



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
VETERINARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“USO DE COMPLEJO B EN AGUA DE BEBIDA Y SU EFECTO
SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO, ABSORCIÓN DE SACO
VITELINO Y PESO DE ÓRGANOS EN POLLOS DE ENGORDE EN
FASE PRE INICIAL”

Tesis para optar por el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:

ALEJANDRA CECILIA LEGUA BARÓN

Asesora:

Connie Gallardo Vela

Lima-Perú

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 15:00 horas del 08 de noviembre del 2019, en las instalaciones del aula K-104 (Villa 2) de la Universidad Científica del Sur, los miembros del Jurado de Tesis nombrado por **Resolución Directoral Académica de Carrera N° 123-DACMVZ-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2019**, integrado por:

1. **MG. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ** : **Presidente**
2. **M.V. ROSARIO TERESA RAMÍREZ MARINA** : **Miembro**
3. **DRA. CONNIE GALLARDO VELA** : **Miembro (Asesora)**


Se reunieron para dar lugar a la sustentación de la tesis titulada **“USO DE COMPLEJO B VÍA AGUA DE BEBIDA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO, ABSORCIÓN DE SACO VITELINO Y PESO DE ÓRGANOS EN POLLOS DE ENGORDE EN FASE PRE INICIAL”**, que presenta la Bachiller en MVZ, **LEGUA BARÓN, ALEJANDRA CECILIA**, cumpliendo con los requisitos exigidos para la obtención del Título Profesional de Médico Veterinario Zootecnista.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar, acuerda:

APROBAR

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de **DIECIOCHO** (18) y eleva la presente Acta al Director Académico de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, dando conformidad del acto público de sustentación.



CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Presidente



ROSARIO TERESA RAMÍREZ MARINA
Miembro



CONNIE GALLARDO VELA
Asesora

DEDICATORIA

A mis padres, hermano, abuelos, Luna, Sol y mi pequeño Scott que se encuentra en el cielo.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mis padres Hugo Legua Anchante y Olga Barón Campos por el apoyo incondicional durante toda mi vida y carrera. Todo lo que soy es por ellos. A mi abuela Dora, por enseñarme lo más importante y la base de esta carrera: el amor y respeto hacia los animales. A mis abuelos Cecilia y Segundo, por su amor y cariño. A mi hermano, por la paciencia y alegría que me brinda día a día.

A mi directora de tesis, la Dra. Connie Gallardo, por su gran apoyo, paciencia y confianza depositada en mí desde el día 1 y durante por todo el desarrollo de este proyecto.

Adicional quisiera hacer una mención especial a mi amiga y colega Leslie Reyes por el constante apoyo durante toda la carrera y desarrollo de este proyecto.

Uso de complejo B vía agua de bebida sobre el desempeño productivo, absorción de saco vitelino y peso de órganos en pollos de engorde en fase pre inicial

Alejandra Legua Barón^a, Connie Gallardo Vela^{b*}

^a Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú. ale_95_12@hotmail.com

^b Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú. cgallardov@cientifica.edu.pe

*Autora para correspondencia:

Correo electrónico: cgallardov@cientifica.edu.pe (C. Gallardo).

RESUMEN

El objetivo del experimento fue evaluar efecto del complejo B en agua de bebida sobre el desempeño productivo, absorción de saco vitelino y peso de órganos de órganos en pollos de engorde en fase pre inicial. Un total de 320 pollos hembras (Cobb 500) de 1 día de edad fueron alojadas considerando un diseño completamente al azar, de 4 tratamientos experimentales con 4 repeticiones y 20 aves por repetición. Los tratamientos experimentales fueron; Tratamiento Control – sin complejo B, Tratamiento 1 – complejo B por 1 día, Tratamiento 2 – complejo B por 2 días y Tratamiento 3 – complejo B por 3 días. La inclusión de vitaminas del complejo B fue realizada en el agua de bebida, considerando desde el momento que las aves llegaron a la unidad experimental (hora cero). Un ave de cada repetición fue sacrificado los días 0, 1, 2,3 y 7 para evaluar el peso de los órganos. Para comparar los tratamientos se utilizó la prueba de DSM con un nivel de significancia de 5%. Fue evaluado el peso final ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, porcentaje de absorción de saco vitelino, peso absoluto y relativo de la molleja, hígado, páncreas e intestino. Las aves que bebieron complejo B por 3 días presentaron mayor ganancia de peso, menor mortalidad, menor conversión alimenticia y mayor reabsorción de saco vitelino. La inclusión de complejo B por 3 días produjo mayor peso de intestino y menor peso de hígado en comparación con los otros tratamientos. La inclusión de complejo B por 3 días en el agua de bebida mejora los índices productivos, el peso del hígado e intestino en los pollos hembras en fase pre inicial.

