Efecto del tiempo de ayuno post-eclosión sobre el desarrollo digestivo y de la mucosa intestinal en pollitos broiler

A. LEDESMA, M.M. CAMPO y R. CEPERO*

Dep. Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013-Zaragoza *eggmeat@unizar.es

Resumen

El tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta que los pollitos comienzan a consumir agua y comida puede ser muy variable según la distancia que exista entre la planta de incubación y la granja de destino. Un tiempo de ayuno inicial excesivo puede condicionar el desarrollo posterior de los animales. Para investigar los efectos que este periodo inicial de ayuno puede tener en condiciones comerciales sobre el desarrollo digestivo y de la mucosa intestinal de pollitos broiler a lo largo de su primera semana de vida, se utilizó una manada con 3672 animales, de los que un tercio llegaron a la granja y comenzaron a tomar agua y alimento 2 h después de su manipulación en la planta de incubación, un tercio lo hicieron 14 horas después, y el último tercio restante lo hizo a las 26 h. Cada lote estuvo separado en boxes en el interior de la nave. 12 animales de cada lote se eligieron al azar para su estudio en el momento inicial de llegada a la granja y a los 3 y 7 días de su respectiva entrada. Se midieron peso y proporción del vitelo y de los distintos componentes del aparato digestivo, y se evaluó el desarrollo de la mucosa intestinal con imágenes de microscopía electrónica. El tiempo de ayuno tras la eclosión no afectó a la mucosa intestinal, cuya evolución a lo largo de la primera semana se caracterizó por un incremento de la longitud de las microvellosidades, especialmente en los tres primeros días, un aumento progresivo de la profundidad de las criptas, y un aumento lineal del diámetro de las microvellosidades a costa de una reducción de su densidad. El peso de los animales descendió desde los 46,6 g en los animales que entraron a las 2 h a los 42,7 g y 41,5 g en aquellos que entraron a las 14 y 26 h, respectivamente. Sin embargo, estas diferencias desaparecieron tras 7 días en granja. La proporción de vitelo descendió de un 8,34% del peso corporal en el momento inicial al 0,64 y 0,08% a los 3 y 7 días en granja, respectivamente; por otra parte, el % de vitelo fue muy inferior en los pollitos con mayor tiempo de ayuno, pues supuso un 5,6% tras 26 h sin acceso al pienso, frente a un 11,4% en aquellos que tardaron sólo 2 h en llegar a granja. En consecuencia, en dicho grupo aumentó la importancia relativa del intestino y del hígado. Los resultados indican que la mayor utilización de las reservas del vitelo en ayunos post-eclosión de hasta 26 h es suficiente para compensar el retardo en el acceso al agua y pienso, sin producir cambios fisiológicos perjudiciales.

Palabras clave: microvellosidades, pollitos, ayuno

Summary

Effect of fasting after hatching on digestive development and intestinal mucosa in broilers chicks

The time that elapses from birth until the chicks begin to consume water and food can be very variable depending on the distance that exists between the hatchery and the farm of destination. An excessive initial fasting time can condition the subsequent development of the animals. To investigate the effects that this initial fasting period may have on commercial conditions on the digestive and intestinal mucosal development of broiler chicks during the first week of life, a batch with 3600 animals was used, of which one third arrived at the farm and began to take water and feed 2 hours after their handling in the hatchery, a third did so 14 hours later, and the last third remained at 26 hours. Each lot was separated in boxes inside the farm. 12 animals from each lot were chosen at random for their study at the initial moment of

arrival at the farm and after 3 and 7 days of their respective entry. Weight and proportion of the yolk sac and the different components of the digestive system were measured, and the development of the intestinal mucosa with electron microscopy images was evaluated. The time of fasting after hatching did not affect the intestinal mucosa, whose evolution throughout the first week was characterized by an increase in the length of the microvilli, especially in the first three days, a progressive increase in the depth of the crypts, and a linear increase in the diameter of the microvilli at the expense of a reduction in its density. The weight of the animals decreased from 46.6 g in the animals that entered at 2 h to 42.7 g and 41.5 g in those that entered at 14 and 26 h, respectively. However, these differences disappeared after 7 days in the farm. The proportion of yolk sac decreased from 8.34% of the body weight at the initial moment to 0.64 and 0.08% after 3 and 7 days, respectively. On the other hand, the % of yolk was much lower in the chicks with longer fasting time, since it was 5.6% after 26 h without access to feed, compared to 11.4% in those that only took 2 h in getting into the farm. As a result, the relative importance of the intestine and liver increased in that group. The results indicate that the greater utilization of yolk sac reserves in post-hatch fasting of up to 26 h is sufficient to compensate for the delay in access to water and feed, without producing harmful physiological changes.

Keywords: Microvilli, Broiler chick, fasting period.

Introducción

El pollo broiler ha experimentado importantes cambios en su crecimiento a lo largo de las últimas décadas. El progreso genético experimentado ha obligado a adaptar la alimentación, con el objeto de maximizar el nivel productivo, y ha permitido alcanzar pesos comerciales cada vez más elevados a menor edad. La reducción de la duración del ciclo productivo ha supuesto que la primera semana de vida represente una mayor proporción del periodo de crecimiento del pollo. Por consiguiente, los primeros 7 días son una etapa importante en cuanto al desarrollo y la optimización de la eficiencia digestiva (Willemsen *et al*., 2008).

