). Cada tratamiento se replicó 12 veces, en sendas celdas que contenían 100 pollitos cada una, la mitad de cada sexo. Por motivos logísticos los pollitos llegaron en 2 portes en lugar de en 3, lo que supuso mantener a parte de los animales en espera en condiciones adecuadas hasta la hora prevista para su alojamiento.

Transporte y espera. Los pollitos destinados a esta prueba salieron de la misma nacedora a las 6 de la mañana. Tras las operaciones de separación de cáscaras, sexaje y vacunación, se envasaron en cajas de 100, que se pesaron individualmente y se cargaron en un camión climatizado, que llegó a la nave experimental a las 8:00; momento en el que se efectuaron los controles previstos sobre el primer tercio de los pollitos, que seguidamente se alojaron en sus respectivas celdas. El grupo intermedio se mantuvo en espera en el almacén de la granja hasta las 20 h, a una temperatura ambiente de 26 °C (32-33 °C dentro de las cajas). El último grupo llegó a las 0 h, y se mantuvo en espera en las mismas condiciones hasta su introducción en granja a las 8 de la mañana del día siguiente.

La temperatura y la humedad relativa se registraron continuamente durante el transporte mediante un sensor (Fruitwatcher) fijado a una de las cajas. A lo largo del día se comprobó repetidas veces que los pollitos en espera estaban tranquilos, silenciosos y calientes, y sin mostrar jadeo.

Manejo y alimentación. El ensayo se llevó a cabo en una nave experimental de ambiente controlado de 11,9 por 19,3 m (230 m²), provista de calefacción a gas por inductor, ventilación cruzada con 4 extractores de 6.000 m³, y VEAs con velocidad de entrada del aire de 0,5 m/sg. Un regulador Exafan DNPC controla automáticamente la luz y el sistema de ventilación/temperatura. Las temperaturas máximas y mínimas y la humedad relativa se registraron diariamente durante todo el ensayo. La iluminación durante los 7 días fue continua (24 h), con intensidad de 40 lux.

En esta nave se ubicaron 36 departamentos desmontables de 4m² cada uno, que albergaron a 100 pollitos cada uno. En cada departamento había 8 tetinas (1 por 12,5 pollitos), papel de arranque para el suministro de pienso durante los 3 primeros días, y una bandeja y un comedero de canal de 1ª edad. Los pollos recibieron pienso comercial de arranque y agua ad libitum desde el momento de su alojamiento. Durante el ensayo se registró el consumo de pienso de cada departamento.

Controles experimentales. Todos los controles se efectuaron a igualdad de tiempo desde la entrada a granja de los animales. El peso inicial de todas las cajas de pollitos se registró en la planta de incubación, a las 6:00 a.m., y de nuevo inmediatamente antes de alojarlos. A los 3 y 7 días de su respectiva entrada, todos los pollitos de cada celda se pesaron en masa en cajas taradas y en una báscula electrónica con 50 g de precisión. El consumo de pienso se midió por diferencia entre el peso inicial de cada saco de pienso y el obtenido 3 y 7 días después de la entrada de cada grupo. Diariamente se recogieron las bajas en cada celda, registrando su sexo y peso.

Antes de cada entrada se retiraron 24 pollitos al azar, la mitad de cada sexo, para los estudios metabólicos y de composición corporal. Además, se evaluó el estado de su ombligo, que resultó adecuado (81% de grado 0 y 15% de grado 1) y similar en los tres grupos; y se midió la temperatura cloacal en 2 pollitos por celda, en el momento del alojamiento y 4 h después, con un termómetro Braun ThermoScan 7 IRT6520.

Para la determinación de los indicadores metabólicos, se sacrificaron 12 pollitos de cada grupo antes del alojamiento, y otros 12, 24 y 48 h después de cada entrada (1 pollito por celda). Se obtuvo la sangre por sección de los vasos occipitales y se recogió en tubos con heparina de litio como anticoagulante. El hematocrito se realizó mediante el sistema de microhematocrito en tubos heparinizados. El resto de la sangre se centrifugó a 3.000 rpm, a 4°C, 15 minutos, y el plasma se guardó en tubos Eppendorf a -20°C

hasta el análisis bioquímico. El análisis de glucosa se realizó por el método de la hexoquinasa (Beckman Coulter), las proteínas totales mediante el método de Biuret y la concentración de β -hidroxibutirato por un método cinético enzimático (RANBUT, Randox). Los tres parámetros se determinaron con un autoanalizador de bioquímica clínica (Olympus AU400).