Palabras claves: órganos, post nacimiento, suplementación, vitamina

1. Introducción

El conocimiento de las peculiaridades metabólicas y fisiológicas en el período posterior al nacimiento brinda apoyo para la optimización del manejo de la dieta, permitiendo a las aves expresar todo su potencial genético. Si bien cada etapa de crecimiento es importante, cabe resaltar que la primera semana de edad es un periodo crítico debido a que el pollito debe cuadruplicar su peso, esto relacionado al desarrollo fisiológico de los órganos del tracto digestivo y la dificultad de la digestión de la absorción de algunos nutrientes (Croom *et al.*, 1999). Por este motivo, es importante brindar una dieta diferenciada durante los primeros 7 días de edad debido a que el crecimiento alométrico del intestino delgado y del hígado es cuatro y dos veces mayor, respectivamente, en relación a su peso corporal (Nir *et al.*, 1993).

Entre los componentes utilizados en la formulación de las dietas, se encuentran los suplementos de micronutrientes como las vitaminas. Las vitaminas son micronutrientes que participan en múltiples procesos metabólicos, siendo esenciales para la salud y el rendimiento óptimo del animal (Weber, 2009). La deficiencia de una o más vitaminas puede conducir a trastornos metabólicos, resultando en una disminución de la productividad, el crecimiento y el desarrollo de enfermedades. El aumento de la suplementación de ciertas vitaminas tiene efectos positivos, especialmente en la inmunidad (Lesson, 2007).

Las vitaminas del complejo B no son sintetizadas por los monogástricos; por ello, estos deben adquirir vitaminas B de fuentes dietéticas (Yoshii *et al.*, 2019). El uso de niveles de vitaminas más altos para los pollos se ha utilizado para compensar las variaciones en la ingesta, la biodisponibilidad de las vitaminas de la dieta, los factores anti-alimentos, el estrés, etc. Las respuestas significativas del sistema inmunitario generalmente ocurren solo cuando las vitaminas se complementan a niveles altos (Hosomi y Kunisawa, 2017; Yoshii *et al.*, 2019). Por otra parte, se presenta una gran

variación en los niveles de vitaminas utilizados comercialmente, minimizando los niveles adecuados debido a que las deficiencias observadas en los pollos se manifiestan solo después de largos periodos de tiempo (Leeson, 2007). A esto se suma, la estabilidad de las vitaminas, las cuales pueden afectarse por los periodos de almacenamiento.

Por otro lado, se sabe que el pollito nace con un saco vitelino que sirve como reserva energética, nutricional e inmunológica por los primeros días después de nacido. El tiempo de reabsorción del saco vitelino se considera un indicador que permite conocer si los procesos son adecuados, ya que, una reabsorción retardada implica que hay alguna falla en dicho proceso y donde la disponibilidad de vitaminas del complejo como cofactores del metabolismo energético podría estar en deficiencia en términos de productividad (Kumar *et al.*, 2011).

La mayor parte de trabajos realizados referentes al metabolismo de nutrientes, son realizados en pollos machos, por la mayor expresión en la absorción de nutrientes que ellos presentan; no obstante, comercialmente se crían ambos sexos, siendo las demandas nutricionales diferentes en cada uno. Es por tal motivo que es necesario evaluar también el desempeño productivo de la hembra, ya que al final repercute en el productor. El objetivo principal de este estudio fue evaluar efecto del complejo B en agua de bebida sobre el desempeño productivo, absorción de saco vitelino y peso de órganos de órganos en pollos hembras de engorde en fase pre inicial.

2. Material y métodos

El estudio se realizó en las instalaciones de la Unidad Avícola de la Unidad Zootécnica y Tecnológica de la Universidad Científica del Sur ubicada en Lima, Perú. Se llevó a cabo de conformidad con la normativa peruana sobre el uso de pollos y fue aprobado por el Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (N°201-2019-PRE16-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2019).

2.1. Animales experimentales

Fueron utilizados 320 pollos hembras (Cobb 500) de cero (0) días de edad, obtenidas de una incubadora comercial, procedentes de hembras Cobb 500 de 42 semanas de edad, las cuales fueron alojadas en corrales experimentales considerando una densidad de 8 aves/m². Las aves fueron vacunadas en la incubadora al primer día de edad contra las

enfermedades de Newcastle, Bronquitis y Gumboro. El tiempo desde nacimiento de las aves hasta su llegada en la unidad experimental fue de 6 horas.

Las aves fueron mantenidas en ambiente controlado de temperatura y humedad el cual se monitoreo diariamente (7:00 y 17:00 horas), siguiendo las recomendaciones de la guía de manejo de la línea genética. Se adoptó un programa de luz continuo (24 horas de luz artificial), utilizando lámparas halógenas de 75 watts (Osram, España).

