

# SELECCIONES

## Efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorde recién nacidos

Marcela Cuervo<sup>1</sup>, Claudia Gómez<sup>1</sup> y Hugo Romero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zootecnistas, Universidad de la Salle; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, hugoaves@agronica.uda.edu.co\*

(Recibido: 8 agosto, 2001; aceptado: 26 agosto, 2002)

### Resumen

*El objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de un suplemento nutricional hidratado (SNH) sobre el desarrollo de los órganos de oferta y demanda en pollos de engorde sometidos a diferentes tiempos (20, 24 y 48 horas) de privación del acceso al alimento comercial, inmediatamente después del nacimiento. El grupo control no recibió el SNH y tuvo acceso al alimento 20 horas después de nacido. Las constantes de crecimiento alométrico (CA) de los órganos de oferta mostraron que estos crecieron rápidamente durante los primeros ocho días de vida, siendo fundamentales para soportar el crecimiento posterior. El grupo control evidenció un retardo en desarrollo del sistema digestivo, como lo indica la menor constante de CA y la menor densidad (mg/cm) al día 21 de edad ( $P < 0.05$ ), limitando la capacidad para utilizar nutrientes dietarios y resultando en una reducción del peso corporal al final del experimento. Los datos indican que la utilización de un SNH favorece la utilización de los nutrientes del saco vitelino acelerando su reabsorción.*

**Palabras claves:** constante alométrica, crecimiento, nutrición temprana, tracto gastrointestinal.

### Introducción

Durante los últimos 40 años, la edad al mercado del pollo de engorde ha sido reducida aproximadamente un día cada año. Esta tendencia enfatiza la importancia del crecimiento durante la primera semana de vida, la cual constituye el 16% del período de vida del pollo de engorde. En esta fase el crecimiento de los órganos de oferta se desarrolla a una velocidad máxima, como lo indican las constantes de CA de estos órganos (32). Durante este período de transición entre la absorción de la yema por parte del embrión y la utilización del alimento exógeno, se producen muchos cambios incluyendo la maduración del sistema de termorregulación, el comienzo de la inmunocompetencia (8), así como cambios en los patrones de crecimiento de los órganos de oferta y demanda.

El proceso de alistamiento del pollito (sexaje, vacunación, empaque y traslados) toma unas 24 horas;

permaneciendo sin recibir nutrientes durante un período crítico de su desarrollo, cuando la capacidad de crecer, en términos de velocidad de crecimiento es máxima. El suministro de un producto que proporcione los nutrientes necesarios para los pollos recién nacidos, durante las primeras 48 a 72 horas, ayudará de una manera práctica a solucionar este inconveniente (12), resultando en una variedad de efectos positivos, tales como la reducción de la deshidratación, una rápida reabsorción del saco vitelino (26), estimulación del desarrollo del hígado, páncreas e intestino, incluyendo un aumento de la longitud de la vellosidad intestinal (25, 38) y un mayor desarrollo del sistema inmunitario al estimular la proliferación de las células en la bursa, facilitando el rápido desarrollo de la inmunidad humoral (8). Esto tiene como resultado una mejor utilización de los nutrientes (7), mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso corporal, mejoramiento en la producción de pechuga (27), reducción en la mortalidad, aumento de la viabilidad (18) y un mejor

\* Dirección para solicitar reimpresos

desempeño al final del ciclo (15). Los resultados descritos anteriormente reflejan la importancia del desarrollo del tracto gastrointestinal (TGI) y la producción de enzimas digestivas asociadas, en el crecimiento después del nacimiento (6).

El presente estudio se realizó para obtener información adicional sobre el efecto de la utilización de un suplemento nutricional hidratado en pollos de engorde recién nacidos con diferentes tiempos de ayuno, sobre los parámetros productivos y el CA de los órganos específicos del sistema digestivo (segmentos del tracto gastrointestinal, páncreas e hígado), del sistema inmune (bolsa de fabricio y bazo) y otros órganos adicionales (corazón, pulmones y saco vitelino).