Para estudiar la composición corporal, en el momento de introducir a la granja cada uno de los tres grupos de pollitos, diferenciados por el plazo de espera, se escogieron al azar 12 animales, la mitad de cada sexo; una vez pesados e identificados se llevaron al laboratorio y se sacrificaron por dislocación cervical. En cada ocasión se procedió a la extracción y pesaje, con precisión de 1 mg, del vitelo.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS v.22 mediante el procedimiento GLM, como modelo factorial de efectos fijos (tiempo de ayuno y edad). Las diferencias entre medias se contrastaron con el test de Duncan. Los porcentajes de mortalidad se compararon con el test de Chi-cuadrado.

Este protocolo fue aprobado por la Comisión Ética de la Universidad de Zaragoza (Ref. PI 19/18).

Resultados y Discusión

1. Indicadores metabólicos

Temperatura cloacal. Inicialmente fue inferior en 1°C ($p < 0,05$) en los pollitos sometidos al ayuno más largo (Figura 1), lo que también podría estar relacionado con una temperatura ambiente en espera algo inferior y/o una temperatura ambiente al entrar en granja 1°C menor que el primer día. Sin embargo, esta diferencia desapareció tras 4 horas de permanencia en la granja.

Esta capacidad de recuperación ya fue observada por Van den Brand *et al.* (2010), que comprobó que una exposición a temperaturas bajas (20°C) durante 30 minutos en los primeros días de vida de los pollitos, daba lugar a un descenso de su temperatura cloacal de hasta $2,1^{\circ}\text{C}$. Todos los pollitos volvieron a presentar valores de temperatura normales tras 30 minutos de estancia en un ambiente cálido.

Hematocrito. Los pollitos nacieron con niveles cercanos al 28%, que descendieron a las 48 h a valores del 21-22% (Figura 2). Estos cambios, observados también por Peebles *et al.* (2004) y Bergoug *et al.* (2013 a), se deben a que la deshidratación inicial que sufren los animales remite rápidamente cuando ingieren alimento y agua. Esta disminución es más rápida en los grupos que han sufrido ayuno, lo que pone de relieve la capacidad de recuperación de los animales.

Proteínas totales. El tiempo de ayuno tuvo un efecto significativo; los pollitos del grupo de 26 horas presentaron valores más altos que los del grupo de 2 horas, indicando su mayor grado de deshidratación (Figura 3). A las 24 h de introducir el alimento y el agua, su concentración descendió en los grupos con mayor ayuno, y a las 48 h incrementó en todos los grupos hasta 2,22-2,29 g/dL. Este aumento ya se debe a la producción de proteínas por parte del animal. En los estudios de Warriss *et al.* (1988) y Peebles *et al.* (2004) se encontró un aumento de las proteínas totales con el tiempo, que se atribuyó a la deshidratación aunque los pollitos ya habían bebido.

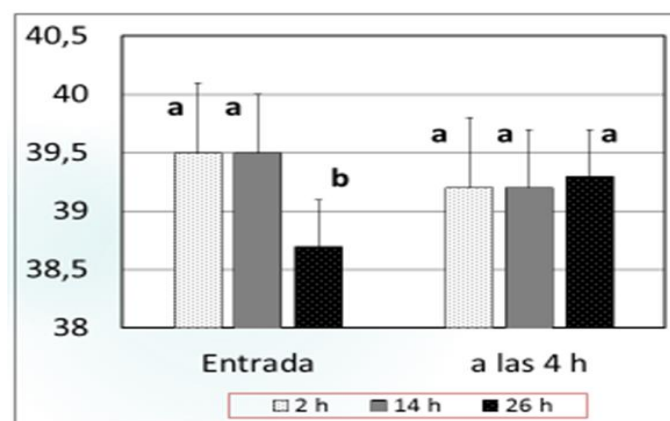


Figura 1. Efecto del tiempo de ayuno en la temperatura cloacal ($^{\circ}\text{C} \pm \text{dt}$)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos debidas al tiempo de ayuno