Cada corral estuvo conformado por un comedero y un bebedero de plástico con capacidad de 1.5 litros (Modelo TS1.5, Eton Livestock Appliances, UK). El agua y alimento administrado fue *ad-libitum*. Las dietas utilizadas (Tabla 1) fueron en formato de pellet, siendo isoenergéticas e isocalóricas, suplementada con niveles adecuados de minerales y vitaminas a base de ingredientes convencionales como maíz y soya, siguiendo las recomendaciones de Rostagno *et al.* (2017) para la fase pre-inicial.

2.2. Vitaminas del complejo B

La vitamina administrada, fue un polvo vitamínico comercial (Betotal, Montana, Perú) soluble en agua, el cual por cada kg contenía en su composición, tiamina (5 000 mg), riboflavina (10 000 mg), piridoxina (8 000 mg), cobalamina (30 mg), ácido fólico (200 mg), biotina (200 mg), betaína (5000 mg), nicotinamida (30 000 mg) y pantotenato de calcio (20 000 mg). La dosis de administración fue de 1g/L de agua, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

2.3. Diseño experimental y tratamientos

Las aves fueron alojadas considerando un diseño completamente al azar, de 4 tratamientos experimentales con 4 repeticiones y 20 aves por repetición. Los tratamientos experimentales fueron: Tratamiento Control – sin complejo B, Tratamiento 1 – complejo B por 1 día, Tratamiento 2 – complejo B por 2 días y Tratamiento 3 – complejo B por 3 días. La inclusión de vitaminas del complejo B fue realizada en el agua de bebida, considerando desde el momento que las aves llegaron a la unidad experimental (hora cero).

2.4. Procedimiento metodológico

Se adicionó en el agua de bebida 1 g/L de agua de complejo B, considerando las recomendaciones del fabricante. En cada repetición, se brindó 1 litro de agua

fresca por vez, durante tres veces al día (7:00, 12:00 y 17:00) con la finalidad de evitar su calentamiento. Para cada cambio de agua se acondicionó bebederos limpios y desinfectados. Se evaluó la cantidad de agua brindada y la cantidad de agua restante. El agua brindada fue evaluada diariamente para determinar los niveles de pH de 6.8 y los niveles de cloro considerando 2 ppm a fin de ajustar niveles que no influyan en el consumo de agua de las aves.

El desempeño productivo se evaluó a los 7 días de edad, considerando, el peso inicial, ganancia de peso, consumo de alimento, consumo de agua, índice de conversión y mortalidad. Para evaluar el peso de los órganos un ave de cada repetición fue sacrificada (Humane Slaughter Association, 2013) a los 0, 1, 2, 3 y 7 días de edad. Cada ave fue pesada individualmente en una balanza digital (Henkel, BQ 003, Alemania), con 0.01 g de precisión. Así, fue evaluado: el peso de saco vitelino, molleja, hígado, páncreas e intestino. El peso se expresó en valores absolutos y relativos en relación al peso corporal [(peso relativo = peso del órgano /peso del pollito)*100].

2.5. *Análisis estadístico*

Los resultados fueron analizados utilizando el procedimiento GLM del software SAS versión 9.2 (SAS Institute Inc. Cary, USA) y para contrastar la normalidad de los datos se usó la prueba Shapiro Wilk. Para comparar los tratamientos experimentales se utilizó la prueba de DLS considerando un nivel de significancia de 5%.

3. **Resultados y discusión**

3.1. *Desempeño productivo*

En la Tabla 2, se observa los resultados del desempeño productivo de las aves. Los tratamientos influenciaron significativamente ($p < 0.05$) en el peso final, ganancia de peso, consumo de agua, conversión alimenticia y mortalidad. Las aves que bebieron el complejo B por 3 días, presentaron ($p < 0.05$) mayor ganancia de peso, mayor consumo de agua y menor índice de conversión alimenticia en comparación con los otros tratamientos. Las aves que bebieron el complejo B por 2 días no presentaron mortalidad ($p < 0.05$). No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) de los tratamientos, en el peso inicial y consumo de alimento; sin embargo, numéricamente las aves que bebieron agua con complejo B por 3 días tuvieron mayor consumo de alimento.

Las líneas genéticas de aves actuales tienen alta tasa de crecimiento, pudiendo tener una mayor necesidad de complejo B, adicionalmente, la mayoría de las vitaminas no se sintetizan en cantidades suficientes para satisfacer las demandas fisiológicas del cuerpo (Yoshii *et al.*, 2019) Además, las condiciones de almacenamiento de las dietas pueden influir en la estabilidad de las vitaminas, Becker *et al.*, (2003) reportaron que la riboflavina se degrada debido a un exceso de luz u oxígeno durante su almacenamiento, siendo necesaria su administración en dosis mayores la dieta o en el agua de bebida ya que esta vitamina es esencial para la producción de energía a través de la cadena respiratoria, porque actúan como catalizadores para la transferencia de electrones en numerosas reacciones de óxido-reducción.