El crecimiento del pollito, en ausencia de alimentación exógena, depende únicamente del saco vitelino. La legislación europea estipula que los pollitos de un día deben ser transportados por un máximo de 24 horas y que, tras la eclosión, no pueden ser privados de agua y alimento por más de 72 horas (Reglamento CE 1/2005). Las explotaciones de pollos de carne pertenecientes a una misma integradora presentan una amplia distribución geográfica, lo que dificulta la logística de transporte de los pollitos desde la salida de la planta de incubación a la llegada a granja. Las diferentes distancias se traducen en periodos de ayuno más o menos prolongados. Estos periodos de ayuno son previamente agravados en la planta de incubación. La espera en el muelle de carga y el procesado de los pollitos tras la salida de la incubadora representan, al igual que el tiempo de transporte, una privación de agua y alimento homogénea en el lote nacido. Por el contrario, las variaciones entre los pollitos de eclosión temprana y tardía en la ventana de nacimiento representan una desventaja en los primeros respecto a los segundos. 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.

La demora en el acceso al alimento y al agua disminuye el título de anticuerpos (Casteel *et al.*, 1994) y provoca la pérdida de peso debida a la deshidratación, así como la utilización de vitelo y músculo. Por otra parte, la privación de comida en periodos superiores a 24 horas, suponen una retención lipídica y una disminución del contenido proteico del vitelo (Bhamja *et al.*, 2009). Además, el retraso en la alimentación podría enmascarar la expresión de su potencial genético (Bigot *et al.*, 2003).

Consecuencias de la privación de comida y agua. El desarrollo del pollito en estadíos iniciales va a depender, entre otros factores, de la capacidad del tracto gastrointestinal de digerir nutrientes de la dieta con un alto contenido en carbohidratos y proteínas y del uso del vitelo residual como fuente de alimento (Uni y Ferket, 2004). A pesar de los efectos negativos del ayuno, los pollitos pueden aguantar un tiempo sin comida ni agua tras la eclosión. Durante la incubación, la glucogénesis derivada del metabolismo proteico es la fuente de glucosa para su acumulación en glucógeno (John *et al.*, 1988). Los niveles de

este polisacárido se reducen drásticamente tras la eclosión y la dependencia energética recae en los lípidos, pudiendo derivar en una cetosis y deshidratación. El saco vitelino es rico en grasas y proteínas y de él se nutren los pollitos tras la eclosión. La digestión lipídica es dependiente de la lipasa pancreática y de las sales biliares, pero estas últimas actúan como limitante (Krogdahl y Sell, 1989), por lo que su integración en la dieta incrementa la digestión de la grasa (Polin y Hussein, 1982). Por otra parte, los ácidos grasos insaturados ayudan igualmente a la digestión lipídica (Noy y Sklan, 1995), mientras que los ácidos grasos saturados deberían ser eliminados de la alimentación de los pollitos pro su efecto negativo en la producción de sales biliares y la formación de micelas (Blanch *et al*., 1995). La actividad enzimática cambia en los primeros días post-eclosión (Uni et al., 1999) y en el momento de la ingesta de alimento (Sklan y Noy, 2000). La absorción de ácidos grasos es alta y no se modifica con la edad. Sin embargo, los carbohidratos presentan una baja absorción en el nacimiento que se incrementa en los 3-4 días siguientes (Sklan, 2003). Si la dieta es baja en proteína, el uso de carbohidratos es más elevado que si la dieta es baja en grasa, para un mismo nivel energético (Willensem *et al*., 2010). De cualquier manera, si los aminoácidos limitantes y la energía son suficientes, la influencia que composición de la dieta tiene en el crecimiento del pollito tras la eclosión es reducida (Noy y Sklan, 2002).

La privación de comida tiene mayor importancia que la privación de agua en el desarrollo posterior del pollito tras la eclosión. El uso del vitelo se retrasa en condiciones de ayuno (Vieira, 1999), y esto se ha relacionado con un menor desarrollo del sistema gastrointestinal (Dibner, 1999). Esto implica un menor metabolismo y un retraso en el desarrollo del sistema inmunitario (Decuypere *et al*., 2001). La actitud innata de los pollitos de buscar alimento inmediatamente tras la eclosión se traduce en un comienzo inmediato del crecimiento, que se ve ralentizado durante el periodo de ayuno provocando pérdida de peso durante las primeras 36-48 h y de rendimiento productivo posterior alcanzando un menor peso vivo durante las primeras semanas de vida (Noy y Sklan, 1999). Si la privación de alimento y agua post-eclosión se mantiene durante 48 horas o más puede provocar una pérdida del 10,7% de su peso inicial (Careghi *et al.*, 2005; Tong *et al.*, 2015).