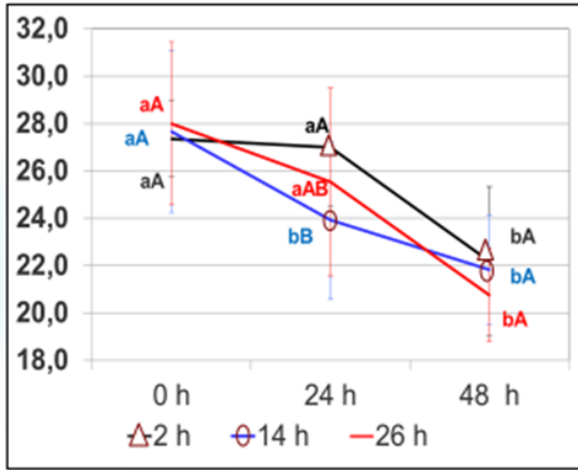


Figura 2. Efecto del tiempo de ayuno en el valor hematocrito (% \pm dt)

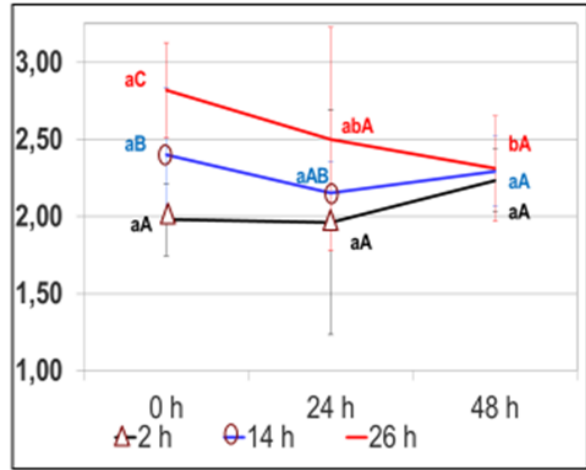


Figura 3. Efecto del tiempo de ayuno en el nivel plasmático de proteínas totales (g/dl \pm dt)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) debidas al ayuno o a la edad
 A, B, C Efecto del tiempo de ayuno ---- a, b, c Efecto de la edad

Glucosa. No se observaron diferencias entre los tres grupos en los niveles plasmáticos de glucosa (Figura 4), y los valores obtenidos concuerdan con todos los estudios al respecto. En todos los casos aumentaron tras recibir el alimento y después bajaron, demostrando la capacidad de homeostasis de este metabolito y su relación con los niveles de glucógeno hepático y muscular (Van de Ven *et al.*, 2013; Zhao *et al.*, 2014). A las 48 horas los tres grupos mostraron valores similares.

Estos resultados discrepan de los obtenidos por Wang *et al.* (2014) que encontraron niveles de glucosa en plasma a los 5 días de edad mayores en los pollitos que habían sufrido un ayuno de 48 horas con respecto a los que tuvieron un acceso inmediato a comida y agua.

β -hidroxibutirato. En el momento de su entrada a granja, en el grupo con 26 horas de ayuno se observó un nivel significativamente mayor que en los otros dos, como clara repercusión fisiológica del ayuno (Figura 5). A las 24 h de introducir el pienso se produjo un descenso acusado de este indicador, lo cual refleja el metabolismo de los hidratos de carbono de la dieta, que hace disminuir los valores de este parámetro (Warriss *et al.*, 1992; Ohtsu *et al.*, 2003, 2013; Rojas-Morales *et al.*, 2016).