### Materiales y métodos

En el experimento se utilizó un SNH\*, que contenía 25% de humedad, 21% de proteína, 0.6% extracto etéreo y 2.7% de fibra cruda. El fabricante reportó, además, adición de ácido propiónico, fosfórico, cítrico y ascórbico en cantidades no especificadas. El SNH se suministró en la incubadora (2.0 g/ave) inmediatamente después del nacimiento en las cajas donde se transportaron los pollitos siguiendo la siguiente distribución de tratamientos: tratamiento control (T1), sin adición de SNH y suministro de alimento comercial a partir de las 20 horas después del nacimiento; tratamiento dos (T2), con adición de SNH y suministro de alimento comercial a partir de las 20 horas después del nacimiento; tratamiento tres (T3), con adición de SNH y suministro de alimento comercial a partir de las 24 horas después del nacimiento; y tratamiento cuatro (T4), con adición de un SNH y acceso al alimento comercial a partir de las 48 horas después del nacimiento.

Veinte horas fue el tiempo que transcurrió desde que el pollito salió de la nacedora y llegó a la granja, tiempo en el que fue sexado, seleccionado, vacunado, empacado y transportado. Se utilizaron 1.020 pollos de engorde machos recién eclosionados de la línea Ross 308, que se alojaron en un galpón convencional, que se dividió para ubicar los tratamientos. Cada tratamiento tenía 255 aves, donde un pollo era una unidad experimental para efectos de los estudios de alometría.

Se realizó un sacrificio planeado, por dislocación cervical de cuatro machos por tratamiento a los días 0, 1, 2, 4, 6, 8, 14 y 21 y se efectuó una evisceración para medir los órganos principales y secundarios del sistema inmune: bolsa de fabricio y bazo (6) y otros órganos como el corazón, los pulmones y el saco vitelino (4). El TGI se fraccionó en sus componentes: proventrículo, molleja, intestino delgado, ciegos y colon; además se tomó el hígado y el páncreas. Para realizar la división de cada uno de los segmentos intestinales, se procedió de la siguiente manera: duodeno, desde el final de la molleja hasta el final del conducto pancreático y biliar; yeyuno, desde el final del duodeno hasta el divertículo de Meckel y el íleon desde el divertículo de Meckel hasta donde comienza la división de los ciegos (28).

Para determinar la ontogénesis del crecimiento de los diferentes órganos y su relación con el peso corporal, se utilizó la constante de CA, según la metodología empleada por Fisher (10), que usa la siguiente ecuación:

$$CA = (O_n / O_h) / (PC_n / PC_h)$$

Donde: O= peso del órgano; n= días después del nacimiento; h= peso al nacimiento y PC= peso corporal.

Cuando el órgano crece en la misma proporción al peso corporal, el CA es de uno, si el crecimiento del órgano es menor al peso corporal el CA es menor a uno y cuando el CA es mayor a uno, hay un crecimiento rápido en relación con la ganancia total de peso corporal (33). Adicionalmente se midió la longitud (cm) de cada uno de los segmentos del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) y se calculó su densidad (mg/cm) (28).

El peso absoluto de cada uno de los órganos analizados, tuvo dos tipos de medición: en peso húmedo y en peso seco. Para análisis y discusión de los resultados se privilegió la medición realizada en peso seco ya que los diferentes órganos estudiados fueron congelados antes de la medición, lo cual aumentó los coeficientes de variación de los resultados en peso húmedo debido a que al congelar y descongelar los órganos, posiblemente se produce el rompimiento de las membranas de las células de los tejidos y habría una pérdida heterogénea del contenido celular.

Los datos del experimento fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, usando el procedimiento estadístico del Modelo Lineal General del programa SAS (34). Para determinar el efecto de los diferentes tratamientos y las diferencias significativas se usó la prueba de Duncan (36). Se realizó un análisis económico, que no fue sometido a análisis estadístico.