Comercialmente, la ganancia de peso a los 7 días es clave para obtener buen peso al final de la campaña, aunque, se especula que las reservas de vitaminas y minerales del cuerpo, junto con la cantidad de otros nutrientes presentes en la harina de maíz y soya, no son suficientes para que las aves tengan el mismo la misma ganancia de peso, siendo necesaria su incorporación adicional en la dieta (Shahrasb *et al.*, 2011).

El pollito crece rápidamente y el mecanismo de deposición requiere energía y todo el juego energético necesita cofactores, los cofactores son las vitaminas del complejo B que actúan mejorando la eficiencia de síntesis (Moravej *et al.*, 2012). Por lo tanto, a mayor intensidad de crecimiento hay un incremento en la demanda de vitaminas. La mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento observado a los 7 días en las aves que bebieron complejo B 3 días, en comparación a los otros tratamientos, indicaría que las aves al beber más agua conteniendo complejo B, estimularon su apetito aumentando de esta forma su consumo de alimento, lo que conllevó a una mayor ganancia de peso. Desde otra perspectiva, puede existir un efecto acumulativo de dosis-respuesta, debido a que las aves que bebieron complejo B, consumieron más dosis del complejo B, pudiendo existir un efecto sinérgico en la respuesta, a comparación del tratamiento control y aquellas aves que bebieron por 1 día.

El complejo utilizado en el experimento contenía una mezcla de vitaminas del complejo B que pudieron actuar de forma conjunta en la mayor asimilación de nutrientes, puesto que el cuerpo requiere no solo un tipo de vitamina B, si no que estas actúen en conjunto. Ahora bien, las necesidades de las diferentes vitaminas que forman parte del complejo B varía entre diversos autores (NRC, 1994; Rostagno *et al.*, 2017). Trabajos realizados por Backer *et al.* (1999) corroboran que las vitaminas no pueden incluirse de

manera individual, si no de forma conjunta, así pollos que recibieron dietas suplementadas con colina, riboflavina y piridoxina de manera individual y conjunta, presentaron mayor ganancia de peso y menor conversión alimenticia ($p < 0.05$) cuando consumieron simultáneamente colina, riboflavina y piridoxina, seguida de la combinación de colina y riboflavina, colina y piridoxina, mientras que, las aves que consumieron cada vitamina de forma individual presentaron menor ganancia de peso y mayor conversión alimenticia.

Incluso la composición de la dieta puede influir dramáticamente en los requerimientos de vitaminas. La tiamina, riboflavina, ácido pantoténico y piridoxina participan en el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas; por lo tanto, el nivel y consumo de estos nutrientes en la dieta influirá en el requerimiento de estas vitaminas (McDowell, 2008).

La menor conversión alimenticia en las aves que bebieron complejo B por 3 días, demuestra que hubo una mayor deposición de tejido, es decir, convirtieron mejor el alimento y tuvieron mayor eficiencia de transformación del alimento en carne, lo cual se corrobora con el menor índice de conversión alimenticia observado en este grupo en comparación con las aves del grupo control.

3.2. *Absorción de saco vitelino*

En la Tabla 3, se observa los resultados del peso absoluto, peso relativo y absorción del saco vitelino en diferentes días de evaluación, conforme fueron pasando los días post nacimiento, el peso del saco vitelino fue disminuyendo. Para el caso, no se muestran los valores del peso del saco vitelino a los 7 días de edad puesto que en las aves evaluadas no se encontró saco vitelino a esa edad. Al 3er día de evaluación, las aves que bebieron complejo B por 3 días presentaron ($p < 0.05$) menor peso absoluto y menor peso relativo de saco vitelino en comparación con los otros tratamientos. El grupo de aves control que no bebieron complejo B desde su llegada a la granja, presentaron mayor peso absoluto y relativo del saco vitelino a los 3 días de evaluación. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) de los tratamientos en el porcentaje de absorción del saco vitelino; sin embargo, numéricamente las aves que bebieron complejo B por 3 días, al 3er día presentaron mayor porcentaje de absorción de saco vitelino en comparación con los otros tratamientos.

Después del nacimiento, el intestino permanece unido al anexo saco vitelino por el pedículo del vitelo. El saco vitelino residual pasa a desempeñar un importante rol en la protección del tracto digestivo especialmente durante los 3 primeros días post nacimiento, siendo crítica para el crecimiento y desarrollo de los pollitos (Turro *et al.*, 1994).

La reabsorción del saco vitelino en los pollos puede explicarse por una actividad relativamente alta de tripsina y proteasas intestinales y del páncreas durante los primeros días de vida (Nir *et al.*, 1993; Sklan, 2001).