El consumo de alimento es menor en pollitos que sufren ayuno que en aquellos de la misma edad que han podido alimentarse desde el principio, posiblemente por una menor capacidad de ingestión, lo que provoca un retraso en el crecimiento (Wang *et al.*, 2014). 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).

Desarrollo del aparato digestivo. El periodo inmediatamente posterior a la eclosión es crítico para el desarrollo gastrointestinal. Páncreas, hígado e intestino delgado se desarrollan rápidamente después del nacimiento (Vieira y Moran, 1999). Durante los primeros días de vida, el intestino delgado crece a una rapidez cinco veces mayor que el resto del cuerpo, y las microvellosidades crecen significativamente antes en aves que disponen de agua y comida tras eclosionar (Bergoug *et al.*, 2013b).

Este rápido desarrollo del intestino alcanza su máximo nivel entre los tres y siete días de vida, y a partir de ahí empieza a declinar. La longitud del intestino delgado aumenta durante la primera semana, incluso si el ave está en ayunas, pero para el desarrollo de las vellosidades es esencial que se inicie la ingesta de alimento (Noy *et al.*, 2001). Aunque el sistema digestivo del pollito esté físicamente desarrollado en la eclosión, no es del todo competente en la digestión y absorción de nutrientes. Generalmente estas funciones no están completamente desarrolladas hasta las dos semanas de vida. (Vieira y Moran, 1999).

Con el objetivo de analizar el efecto que el ayuno post-eclosión debido a la duración del transporte tiene en el desarrollo del aparato digestivo y la mucosa intestinal a lo largo de la primera semana de edad del pollito, se ha realizado este trabajo.

Material y Métodos

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

Animales. Se ha utilizado una crianza de 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, y bronquitos infecciosa tras el sexado. La ventana de nacimiento de esta partida duró 20 horas aproximadamente, a las que se sumaron 12 h más para el completo secado de los pollitos.

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 con igual número de machos y hembras en cada una. 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 º C (32-33 ºC 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.

Manejo y alimentación. El ensayo se llevó a cabo en una nave experimental de ambiente controlado. Los pollos recibieron pienso comercial de arranque y agua ad libitum desde el momento de su alojamiento. Más detalles pueden encontrarse en Cepero *et al*. (2018).

Controles experimentales. Todos los controles se efectuaron a igualdad de tiempo desde la entrada a granja de los animales (igual edad fisiológica, pero distinta edad cronológica).

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 balanza de precisión de 1 mg, del vitelo, el bazo, y los órganos digestivos (separando el páncreas del intestino, y lavando todos antes de su pesaje). El peso de la vesícula biliar se obtuvo por diferencia tras pesar el hígado con y sin ella, y se midió la longitud intestinal desde el inicio del duodeno hasta la cloaca. Esta operación se repitió en los mismos momentos de los controles de peso, a 3 y 7 días, sobre 1 pollito de cada celda (cada vez 12 por tiempo de espera).

Tras pesar el intestino, en el asa duodenal, coincidiendo con el punto intermedio de mayor curvatura alrededor del páncreas se obtuvo una sección de pared intestinal incluyendo la mucosa, que se fijó con glutaldehido al 2,5%, tras lo cual se lavó con tampón fosfato. Tras postfijación con tetraóxido de osmio 2% y deshidratación con etanol, se procedió a su tinción con acetato de uranilo 2% en etanol 70%. Tras deshidratar con óxido de propileno, se embutieron las muestras en resina epoxi (araldita) y polimerizaron en estufa 70 ºC durante 48-72h. Se obtuvieron cortes ultrafinos con cuchilla de diamante de 50 nm. Tras la tinción de estos cortes con citrato de plomo (Reynold's), se realizó la observación en un microscopio de transmisión JEOL 1010 a 70 KV a 30000 aumentos asociado a una cámara Gatan Bioscan. Se midieron la longitud, diámetro y densidad de las microvellosidades así como la profundidad de las criptas asociadas a ellas mediante tratamiento digital de imágenes con el programa ImageJ win64.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron con el paquete estadístico SPSS v.22.0 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.

Resultados y Discusión

Peso. El peso medio de los pollitos fue de 46,4 g, considerando al grupo que menos tardó en llegar a la granja (2h) como referencia (Figura 1). El peso corporal a día 0 en granja fue significativamente superior (*P*<0,001) en pollitos ayunados 2 horas en relación a los ayunados 14 y 26 horas, que perdieron un 7,8% y un 9,0% del peso inicial durante el trayecto hasta llegar a granja, respectivamente. Esto se justifica por el consumo de vitelo y la deshidratación que sufren los pollitos sin acceso a comida ni a agua. La pérdida de peso en pollitos ayunados 24 y 48 horas se corresponde con 1-2 días de más que les lleva alcanzar el peso del mercado de 1 y 2 días respectivamente (Nir y Levanon, 1993). Sin embargo, también se ha observado que tras dos días en granja, el peso corporal de pollitos ayunados 48 horas, y por lo tanto, fisiológicamente dos días mayores que los no ayunados, puede ser significativamente mayor, fruto de un posible crecimiento compensador (Bigot *et al.*, 2003). La tendencia general admitida es que a los 6-8 días de vida de los pollitos, los animales ayunados entre 12-36 horas tienen un menor peso corporal que aquellos ayunados 0-12 horas. Estas diferencias negativas se pueden prolongar durante toda la crianza, hasta el día 42, con una mortalidad no comprometida, al contrario que periodos superiores de ayuno (De Jong *et al.*, 2016).