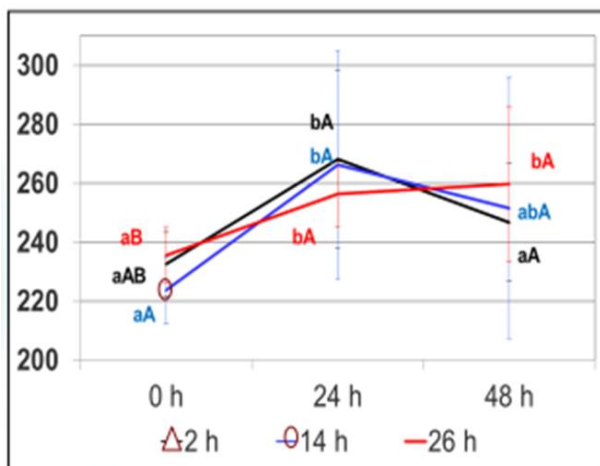


Figura 4. Efecto del tiempo de ayuno en el nivel plasmático de glucosa (mg/dl \pm dt)

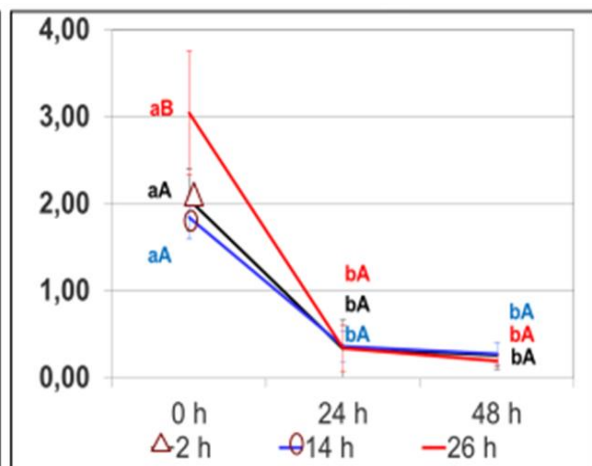


Figura 5. Efecto del tiempo de ayuno en el nivel en plasma de β -hidroxibutirato (mmol/l \pm dt)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) debidas al ayuno o a la edad
 A, B, C Efecto del tiempo de ayuno ---- a, b, c Efecto de la edad

2. Evolución del vitelo

La espera hasta disponer de agua y alimento influyó claramente en el porcentaje de vitelo, menor en los pollitos ayunados por más tiempo, que también mostraban un mayor grado de repleción de la vesícula biliar. También tuvo efecto significativo sobre la proporción total de los órganos digestivos, tendiendo a afectar más al porcentaje del proventrículo.

El peso del vitelo a la llegada resultó significativamente superior en el primer grupo (5,3 g frente a 3,3 y 2,4 g en los grupos de 14 y 26 h de ayuno respectivamente). Después disminuyó significativamente entre 0 y 3 días, permaneciendo inferior en el grupo ayunado 26 horas. A los 7 días la mayoría de los animales ya no presentaban vitelo. La proporción de vitelo (Figura 6) sigue esta misma evolución, disminuyendo a los 3 días a menos del 1% en los 3 grupos de ayuno, con valores mínimos en el de 26 h. Esto indica que la reabsorción del vitelo es más rápida en pollos con escaso ayuno tras la eclosión, ya que la presencia de alimento en el intestino estimula la reabsorción del vitelo (Noy y Sklan, 2001).

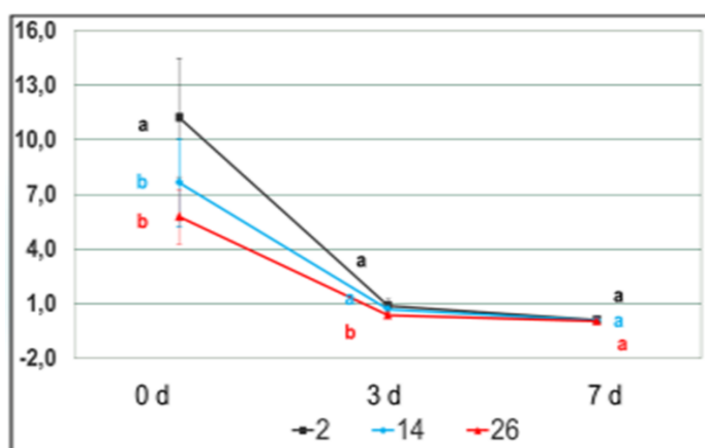


Figura 6. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción del vitelo al peso vivo (g/100g ± dt)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos debidas al tiempo de ayuno

3. Resultados productivos

Mortalidad. A nivel global, el % de mortalidad estuvo dentro de lo normal en la primera semana de cría (Figura 7). El estudio estadístico no reflejó influencia alguna del tiempo de ayuno sobre la mortalidad, probablemente a causa de una variabilidad intra-tratamientos muy alta. Esto coincide con los trabajos realizados por Jacobs *et al.* (2008) y Bergoug *et al.* (2013a) donde no se encontraron repercusiones sobre la mortalidad de tiempos de espera de 11 horas y 10 horas, respectivamente.