Estudios realizados en pollitos a los que se extirpó el saco vitelino mostraron que la extracción afectó negativamente el consumo de alimento y ganancia de peso, especialmente durante los primeros 3 días después del nacimiento (Turro *et al.*, 1994). Asimismo, Ali *et al.* (2007) y Bhanja *et al.* (2009) demostraron que la absorción del saco vitelino tiene una relación directa con el peso y el consumo durante la primera semana de edad. Mientras que, O'Sullivan *et al.* (1991) indicaron que después del nacimiento el saco vitelino aporta hasta el 30% de los nutrientes que requiere el ave durante los primeros días de vida. Así, el mayor porcentaje de reabsorción observado en el saco vitelino en las aves que bebieron complejo B por 3 días fue superior a las aves control y a las aves que bebieron complejo B por 1 día, de este modo los pollitos absorbieron más rápidamente los nutrientes contenidos en el saco vitelino, lo cual también pudo contribuir a la mayor ganancia de peso observada en este grupo de aves.

Estos resultados se pueden contrastar con los obtenidos por Malik *et al.* (2011), quienes al observar relación directa en el peso al tercer día y el porcentaje de reabsorción del saco vitelino, así los pollitos con más peso, también tuvieron mayor porcentaje de reabsorción de saco vitelino; sin embargo, no hubo diferencias significativas en el peso y la absorción del saco vitelino a los 7 días de edad.

3.3. *Peso relativo de órganos y crecimiento alométrico*

En la Tabla 4 se muestran los resultados del peso relativo de los diferentes órganos evaluados. Hubo diferencias significativas ($p = 0.031$) en el peso relativo del hígado a los 7 días de edad, siendo que el grupo de las aves que bebieron agua por 3 días, presentaron menor peso de hígado en comparación con las otras aves. El peso relativo del intestino afectado significativamente ($p < 0.05$) a los 3 y 7 días. Al 3er y 7mo día, el grupo de aves que bebieron complejo B por 3 días tuvieron mayor peso relativo de intestino cuando

comparadas con los otros tratamientos, pesando a los 7 días 1.2% más en comparación con las aves control.

En los diferentes días de evaluación, no se encontraron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) en el peso relativo de la molleja y del páncreas. Observándose que los pesos de los órganos conservaron su crecimiento proporcional al crecimiento corporal; sin embargo, numéricamente las aves que bebieron complejo B por 3 días presentaron mayor peso de páncreas, en comparación con los otros tratamientos.

En estudios realizados por Nir *et al.* (1993) se demostró que el páncreas de los pollos aumenta 4 veces en relación con el peso corporal, durante los 7 primeros días de nacimiento y que estos cambios afectarían el consumo de alimentos y la digestibilidad de nutrientes. En el presente experimento, el crecimiento de los órganos se dio de forma exponencial en relación a la ganancia de peso de las aves; así después de nacer, los pollitos interactúan con el medio ambiente buscando picotear e ingerir partículas, lo que conduce a cambios en la fisiología de los órganos internos, principalmente del sistema digestivo. Pero debido a que este es un proceso que ocurre de manera natural, no se encontró efectos de la inclusión del complejo B en el agua con respecto al peso de la molleja y páncreas a los 7 días de edad.

En cuanto al peso del hígado las aves que bebieron complejo B durante 3 días consecutivos, presentaron menor peso de hígado al 3er y 7mo día en comparación con los otros tratamientos. Esto pudo estar relacionado a la actividad de las vitaminas en el hígado, al permitir que los hepatocitos por difusión facilitada metabolicen más fácilmente los nutrientes y no se sobrecarguen en esta etapa de intenso crecimiento, sin necesidad de un esfuerzo mayor en la asimilación de los nutrientes (Rahim, 2005); así, el hígado es un órgano comprometido en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas donde actúan varias enzimas, necesitando para dicho metabolismo, los cofactores del complejo B. Por ejemplo, la riboflavina además de participar en el metabolismo de los carbohidratos y aminoácidos, participa en el metabolismo de las grasas, teniendo una importante actividad en la oxidación de ácidos grasos (Rivlin, 2006). Estudios realizados por Olkowski y Classen (1996), con pollos de engorde, indicaron que existen diferencias específicas de órganos en el requerimiento de tiamina, siendo que, aves suplementadas sin tiamina presentaron mayor peso del hígado en relación a las aves que consumieron tiamina.

El 3er y 7mo día, el peso del páncreas e intestino fue mayor en las aves que bebieron complejo B durante 2 y 3 días, en comparación con los otros tratamientos. Esto se relacionaría con la actividad de la lipasa, la cual aumenta con la edad, la concentración de enzimas en el intestino delgado y con la mayor absorción de lípidos de la dieta (Nitsan *et al.*, 1991; Nir *et al.* 1993). Con el aumento del consumo de alimento después del nacimiento, se producen cambios en los órganos digestivos, principalmente del intestino al producirse mayor cantidad secreciones digestivas, aumento de la intensidad de los movimientos antiperistálticos, mayor desarrollo de la mucosa intestinal, resultado de la hiperplasia celular que logra incrementar el peso del intestino (Nitsan *et al.*, 1991), de este modo, es posible que las aves que bebieron complejo B por 3 días, posiblemente tuvieron mayor liberación de enzimas digestivas, la cual pudo contribuir al incremento del peso del intestino y este al tener una mayor superficie de absorción contribuyó a la mayor absorción de nutrientes y consecuentemente a una mayor ganancia de peso.