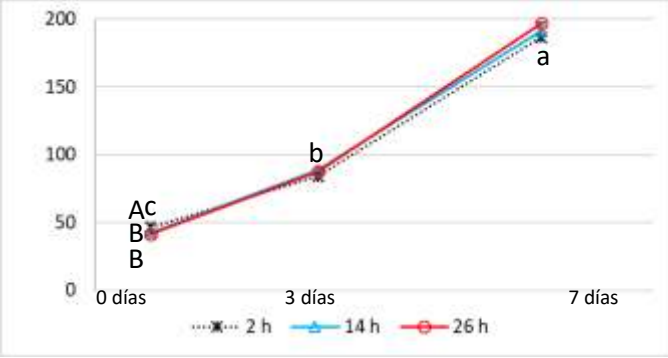


Figura 1. Efecto del tiempo de ayuno en el peso corporal (g)

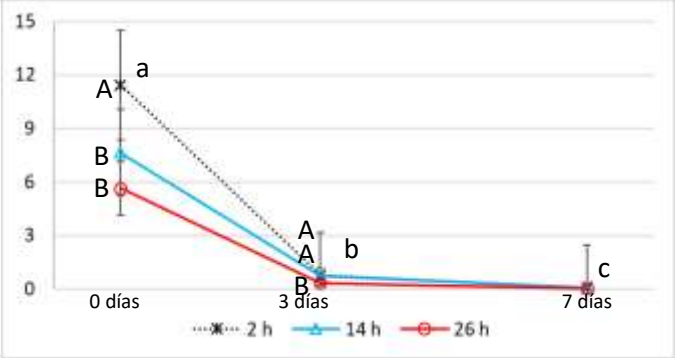


Figura 2. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción de vitelo al peso vivo (g/100 g ± de)

*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

Vitelo. El porcentaje de peso corporal que representa el vitelo a día 0 en granja (Figura 2) es del 11,2% en los pollitos con 2 h de ayuno, significativamente mayor que los otros dos grupos (7,65% y 5,79%). Este dato se encuentra dentro de los márgenes de estudios anteriores (Deeming, 2005; Wolanski et al., 2007). Tras 3 días en granja se observa todavía una influencia del ayuno inicial (0,88% y 0,70% *vs* 0,36% tras 2, 14 y 26 h de ayuno respectivamente). Tras 7 días en granja, no hay ningún efecto del ayuno inicial. Algunos autores no han encontrado diferencias en ayunos de hasta 60 h, pero sí en ayunos superiores (De Jong *et al.*, 2016). La utilización del saco vitelino se incrementa por el movimiento peristáltico del duodeno en respuesta a la presencia de alimento en el mismo (Noy *et al.*, 1996), con lo que pollitos con ayuno exacerbado presentan un menor peso que los alimentados debido a una menor ingesta externa pero una menor reducción porcentual del vitelo en relación con el peso corporal que puede igualar la importancia relativa del vitelo tras los primeros días en granja.

A pesar de que los pollitos con un inmediato acceso a comida post-eclosión agotan las reservas vitelinas con mayor rapidez (Bhanja *et al.*, 2009), la administración de agua en pollitos privados de alimento (Gonzales *et al.*, 2003; Bhanja *et al.*, 2009), no parece estimular la absorción vitelina (Bierer *et al.*, 1965) y tampoco tiene un efecto significativo en la incidencia de presentación de sacos vitelinos no absorbidos a edad de sacrificio (Faichild *et al.*, 2006).

Hígado, vesicula biliar, bazo. Los resultados del peso del hígado y vesícula biliar en el día de entrada en granja (Figuras 3, 4) muestran un porcentaje significativamente mayor en el grupo de 26 horas de ayuno en relación al resto (*P*<0,001), alcanzando el grupo de mayor edad biológica un 3,69% de hígado y un 0,37% de vesícula. Tras 3 y 7 días en granja no existen diferencias significativas entre grupos para el hígado. El porcentaje de hígado evoluciona de media a un 5,69% en los primeros tres días de edad cronológica, para posteriormente, representar un 4,43% avanzada la primera semana. Otros autores tampoco han encontrado diferencias significativas debido a ayunos de hasta 24 h (Lamot *et al.*, 2014).El ayuno, sin embargo, no tuvo un efecto significativo en el peso relativo del bazo.