### Resultados y discusión

*Proventrículo y molleja.* En los datos de CA del proventrículo, se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al día 21 de edad, donde el tratamiento que recibió un SNH y consumió alimento comercial a las veinte horas después del nacimiento (T2), presentó el mayor CA con respecto a los otros tratamientos probablemente debido a una respuesta favorable a la alimentación temprana (véase Tabla 1), tal como lo han demostrado varios autores (27, 29, 12). El retraso en el acceso de alimento y agua sin un SNH (T1), resultó en una disminución en el peso relativo del proventrículo al final del experimento.

En la molleja, se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en los días uno, dos y cuatro de edad. Al primer día de edad los T1 y T2 fueron superiores a los otros grupos, mientras que entre el segundo y cuarto día de edad, el T4 fue mayor. Sin embargo, durante los siguientes días hasta el final del experimento, no se presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ) (véase Tabla 1). Estos hallazgos contrastan con los hallazgos de Pinchasov y Noy (31) quienes reportaron en su estudio, que el retraso en el suministro de alimento, incrementó el peso relativo de la molleja. Adicionalmente, Romero (32) en un estudio acerca del efecto de dos sistemas de restricción alimenticia sobre el CA en pollos de engorde, reportó que el CA de la molleja en los grupos restringidos de hembras presentó valores significativamente superiores ( $P < 0.05$ ), al día 12 de edad, lo que sugiere una adaptación de este órgano, para aumentar el consumo de alimento (g/kg de PC) en el inicio de la realimentación. Sin embargo, este autor no encontró diferencias significativas en este parámetro, en el grupo de los machos restringidos.

Corless y Sell (6), reportaron en su estudio con pavos, que el acceso tardío a alimento y agua, resultó en una disminución de los pesos absolutos del proventrículo y la molleja. Los pavos privados de alimento y agua durante 30 horas después del

nacimiento, tuvieron una reducción de los pesos absolutos de estos dos órganos hasta los cuatro días de edad, mientras que un retraso de 54 horas en la toma de alimento, redujo los pesos absolutos hasta los 10 días de edad. Adicionalmente, reportaron que los pesos relativos del proventrículo y la molleja también se disminuyeron, a los dos días de edad para los pavos privados de alimento y agua por 30 horas después del nacimiento. La alimentación de las aves hasta las 54 horas después del nacimiento, disminuyó los pesos relativos de la molleja y el proventrículo entre el segundo y cuarto día de edad (6).

En este estudio, se encontró que el mayor CA del proventrículo fue al día seis para todos los grupos, mientras que para la molleja este fue entre el segundo y cuarto día para todos los grupos. Resultados en peso relativo reportados por varios autores (35, 9, 20), muestran que el peso relativo (gr/100gr PCI) máximo del proventrículo se alcanza entre los tres y cinco días de edad y en la molleja, entre los días tres y cuatro de edad. Por el contrario, Akiba y Murakami (1) afirmaron que la molleja alcanza su máximo crecimiento relativamente tarde, en contraste con otros órganos como el intestino (máximo crecimiento relativo entre el cuarto y octavo día de edad), esta diferencia puede deberse a que las nuevas estirpes se desarrollan más rápido.

*Tracto intestinal completo.* Se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), en el CA del tracto intestinal completo durante los días 1, 6, 14 y 21. Durante los días uno y seis los T2 y T4 respectivamente, fueron inferiores ( $P < 0.05$ ). Los pollos que no consumieron un SNH (T1), durante las edades 14 y 21 presentaron los menores CA (véase Tabla 2), debido probablemente a un retardo en el inicio de la toma de alimento, lo que puede tener consecuencias a largo plazo, en el subsecuente desarrollo de las aves (15). Estos resultados están de acuerdo con los reportes de Uni y colaboradores (38), donde la privación de alimento y agua resultó inicialmente en un retraso en el crecimiento de todos los segmentos del intestino delgado. Adicionalmente, se concluyó que la disminución del peso de los segmentos intestinales puede indicar una reducción de su desarrollo morfológico.