4. Conclusiones

El uso de complejo B en agua de bebida por 3 días incrementa la ganancia de peso, consumo de alimento y disminuye la conversión alimenticia. También permite que el saco vitelino sea absorbido con mayor rapidez. El incremento de peso de los órganos es proporcional al crecimiento corporal, las aves que bebieron de complejo B por 3 días presentaron mayor peso de intestino y menor peso de hígado. No hubo diferencias significativas respecto al peso de molleja y páncreas.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de interés en cuanto a la publicación del manuscrito y a la difusión de los resultados obtenidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Científica del Sur por brindar las instalaciones de la Unidad Experimental de Aves para realizar el estudio.

Referencias

- Ali, O., Elzubeir, E., Elhadi, H., 2007. Effect of residual yolk sac on growth, liver total lipids and serum total lipids in broiler chicks. *Pak. J. Biol. Sci.* 10,4559-4562.
- Baker, D.H., Edwards, H.M., Strunk, C.S., Emmert, J.L., Peter, C.M., Mavromichalis, I., & Parr, T.M. 1999. Single versus multiple deficiencies of methionine, zinc, riboflavin, vitamin B-6 and choline elicit surprising growth responses in young chicks. *J Nutr.* 129(12),2239-2245.
- Becker, E.M., Christensen, J., Frederiksen, C.S., & Haugaard, V.K. 2003. Front-Face Fluorescence Spectroscopy and Chemometrics in Analysis of Yogurt: Rapid Analysis of Riboflavin. *J.Dairy Sci.* 86(8), 2508-15
- Bhanja, S.K., Anjali, Panda, D.C., Shyam, S.G., 2009. Effect of post hatch feed deprivation on yolk-sac utilization and performance of young broiler chickens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22,1174-1179.
- Croom Brake, J., Coles, B.A., Havenstein, G.V., Christensen, V.L., McBride, W., Peebles, E.D., Taylor, I. L., 1999. Is intestinal absorption capacity rate-limiting for performance in poultry?. *J. Appl. Poult. Res.* 8, 242–252.
- Hosomi, K., Kunisawa, J., 2017. The Specific Roles of Vitamins in the Regulation of Immunosurveillance and Maintenance of Immunologic Homeostasis in the Gut. *Inmune Netw.* 17, 13-19.
- Human Slaughter Association, 2013. Sacrificio práctico de aves de corral. Recuperado de <https://www.hsa.org.uk/downloads/sacrificiopracicodeavesdecorral.pdf>
- Kumar, B., Mandal, S., Majumdar, M., & Goel, A. 2012. Effect of in ovo injection of vitamins on the chick weight and post-hatch growth performance in broiler chickens. *IJPS.* 47, 306-310.
- Leeson, S., 2007. Vitamin requirements: is there basis for reevaluating dietary specifications? *World Poult. Sci. J.* 63, 255 – 266.
- Malik, H., Ali, O., Elhadi, H., Elzubeir, E., 2011. Residual Yolk Utilization in Fast and Slow-growing Chicks, Subjected to Feed and Water Deprivation. *Asian J. Biol. Sci.* 4, 90 – 95.
- McDowell, R., Ward, N., 2008. Optimum vitamin nutrition for poultry. *Int. Poult. Prod.* 16, 27 – 34.
- Moravej, H., Shahrasb, M., Baghani, M., Shivazad, M., 2012. Withdrawal or reduction of the dietary vitamin premix on bone parameters of broiler chickens in two rearing systems. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 42, 170 – 177.