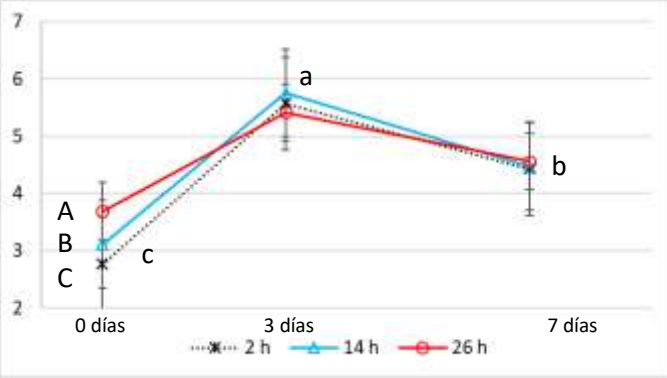


Figura 3. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción de hígado al peso vivo (g/100 g±de)

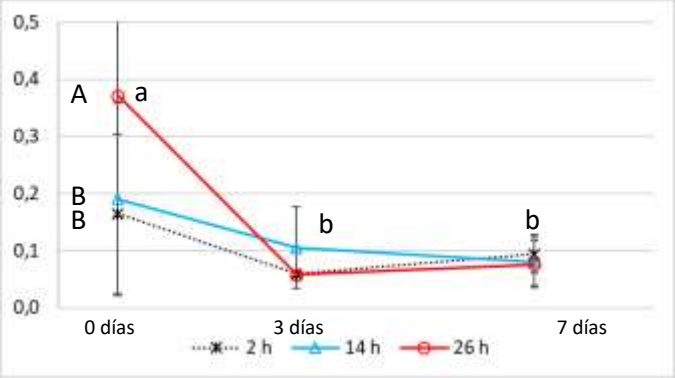
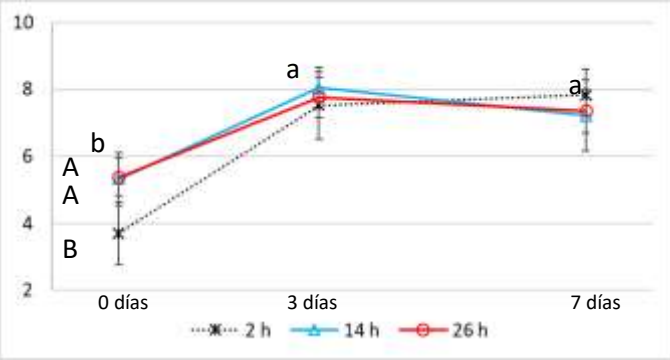


Figura 4. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción de vesícula al peso vivo (g/100 g±de)

*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

Intestino, molleja. La selección genética ha sido capaz de incrementar el peso del intestino asociado al incremento del tamaño en general, aunque en relación al peso corporal la importancia relativa del intestino es cada vez menor (Mitchell y Smith, 1991). El intestino de los pollitos, en los últimos 3 días de incubación aumenta su peso relativo de un 1% a un 3,5% en el momento de la eclosión (Uni *et al.*, 2003) y sufre una rápida maduración en la primera semana (Uni *et al.*, 1998). A los 4-5 días de vida presenta un ratio de crecimiento mucho más rápido que ningún otro componente (Noy y Sklan, 1997). El peso relativo del intestino a día 0 fue significativamente inferior en los pollitos que entraron con sólo 2 h de ayuno, y a partir de los 3 días, fue similar entre los 3 grupos (Figura 5). Estas diferencias podrían explicarse por la diferencia en la edad fisiológica de los 3 grupos, ya que hay una distancia de 12 h de vida entre el primer y segundo grupo, y de 24 h entre el primero y el tercero. Durante este período de ayuno los órganos más básicos (proventrículo, hígado e intestino) siguieron creciendo a expensas de las reservas de vitelo y quizá del tejido muscular, mientras que los pollitos con sólo 2 h de ayuno parecen tener una madurez cronológica inferior al iniciarse su crianza. La actividad enzimática y capacidad de absorción del intestino se desarrolla rápidamente (Sklan, 2001) para lo que el vitelo tiene una importancia elevada puesto que contribuye al desarrollo intestinal durante 48 h post eclosión (Noy y Sklan, 1999).

El peso relativo de la molleja fue superior en los grupos de ayuno de 14 y 26 horas respecto al de 2 horas. A partir del tercer día ya no aparecen diferencias significativas entre los distintos grupos de tiempo de ayuno.



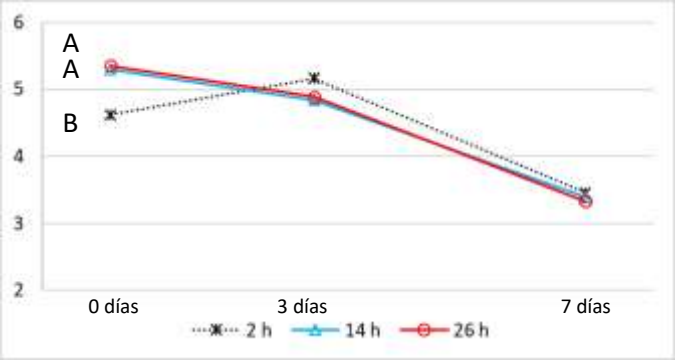


Figura 5. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción de intestino al peso vivo (g/100 g±de)

Figura 6. Efecto del tiempo de ayuno en la proporción de molleja (g/100 g)