Peso corporal. El peso a la entrada resultó superior en los pollitos con el ayuno más corto (2 h), mientras que con 14 h perdieron una media de 1,8 g (4%), y con 26 h de casi 4 g (8,8%). Sin embargo, estos pollitos compensaron su desventaja a partir de los 3 días (Tabla 1). Es destacable que al final de la prueba el peso de los pollitos con menor ayuno fue inferior, contrariamente a lo esperado.

Consumos de pienso e índice de conversión. El consumo en los 3 primeros días resultó superior en el grupo con ayuno más largo, lo que explicaría su crecimiento compensador, pero en la segunda etapa (de 4 a 7 días) ya no hubo diferencias entre los 3 grupos (Tabla 2). Hasta los 3 días el mejor índice de conversión se dio en el grupo intermedio, pero entre 4 y 7 días ya no hubo diferencias estadísticamente significativas, aunque el grupo con 26 h de ayuno obtuvo un valor numéricamente superior (Tabla 3).

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Jacobs *et al.* (2016) con ayunos de hasta 11 h. Bergoug *et al.* (2013a) tampoco encontraron repercusiones sobre consumo e índice de conversión tras un ayuno de 10 horas; sin embargo, el peso vivo sí se vio afectado, siendo menor hasta el día 21 en los pollos ayunados; pero de nuevo sin diferencias a la edad de sacrificio. Gonzales *et al.* (2003), compararon diferentes tiempos de ayuno (hasta 36 horas) y concluyeron que el tiempo máximo de espera después de la eclosión para preservar la productividad a la edad de sacrificio (42 d) era de 24 h.

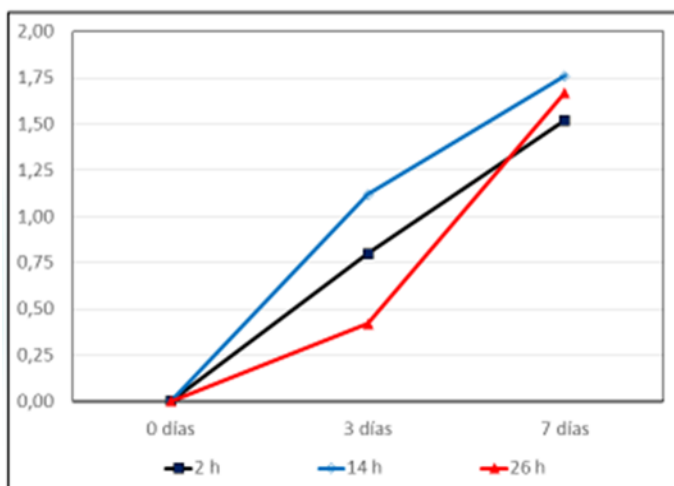


Figura 7. Efecto del tiempo de ayuno en la evolución de la mortalidad (% ± dt)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos debidas al tiempo de ayuno

Peso	Ayuno (h)	Media	dt
0 d	2	44,7 a	0,3
	14	42,9 b	0,7
	26	40,8 c	0,6
3 d	2	84,5 a	1,4
	14	87,2 b	1,9
	26	85,9 ab	2,2
7 d	2	188,0 a	4,7
	14	194,5 b	4,9
	26	193,5 b	5,5

Tabla 1. Efecto del tiempo de ayuno en la evolución del peso corporal (g ± dt)

Peso	Ayuno (h)	media	dt
0 – 3 d	2	20,2 ab	1,4
	14	18,9 b	1,8
	26	21,4 a	1,7
4 – 7 d	2	36,9 a	2,0
	14	37,1 a	2,3
	26	35,3 a	1,6

Tabla 3. Efecto del tiempo de ayuno en el consumo diario de pienso (g/día ± dt)