- Nir, I., Nitsan, N., & Ben-Avraham, G. 1933. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chick after hatching. *Br. Poult. Sci.* 34, 525-532.
- Nitzan, Z., Ben-Avraham, G., Zoref, Z., Nir, I., 1991. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. *Br. Poult. Sc.* 32,515-523.
- NRC, 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*, 9th rev. ed. Natl. Acad.Press, Washington, DC, US.
- Olkowski, A., Classen, H., 1996. The study of thiamine requirement in broiler chickens. *Int J Vitam Nutr Res.* 66, 332 – 341.
- O’Sullivan, N. P., E. A. Dunnington, and P. B. Siegel, 1991. Relationships among age of dam, egg components, embryo lipid transfer, and hatchability of broiler breeder eggs. *Poult. Sci.*70, 2180–2185.
- Rahim A., 2005. Type of fatty acids, lipoprotein secretion from liver and fatty liver syndrome in laying hens. *Int. J. Poult. Sci.* 4, 917-919.
- Rivlin, R.S. 2006. Riboflavin. In Bowman, B.A. and Russell, R.M. (Editors) “Present Knowledge in Nutrition”, ninth edition, International Life Sciences Institute, Washington, D.C. Pp. 250-259.
- Rostagno, H., Albino, L., Hannas, M., Donzele, J., Sakomura, N., Perazzo, F., Saraiva, A., Teixeira, M., Rodrigues, P., Oliveira, R., Barreto, S. & Brito, C. (2017). *Brazilian Tables for Poultry and Swine - Composition of Feedstuffs and Nutritional Requirements*, thirth ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Shahrasb, M., Moravej, H., Shivazad, M., Gerami, A., 2011. Study of possible education or withdrawal of vitamin premix during finisher period in floor and battery cage broiler raising systems. *Afr. J. Biotechol.* 10, 6337 – 6341.
- Sklan, D. 2001. Development of the digestive tract of poultry. *World's Poult. Sci. J.* 57, 415-427.
- Turro, I., Dunnington, E.A., Nitsan, Z., Picard, M., & Siegal, P.B., 1994. Effect of yolk sack removal at hatch growth and feeding in lines of chickens differing in body weight. *Growth Dev. Aging.* 58, 105 – 112.
- Weber, G. 2009. Improvement of flock productivity through supply of vitamins for higher laying performance and better egg quality. *World Poult Sci J.* 65, 443-458.

- Yadgary, L., Yair, R., Uni, Z., 2011. The chick embryo yolk sac membrane expresses nutrient transporter and digestive enzyme genes. *Poult. Sci.* 90, 410–416.
- Yoshii, K., Hosomi K., Sawane K., Kunisawa, J., 2019. Metabolism of Dietary and Microbial Vitamin B Family in the Regulation of Host Immunity. *Front. Nutr.* 6, 48.

Tabla 1

Dieta basal pre-inicial (% en materia seca) utilizada en pollos hembras de 0 a 7 días de edad

Ingredientes	(%)
Maíz amarillo	57.179
Torta de soya	34.665
Aceite de soya	4.212
Fosfato dicálcico	1.761
Carbonato de calcio	0.880
Sal común	0.437
DL-Metionina	0.271
Lisina HCl	0.180
L-Treonina	0.055
Cloruro de colina, 60%	0.100
Premix vitamina + mineral ¹	0.120
Secuestrante micotoxina	0.050
Zinc bacitracina	0.050
Antioxidante	0.050
Composición calculada	
Energía kcal/kg	3035.00
Proteína cruda	22.00
Fibra cruda	3.29
Calcio	0.90
Fósforo total	0.60
Sodio	0.20
Cloro	0.30

¹ Premezcla de vitaminas y minerales contenida por kilogramo: vitamina A, 1,750,000 UI; vitamina D3, 550,000 UI; vitamina E, 2,750 UI; vitamina K, 400 mg; vitamina B1, 500 mg; vitamina B2, 1,250 mg; vitamina B6, 750 mg; vitamina B12, 3,000 mcg; niacina, 8,750 mg; ácido pantoténico, 3,250 mg; ácido fólico, 200 mg; colina, 82.01 g; Fe, 12,50 g; Mn, 17,50 g; Zn, 12,50 g; Cu, 24,95 g; I, 300 mg; Se, 50 mg.

Tabla 2

Promedios de desempeño productivo en pollos hembras de 0 a 7 días de edad suplementadas con complejo B

Edad en días	Tratamientos ¹				EEM ²	P-Valor
	Control	CB1	CB2	CB3		
Peso inicial (g)	40.17	41.61	41.54	40.10	0.19	0.135
Peso final (g)	178.29 ^b	184.43 ^b	190.71 ^a	198.90 ^a	1.97	0.040
Ganancia de peso (g)	138.12 ^b	142.81 ^b	149.17 ^{ab}	158.80 ^a	2.00	0.032
Consumo de alimento (g)	145.77	146.00	149.60	152.92	0.76	0.071
Consumo de agua (g)	241.98 ^c	248.20 ^c	266.29 ^b	273.73 ^a	4.25	0.019
ICA ³ (g/g)	1.06 ^b	1.02 ^b	1.00 ^{ab}	0.96 ^a	0.01	0.045
Mortalidad (%)	2.50 ^a	2.50 ^a	0.00 ^b	2.5 ^a	0.28	0.002

¹Tratamientos: T Control - sin complejo B; CB1 - Complejo B por 1 día; CB2 - Complejo B por 2 días; CB3 - Complejo B por 3 días.

²EEM: Error estándar de la media

³ICA: Índice de Conversión alimenticia

n=muestra de 4 aves por tratamiento

^{a,b,c}Letras diferentes como superíndice en los promedios de cada columna, indican diferencias significativas a la Prueba de DLS ($p < 0.05$).