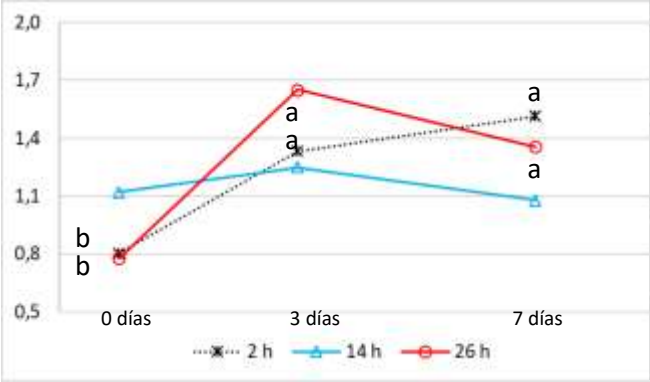
*Letras diferentes indican diferencias significativas (*P*<0,05) debidas al ayuno o a la edad*
A, B, C Efecto del tiempo de ayuno ---- a, b, c Efecto de la edad

Mucosa intestinal. Tras 0, 3 y 7 días en granja, se ha observado (Figuras 7-10) un aumento de la longitud y el diámetro de las microvellosidades, de la profundidad de criptas y una reducción de la densidad debido al crecimiento intestinal con distinto ritmo dependiendo del ayuno, pero el efecto del ayuno en sí no ha sido significativo. Otros autores tampoco han encontrado diferencias debidas al ayuno en la longitud de las microvellosidades (Lamot *et al*., 2014; Sarlak *et al.*, 2017) aunque si han encontrado un mayor diámetro en pollitos con restricción alimentaria (Lamot *et al*., 2014). La mucosa intestinal está especializada en la absorción de nutrientes y, para ello, la superficie está tapizada de vellosidades y criptas, formadas principalmente por enterocitos. Estas células, a su vez, presentan unas especializaciones en el polo apical, en contacto con la luz intestinal, denominadas microvellosidades, que aumentan el contacto de la membrana plasmática permitiendo una mayor superficie de absorción. Este aspecto es muy importante en el broiler actual, ya que la presión genética ha permitido un incremento en el área de las vellosidades en las razas seleccionadas (Mitchell y Smith, 1991).

A pesar del efecto negativo del ayuno sobre la longitud de los segmentos intestinales encontrado por algunos autores en las fases iniciales en granja, no parece que exista un efecto a largo plazo (De Jong *et al*., 2012). En el caso de la mucosa intestinal, los cambios morfológicos, si aparecen, ocurren solamente en la primera semana de desarrollo. Esto no implica que efectos secundarios tales como alteración de la digestión o de la capacidad de absorción se reflejen a edades superiores en una menor ganancia diaria (De Jong *et al*., 2012). Con infecciones, los cambios en la morfología de la mucosa también serán evidentes (Van Leeuwen *et al.*, 2004) observándose atrofia de vellosidades, descenso del espesor de la lámina muscularis mucosae y un incremento de la infiltración de linfocitos T consecuencia de una reacción inflamatoria (Teirlynck *et al*., 2011).

Conclusiones

En las condiciones de este experimento se demostró que 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, 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. Las pequeñas diferencias significativas observadas en el desarrollo inicial del aparato digestivo, están probablemente relacionadas con la distinta edad cronológica de los 3 grupos, pero a los 3 y 7 días de vida ya no se observa variación alguna. El desarrollo de la mucosa intestinal no parece estar relacionado con la intensidad de los ayunos estudiados, al menos en la primera semana de edad.



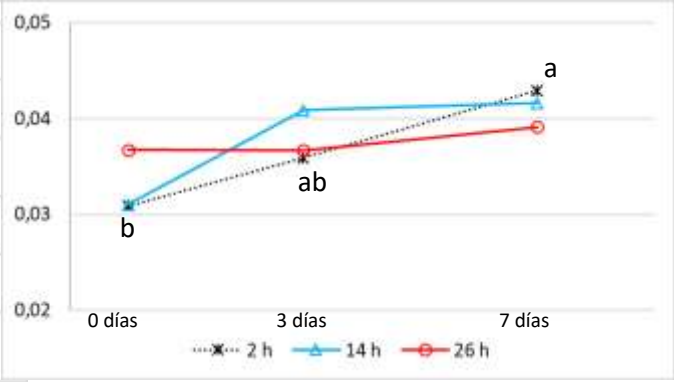
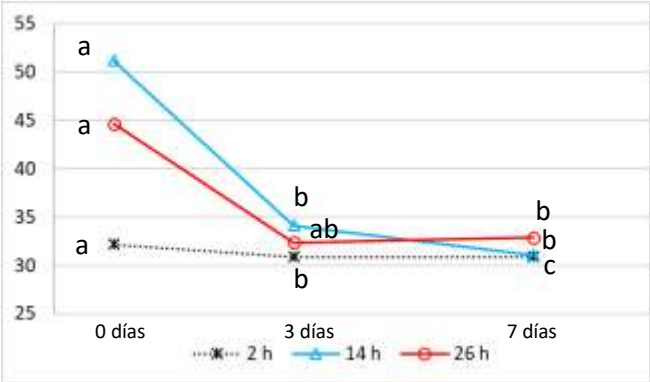