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre grupos debidas al tiempo de ayuno

Peso	Ayuno (h)	media	dt
0 – 3 d	2	0,716 a	0,046
	14	0,647 b	0,054
	26	0,741 a	0,059
4 – 7 d	2	1,056 a	0,042
	14	1,051 a	0,050
	26	1,085 a	0,051

Tabla 4. Efecto del tiempo de ayuno en el índice de conversión del pienso (g/g ± dt)

Conclusiones

En las condiciones de este experimento se demostró que un retraso en el acceso a agua y pienso de hasta 26 h tras la retirada de nacedora no produjo consecuencias negativas permanentes para el bienestar ni los índices productivos de las aves. Los pollitos que sufren un ayuno más largo pierden peso debido a la deshidratación y a la utilización de las reservas corporales para su mantenimiento, pero a los 3 y 7 días no difieren de los pollitos con un ayuno mínimo. Tampoco presentan grandes diferencias en el desarrollo ni en la productividad, y las pocas que se producen desaparecen a la semana de vida. Estos resultados ponen de relieve la capacidad de recuperación y de crecimiento compensador de los broilers.

Los indicadores metabólicos de los pollitos sometidos a los ayunos más largos resultaron ligeramente perjudicados, pero los animales fueron capaces de compensarlos dentro de su primera semana de vida. El mayor tiempo de espera provocó una ligera deshidratación de los pollitos, con aumento del hematocrito y proteínas totales, así como un incremento de los niveles en plasma de β -hidroxibutirato, pero tras 48 h de estancia en la granja estas diferencias entre grupos desaparecieron.