Corless y Sell (6), reportaron que los pesos de los segmentos intestinales de pavos que fueron privados de alimento y agua, por 30 y 54 horas, se incrementaron marcadamente dentro de las 24 horas después de

recibir alimento y agua. Este rápido incremento en los pesos de los segmentos intestinales junto con un bajo peso corporal, resultó aparentemente en un desarrollo compensatorio del intestino. Aunque esos incrementos en el peso relativo intestinal sugieren una respuesta compensatoria al consumo de nutrientes por los grupos previamente privados, esos incrementos no aliviaron los efectos del retraso en el acceso de alimento

y agua sobre el crecimiento subsecuente de los pavos. En el presente estudio a los 14 y 21 días el T3 y T4 tuvieron un mayor crecimiento del tracto intestinal (véase Tabla 2), pero contrario a lo reportado por Corless y Sell (6), estas aves no mostraron una reducción en su peso corporal en los días mencionados, ni al final del ciclo, debido a que estas aves consumieron un SNH.

**Tabla 1.** Efecto de la utilización de un SNH sobre el CA del proventrículo, molleja, hígado, páncreas, saco vitelino y bazo.

EDAD	Tratamiento	CRECIMIENTO ALOMÉTRICO					
		Proventrículo	Molleja	Hígado	Páncreas	Saco Vitelino	Bazo
0	T1	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
	T2	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
	T3	1.0	1.0	1.0	*	1.0	1.0
	T4	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0
1	T1	1.9	1.4 <sup>a</sup>	1.2		0.7 <sup>a</sup>	2.0
	T2	1.3	1.4 <sup>a</sup>	1.2		0.5 <sup>b</sup>	1.8
	T3	1.7	1.3 <sup>b</sup>	1.2	*	0.7 <sup>a</sup>	2.1
	T4	1.7	1.3 <sup>b</sup>	1.2		0.7 <sup>a</sup>	2.1
	SEM	0.18	0.05	0.05		0.05	0.41
2	T1	2.1	1.5 <sup>b</sup>	1.1 <sup>b</sup>		0.2	1.8
	T2	2.0	1.6 <sup>b</sup>	1.3 <sup>ab</sup>		0.2	1.9
	T3	1.9	1.5 <sup>b</sup>	1.1 <sup>b</sup>	*	0.3	2.6
	T4	2.2	1.9 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>		0.3	2.2
	SEM	0.22	0.10	0.07		0.08	0.28
4	T1	2.9	1.6 <sup>c</sup>	1.7	1.1 <sup>a</sup>	0.2 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>
	T2	3.0	1.8 <sup>ab</sup>	1.9	0.5 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>	2.9 <sup>a</sup>
	T3	3.0	1.7 <sup>bc</sup>	2.1	1.2 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>	3.0 <sup>a</sup>
	T4	2.6	1.9 <sup>a</sup>	1.9	1.2 <sup>a</sup>	0.1 <sup>b</sup>	2.8 <sup>a</sup>
	SEM	0.22	0.07	0.21	0.17	0.04	0.17
6	T1	3.2	1.6	1.7 <sup>ab</sup>	1.7	0.04	3.7
	T2	3.4	1.8	1.6 <sup>b</sup>	1.6	0.02	3.1
	T3	3.3	1.6	1.5 <sup>b</sup>	1.7	0.13	3.4
	T4	3.4	1.8	2.1 <sup>a</sup>	1.4	0.02	3.1
	SEM	0.26	0.15	0.16	0.19	0.06	0.62
8	T1	2.8	1.5	1.2	1.9	0.01	3.5
	T2	3.0	1.5	1.7	1.5	0.00	4.5
	T3	3.2	1.6	1.2	2.1	0.00	4.0
	T4	3.3	1.5	1.2	1.3	0.00	4.0
	SEM	0.18	0.09	0.15	0.31	0.002	0.54
14	T1	2.3	1.2	1.7 <sup>a</sup>	2.6	0.00	4.5
	T2	2.6	1.1	1.4 <sup>c</sup>	2.6	0.00	4.0
	T3	2.5	1.1	1.6 <sup>b</sup>	2.8	0.00	4.1
	T4	2.2	1.0	1.4 <sup>c</sup>	2.9	0.00	3.5
	SEM	0.15	0.07	0.04	0.28	0.001	0.54
21	T1	1.7 <sup>b</sup>	0.8	1.3 <sup>b</sup>	2.0		4.7
	T2	2.3 <sup>a</sup>	0.8	1.6 <sup>a</sup>	2.3		4.3
	T3	1.9 <sup>ab</sup>	0.9	1.4 <sup>ab</sup>	2.6	*	3.8
	T4	2.1 <sup>ab</sup>	0.9	1.5 <sup>ab</sup>	2.0		4.8
	SEM	0.14	0.07	0.08	0.36		0.83