Figura 7. Efecto del tiempo de ayuno en la longitud de microvellosidades (µm)

Figura 8. Efecto del tiempo de ayuno en la profundidad de criptas (µm)

*Letras diferentes indican diferencias significativas (*P*<0,05) debidas al ayuno o a la edad*
a, b, c Efecto de la edad



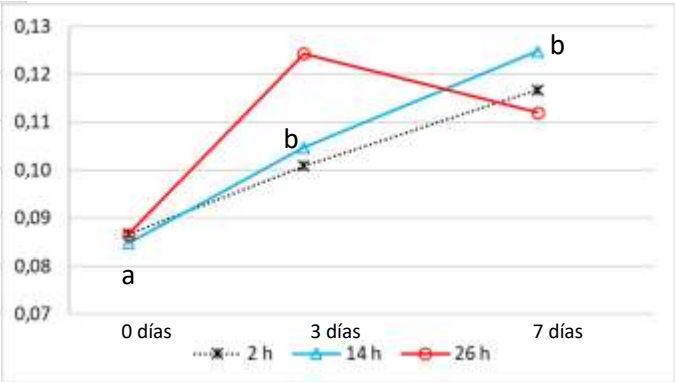


Figura 9. Efecto del tiempo de ayuno en el diámetro de microvellosidades (µm)

Figura 10. Efecto del tiempo de ayuno en la densidad de microvellosidades (µm)

*Letras diferentes indican diferencias significativas (*P*<0,05) debidas al ayuno o a la edad*
a, b, c Efecto de la edad

Referencias

BERGOUG H, BUREL C, GUINEBRETIÈRE M, TONG Q, ROULSTON N, ROMANINI CEB, EXADAKTYLOS V, MCGONNELL IM, DEMMERS TGM, VERHELST R, BAHR C, BERCKMANS D y ETERRADOSSI N. (2013) 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.

BHANJA SK, ANJALI DEVI C, PANDA AK y SUNDER GS. (2009). Effect of post hatch feed deprivation on yolk-sac utilization and performance of young broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 22:1174-1179.

BIERER BW y ELEAZER T.H. (1965). Effect of feed and water deprivation on yolk utilization in chicks. *Poultry Science*, 44:1608-1609

BIGOT K, MIGNON-GRASTEAU S, PICARD M. y TESSERAUD S. (2003). Effects of delayed feed intake on body, intestine, and muscle development in neonate broilers. *Poultry Science*, 82:781-788.

BLANCH A, BARROETA AC, BAUCELLS MD Y PUCHAL F. (1995). The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition. Apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks. *Poultry Science*, 74:1335-1340.

CAREGHI C, TONA K, ONAGBESA O, BUYSE J, DECUYPERE E y 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 Science*, 84:1314–1320.

CASTEEL ET, WILSON, J.L, BUHR, R.J. y SANDER, J.E. (1994). The influence of extended posthatch holding time and placement density on broiler performance. *Poultry Science*, 73:1679-1684

CEPERO R, CAMPO M.M, BATALLER M y FERNÁNDEZ A. (2018). Efectos del intervalo de tiempo entre la eclosión y el inicio de la alimentación en la fisiología y crecimiento de pollitos broiler. *XVth European Poultry Conference*, Dubrovnik, Croacia

DEEMING DC. (2005).Yolk sac, body dimensions and hatchling quality of ducklings, chicks and poults. *British Poultry Science*, 46:560-564.

DECUYPERE E, TONA K, BRUGGEMAN V y BAMELIS F. (2001). The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. World Poultry Science journal, 57: 127-138.

DE JONG IC, VAN RIEL J, LOURENS A, BRACKE MBM y 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.

DIBNER J. (1999). Feeding hatchling poultry: avoid and delay. *Feed International* 35:50-54.

FAIRCHILD BD, NORTHCUTT JK, MAULDIN JM, BUHR RJ, RICHARDSON LJ y COX NA. (2006). Influence of water provision to chicks before placement and effects on performance and incidence of unabsorbed yolk sacs. *Journal of Applied Poultry Research*, 15:538–543.

HENDERSON SN, VICENTE JL, PIXLEY CM, HARGIS BM y TELLEZ G. (2008) Effect of an early nutritional supplement on broilers performance. *International Journal of Poultry Science*,. 7: 211-214.

JOHN TM, GEORGE JC Y MORAN ET. (1988). Metabolic changes in pectoral muscle and liver of turkey embryos in relation to hatching: influence of glucose and antibiotic treatment of eggs. *Poultry Science*, 67:463-469

KROGDHAL A y SELL J. (1989). Influence of age on lipase, amylase and protease activities on pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. *Poultry Science*, 68:1561-1568.

LAMOT DM, VAN DE LINDE IB, MOLENAAR R, VAN DER POL CW, WIJTTEN PJA, KEMP B y VAN DEN BRAND, H. (2014). Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. *Poultry Science*, 93: 2604-2614.