Tabla 3

Peso absoluto (g), peso relativo (%) y absorción de saco vitelino (%) en diferentes días de evaluación en pollos hembras en fase pre inicial suplementados con complejo B

Edad en Días	Tratamientos ¹				EEM ²	P-Valor
	Control	CB1	CB2	CB3		
Peso ave (g)						
0 d	41.03	41.44	41.68	41.15	0.146	0.232
1 d	60.26	62.89	63.32	62.72	0.691	0.051
2 d	70.30 ^b	73.75 ^{ab}	75.95 ^a	75.32 ^a	1.264	0.033
3 d	84.17 ^c	87.74 ^b	90.21 ^a	92.29 ^a	1.580	0.017
7 d	187.03 ^b	186.12 ^b	194.13 ^{ab}	198.64 ^a	8.624	0.008
Peso absoluto (g) de saco vitelino						
0 d	4.75	4.75	4.76	4.64	0.028	0.208
1 d	3.94	3.87	3.82	3.82	0.029	0.067
2 d	3.98	3.35	3.11	3.18	0.199	0.053
3 d	1.75 ^a	1.73 ^a	1.26 ^b	0.89 ^c	0.153	0.009
Peso relativo (%) de saco vitelino						
0 d	11.58	11.46	11.43	11.28	0.062	0.312
1 d	6.53	6.16	6.02	6.09	0.114	0.121
2 d	5.66	4.54	4.09	4.22	0.357	0.044
3 d	2.08 ^a	1.97 ^b	1.40 ^c	0.96 ^d	0.200	0.010
Absorción de saco vitelino (%)						
0 d	88.42	88.54	88.57	88.72	0.06	0.209
1 d	93.47	93.84	93.98	93.91	0.11	0.133
2 d	94.34	95.46	95.91	95.78	0.36	0.087
3 d	97.92	98.03	98.60	99.04	0.26	0.074

¹Tratamientos: Control - sin complejo B; CB1 - Complejo B por 1 día; CB2 - Complejo B por 2 días; CB3 - Complejo B por 3 días.

²EEM: Error estándar de la media

n=muestra de 4 aves por tratamiento

^{a,b,c,d}Letras diferentes como superíndice en los promedios de cada columna, indican diferencias significativas a la Prueba de DLS ($p < 0.05$).

Tabla 4

Peso relativo (%) de molleja, hígado, páncreas e intestino en diferentes días de evaluación en pollos hembras en fase pre inicial suplementados con complejo B

Días	Tratamientos				EEM	P-Valor
	Control	CB1	CB2	CB3		
Peso ave (g)						
0 d	41.03	41.44	41.68	41.15	0.146	0.232
1 d	60.26	62.89	63.32	62.72	0.691	0.051
2 d	70.30 ^b	73.75 ^{ab}	75.95 ^a	75.32 ^a	1.264	0.033
3 d	84.17 ^c	87.74 ^b	90.21 ^a	92.29 ^a	1.580	0.017
7 d	187.03 ^b	186.12 ^b	194.13 ^{ab}	198.64 ^a	8.624	0.008
Molleja vacía						
0 d	5.88	5.88	5.76	5.86	0.028	0.211
1 d	7.72	6.70	6.73	6.84	0.242	0.104
2 d	8.34	7.93	7.65	7.72	0.155	0.231
3 d	7.47	7.27	7.30	6.85	0.130	0.107
7 d	4.78	4.80	4.64	4.54	0.061	0.113
Hígado						
0 d	2.96	3.09	2.94	3.01	0.033	0.219
1 d	3.94	3.74	3.79	3.87	0.044	0.087
2 d	4.35	4.22	4.15	4.56	0.091	0.062
3 d	6.91	6.64	6.21	6.00	0.205	0.051
7 d	4.77 ^a	4.63 ^a	4.08 ^a	3.85 ^b	0.257	0.031
Páncreas						
0 d	0.37	0.39	0.35	0.37	0.008	0.221
1 d	0.37	0.35	0.36	0.35	0.005	0.231
2 d	0.55	0.53	0.51	0.52	0.008	0.145
3 d	0.73	0.74	0.72	0.72	0.016	0.233
7 d	0.59	0.60	0.60	0.67	0.014	0.052
Intestino						
0 d	5.82	5.61	5.46	5.56	0.038	0.207
1 d	9.23	9.04	9.36	9.47	0.056	0.053
2 d	10.58	10.07	10.04	10.39	0.065	0.143
3 d	11.04 ^c	11.03 ^c	11.60 ^b	11.95 ^a	0.103	0.016
7 d	10.17 ^b	10.22 ^b	10.81 ^b	11.37 ^a	0.141	0.009

¹Tratamientos: Control - sin complejo B; CB1 - Complejo B por 1 día; CB2 - Complejo B por 2 días; CB3 - Complejo B por 3 días.

²EEM: Error estándar de la media

n=muestra de 4 aves por tratamiento

^{a,b,c}Letras diferentes como superíndice en los promedios de cada columna, indican diferencias significativas a la Prueba de DLS ($p < 0.05$).