Referencias

- BERGOUG, H., GUINEBRETIERE, M., TONG, Q., ROULSTON, N., ROMANINI, C.E.B., EXADAKTYLOS, V., BERCKMANS, D., GARAIN, P., DEMMERS, T. G.M., MCGONNELL, I. M., BAHR, C., BUREL, C., ETERRADOSSI, N., and MICHEL, V. (2013a) Effect of transporting duration of 1-day-old chicks on postplacement production performances and pododermatitis of broilers up to slaughter age. *Poultry Sci.* **92**: 3300-3309.
- BERGOUG, H., BUREL, C., GUINEBRETIERE, M., TONG, Q., ROULSTON, N., ROMANINI, C.E.B., EXADAKTYLOS, V., MCGONNELL, I.M., DEMMERS, T.G.M., VERHELST, R., BAHR, C., BERCKMANS, D., and ETERRADOSSI, N. (2013b) Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch windows, and effect of post-hatch handling on chick quality at placement. *WPSA Journal*, **69**: 313-334.
- CAREGHI, C., TONA, K., ONAGBESA, O., BUYSE, J., DECUYPERE, E., and BRUGGEMAN, V. (2005). The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poultry Sci.* **84**:1314–1320.
- DE JONG, I.C., VAN RIEL, J., LOURENS, A., BRACKE, M.B.M. and VAN DEN BRAND, H. (2016). Effects of food and water deprivation in newly hatched chickens. A systematic literature review and meta-analysis. *Report 999 Wageningen Livestock Research*, December 2016, 70 pp.
- GONZALES, E., KONDO, N., SALDANHA, E.S.P.B., LODDY, M.M., CAREGHI, C., and DECUYPERE, E. (2003). Performance and physiological parameters of broiler chicks subjected to fasting on neonatal period. *Poultry Sci.*, **82**:1250-1256
- HENDERSON, S.N., VICENTE, J.L., PIXLEY, C.M., HARGIS, B.M., and TELLEZ, G. (2008) Effect of an early nutritional supplement on broilers performance. *Int. J. of Poultry Sci.* **7** (3): 211-214.
- JACOBS, L., DELEZIE, E., DUCHATEAU, L., GOETHALS, K., AMPE, B., LAMBRECHT, E., GELLYNCK, X., TUYTTENS, F.A.M. (2016). Effect of post-hatch transportation duration and parental age on broilers Chicken quality, welfare, and productivity. *Poultry Sci.*, **95**: 1973-1979
- NOY, Y., GEYRA, A., and SKLAN, D. (2001). The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the post-hatch poult. *Poultry Sci.*, **80**:912-919.
- NOY, Y. and SKLAN, D. (2001) .Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. *Poultry Sci.*, **80**: 1490-1495.
- NOY, Y., UNI, Z. (2010) Early nutritional strategies. *WPSA Journal* **66** (4): 639-646.
- OHTSU, H., SATO, K., NISHIDA, H., and AKIBA, Y. (2003) High β -hydroxybutyrate concentration in liver and skeletal muscle of newly hatched chicks. *Comparative Biochem. and Physiol. Part A*, **134**:625-629.
- OHTSU, H., YAKABE, Y., YAMAZAKI, M., MURAKAMI, H., and ABE, H. (2013). Plasma lipid profiles and redox status are modulated in a ketogenic diet induced chicken model of ketosis. *The J. of Poultry Sci.*, **50**:212-218.
- PEEBLES, E.D., KEIRS, R.W., BENNETT L, W., CUMMINGS, T.S., WHITMARSH, S.K., and GERARD, P. D. (2004) Relationships among post-hatch physiological parameters in broiler chicks hatched from young breeder hens and subjected to delayed brooding placement. *Int. J. of Poultry Sci.* **3** (9): 578-585.
- Reglamento (CE) del Consejo 1/2005 de 22 de diciembre de 2004, relativo a la protección de los animales durante el transporte y las operaciones conexas y por el que se modifican las Directivas 64/432/CEE y 93/119/CE y el Reglamento (CE) nº 1255/97. *D.O.C.E.*, nº 3, 5/1/2005, pp. 1-44.
- ROJAS-MORALES, P., TAPIA, E., and PEDRAZA-CHAVERRI, J. (2016). β -hydroxybutyrate: A signaling metabolite in starvation response? *Cellular Signalling* **28**: 917-923.
- SEIJAS, E. (2014) Nutrición y fisiología perinatal en aves. <https://www.engormix.com/avicultura/foros/nutricion-fisiologia-perinatal-aves-t20047/>
- TONG, Q., DEMMERS, T., ROMANINI, C.E.B., BERGOUG, H., ROULSTON, N., EXADAKTYLOS, V., BAHR, C., BERCKMANS, D., GUINEBRETIERE, M., ETERRADOSSI, N., GARAIN, P., and MCGONNELL, I. M. (2015) Physiological status of broiler chicks at pulling time and the relationship to duration of holding period. *Animal* **9** (7): 1181-1187.
- VAN DE VEN, L.J.F., VAN WAGENBERG, A.V., DECUYPERE, E., KEMP, B., and VAN DEN BRAND, H. (2013) Perinatal broiler physiology between hatching and chick collection in 2 hatching systems. *Poultry Sci.*, **92**:1050–1061.
- VAN DEN BRAND, H., MOLENAAR, R., VAN DER STAR, I., and MELJERHOF, R. (2010) Early feeding affects resistance against cold exposure in your broilers chickens. *Poultry Sci.* **89**: 716-720.
- VIEIRA, S.L. and MORAN Jr, E.T. (1999). Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *WPSA Journal*, **55**: 125-142.
- WANG, Y., LI, Y., WILLEMS, E., WILLEMSSEN, H., FRANSSSENS, L., KOPPENOL, A., GUO, X., TONA, K., DECUYPERE, E., BUYSE, J., and EVERAERT, N. (2014). Spread of hatch and delayed feed access affect post hatch performance of female broilers chicks up to day 5. *Animal* **8** (4): 610-617.
- WARRIS, P.D., KESTIN, S.C., BROWNS, S.N., and BEVIS, E.A. (1988). Depletion of glycogen reserves in fasting broilers chickens. *Brit. Poultry Sci.* **29**: 149-154.
- WARRIS, P.D., KESTIN, S. C., and EDWARDS, J.E. (1992). Responses of newly hatched chicks to inanition. *The Vet. Record* **130**: 49-53.
- ZHAO, X., SUMMERS, L.H., GILBERT, E.R., SIEGEL, P.B., ZHANG, W., and CLINE, M. (2014) Delayed feeding alter hatch caused compensatory increase in blood glucose concentration in fed chicks from low but not high body weight lines. *Poultry Sci.*, **93**: 617-624.