MITCHELL MA y SMITH MW. (1991). The effects of genetic selection for increased growth rate on mucosal and muscle weights in the different regions of the small intestine of the domestic fowl (Gallus domesticus). *Comparative Biochemistry Physiology*, 99A: 251-258

NIR I y LEVANON M. (1993). Effect of posthatch holding time on performance and on residual yolk and liver composition. *Poultry Science*, 72:1994-1997.

NOY Y y SKLAN D. (1995). Digestion and absorption in the young chick. *Poultry Science*, 74:366-373.

NOY Y y SKLAN D. (1999). Energy utilization in newly hatched birds. *Poultry Science*, 78:1750-1756.

NOY Y. y SKLAN, D. (2001) .Yolk and exogenous feed utilization in the posthatch chick. *Poultry Science*, 80: 1490-1495.

NOY Y. y SKLAN, D. (2002) .Nutrient use in chicks during the first week posthatch. *Poultry Science*, 81:391-399.

NOY Y, UNI Z y SKLAN D. (1996). Routes of yolk utilization in the newly-hatched chick. *British Poultry Science*, 37:987-996. Noy Y y Sklan D. 1997. Posthatch Development in Poultry. *The Journal of Applied Poultry Research*, 6:344-354.

NOY Y, GEYRA A y SKLAN, D. (2001). The effect of early feeding on growth and small intestinal development in the post-hatch poult. *Poultry Science*, 80:912-919.

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.

POLIN D y HUSSEIN TH. (1982). The effect of bile acid on lipid and nitrogen retention, carcass composition and dietary metabolisable energy in very young chicks. *Poultry Science*, 61:1697-1707.

SARLAK S, TABEIDIAN SA y GHEISARI A. (2017). Effects of time of initiation of feeding after hatching and diet composition on performance, carcass characteristics, digestive tract development and inmunoresponses of broilers. *Animal Production Science*, 57:1692-1701.

SKLAN D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. World *Poultry Science Journal*, 54: 335-345.

SKLAN D. (2003). Fat and carbohydrate use in posthatch chicks. *Poultry Science*, 82: 117-122.

SKLAN D y NOY Y. (2000). Hydrolysis and absorption in the small intestines of posthatch chicks *Poultry Science*, 79:1306-1310.

TEYRLYNCK E, GUSSEM MDE, DEWULF J, HAESEBROUCK F, DUCATELLE R y VAN IMMERSEEL F. (2011). Morphometric evaluation of "dysbacteriosis" in broilers. *Avian Pathology*, 40:139-144.

TONG Q, DEMMERS T, ROMANINI CEB, BERGOUG H, ROULSTON N, EXADAKTYLOS V, BAHR C, BERCKMANS D, GUINEBRETIÈRE M, ETERRADOSSI N, GARAIN P y MCGONNELL IM. (2015) Physiological status of broiler chicks at pulling time and the relationship to duration of holding period. *Animal* 9: 1181-1187.

UNI Z y FERKET RP. (2004). Methods for early nutrition and their potential. *World Poultry Science Journal*, 60: 101-111.

UNI Z, GANOT S y SKLAN D. (1998). Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry Science*, 77: 75-82.

UNI Z, NOY Y y SKLAN D. (1999). Posthatch development of small intestinal function in the poult. *Poultry Science*, 78:215-222.

UNI Z, TAKO E, GAL-GARBER O y SKLAN D. (2003). Morphological, molecular, and functional changes in the chicken small intestine of the late-term embryo. *Poultry Science*, 82:1747-1754.

VAN LEEUWEN P, MOUWEN JMVM, VAN DER KLIS JD y VERSTEGEN MWA. (2004). Morphology of the small intestinal mucosal Surface of broilers in relation to age, diet formulation, small intestine microflora and performance. *British Poultry Science*, 45, 41-48.

VIEIRA SL. (1999). Feeding the newly-hatched broiler chick. *World Poultry*, 15:17-18.

VIEIRA SL y MORAN Jr, ET. (1999). Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *WPSA Journal*, 55: 125-142.

WARRIS PD, KESTIN SC, BROWNS SN y BEVIS EA. (1988). Depletion of glycogen reserves in fasting broilers chickens. *British Poultry Science*, 29: 149-154.

WILLEMSEN H, EVERAERT N, WITTERS A, DE SMIT L, DEBONNE M, VERSCHUERE F, GARAIN P, BERCKMANS D, DECUYPERE E y BRUGGEMAN V. (2008). Critical assessment of chick quality measurements as an indicator of posthatch performance. *Poultry Science*, 87:2358-2366.

WILLEMSEN H, DEBONNE M, SWENNEN Q, EVERAERT N, CAREGHI C, HAN H, BRUGGEMAN V, VERSCHUERE F, TONA K y DECUYPERE E. (2010). Delay in feed access and spread of hatch: importance of early nutrition. *World Poultry Science Journal*, 66:177-188.

WOLANSKI NJ, RENEMA RA, ROBINSON FE, CARNEY VL y FANCHER BI. (2007). Relationships among egg characteristics, chick measurements, and early growth traits in ten broiler breeder strains. *Poultry Science*, 86:1784-1792.