a,b,c / Promedios con letras diferentes son estadísticamente significativos entre la misma edad (P<0.05).

SEM: Error estándar de la media, no se determinó al día cero.

\* Datos no disponibles a esta edad.

**Tabla 2.** Efecto de la utilización de un SNH sobre el CA, longitud y densidad del tracto intestinal completo a diferentes edades en pollos de engorde.

EDAD	Tratamiento	TRACTO INTESTINAL COMPLETO		
		CRECIMIENTO ALOMÉTRICO	LONGITUD (cm)	DENSIDAD (mg/cm)
0	T1	1.0	44.3	3.0
	T2	1.0	44.7	3.0
	T3	1.0	44.7	3.1
	T4	1.0	45.0	3.2
	SEM			
1	T1	1.7 <sup>ab</sup>	54.2	3.9
	T2	1.4 <sup>b</sup>	53.3	3.3
	T3	1.8 <sup>a</sup>	55.5	3.8
	T4	1.8 <sup>a</sup>	55.5	3.8
	SEM	0.09	4.17	0.22
2	T1	1.8	77.4 <sup>a</sup>	3.2
	T2	2.2	74.8 <sup>a</sup>	4.5
	T3	2.1	66.3 <sup>ab</sup>	4.4
	T4	1.9	56.2 <sup>b</sup>	4.4
	SEM	0.26	4.39	0.67
4	T1	2.5	95.3 <sup>ab</sup>	4.6
	T2	3.0	105.9 <sup>a</sup>	5.7
	T3	2.7	85.3 <sup>b</sup>	5.3
	T4	2.0	102.5 <sup>a</sup>	3.9
	SEM	0.30	5.06	0.62
6	T1	2.6 <sup>ab</sup>	111.5	5.1 <sup>ab</sup>
	T2	2.4 <sup>ab</sup>	112.2	5.6 <sup>ab</sup>
	T3	2.8 <sup>a</sup>	99.9	6.6 <sup>a</sup>
	T4	2.1 <sup>b</sup>	107.9	4.7 <sup>b</sup>
	SEM	0.21	6.42	0.54
8	T1	2.6	148.5 <sup>a</sup>	6.4
	T2	3.3	145.0 <sup>ab</sup>	8.7
	T3	2.7	139.4 <sup>ab</sup>	6.3
	T4	2.7	131.0 <sup>b</sup>	6.9
	SEM	0.25	5.09	0.98
14	T1	2.5 <sup>b</sup>	133.8	15.4
	T2	2.5 <sup>b</sup>	131.1	16.2
	T3	3.2 <sup>a</sup>	134.9	18.8
	T4	2.7 <sup>ab</sup>	128.0	15.6
	SEM	0.19	8.46	1.53
21	T1	1.9 <sup>b</sup>	145.3	21.0 <sup>b</sup>
	T2	2.0 <sup>ab</sup>	145.2	21.9 <sup>ab</sup>
	T3	2.3 <sup>a</sup>	159.6	26.6 <sup>a</sup>
	T4	2.3 <sup>a</sup>	158.5	24.4 <sup>ab</sup>
	SEM	0.11	6.30	1.62

a,b,c/Promedios con letras diferentes son estadísticamente significativos entre la misma edad ( $P < 0.05$ ).

SEM: Error estándar de la media. No se determinó al día cero.

La restricción de nutrientes afecta significativamente, el peso corporal y el peso de los órganos con respecto al grupo de aves control alimentado a voluntad (28). Sin embargo, también se vió que los órganos del tracto gastrointestinal respondieron más rápidamente

a la realimentación que el resto del cuerpo. Esta respuesta puede ser el resultado de una mayor utilización de nutrientes por las aves restringidas, para mantener el sistema gastrointestinal, a expensas de los órganos que demandan nutrientes (28).

Akiba y Murakami (1) afirmaron que en el periodo inmediato después del nacimiento, el intestino crece más rápido que la masa corporal. Este proceso de rápido crecimiento relativo alcanza un máximo entre los cuatro y ocho días de edad; en contraste con otros órganos del tracto digestivo como la molleja y el páncreas. Los anteriores hallazgos soportan lo reportado por Dror y colaboradores (9) y también fue comprobado en el presente estudio, donde el máximo CA se alcanzó entre los días seis y ocho de edad. El valor de la constante de CA para el intestino delgado fue mayor de 2.0 durante los primeros tres días y declinó a 1.0 sucesivamente hasta el día 21 de edad (13). Los resultados de este estudio indican que el CA del tracto intestinal alcanzó su máximo valor entre los seis y ocho días de edad y empezó a declinar hasta los 21 días (véase Tabla 2).

Se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la densidad del tracto intestinal. En el día seis de edad; se observó que el T4 presentó menor valor con respecto al T3. A los 21 días de edad el T3 presentó el mayor valor, mientras que el T1 fue el menor (véase Tabla 2). Lo anterior concuerda con lo reportado por Uni y colaboradores (38), que afirmaron que la presencia de alimento, estimula el desarrollo morfológico del intestino. Una densidad intestinal más baja puede representar una disminución de la altura y diámetro de los vellos intestinales, lo cual reduciría la capacidad digestiva y absorptiva del intestino. Sturkie (37) realizó un examen de la mucosa intestinal, indicando que la altura del vello intestinal y el área superficial, incrementa rápidamente en diferentes segmentos intestinales del pollito, alcanzando una meseta entre los seis y ocho días en el duodeno y a los 10 días en el yeyuno e íleon. Los anteriores hallazgos fueron corroborados en el presente estudio donde la densidad del tracto intestinal alcanzó los mayores valores a las mismas edades mencionadas por Sturkie (37).

En este estudio se realizó una medición de la longitud y la densidad de cada uno de los segmentos del tracto intestinal (duodeno, yeyuno, íleon, ciegos y colon) (datos no mostrados). En la densidad se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) al primer día de edad en el duodeno, siendo superiores los tratamientos privados de alimento durante 24 y 48 horas que recibieron SNH. Estos resultados

contrastan con lo reportado por Palo y colaboradores (28), quienes realizaron estudios sobre el efecto de la restricción de nutrientes, en la fase temprana de vida de pollos de engorde y encontraron que la densidad de los diferentes segmentos del tracto intestinal (duodeno, yeyuno e íleon) de las aves restringidas, fue menor ( $P < 0.05$ ) con respecto a las aves sin restricción. Sin embargo, ellos no utilizaron un suplemento durante las horas de ayuno. Es importante anotar que el duodeno es el sitio de mayor absorción y actividad de las enzimas digestivas (23), siendo la alimentación temprana importante para el desarrollo y el buen funcionamiento de este segmento del tracto intestinal. En este estudio, la densidad del yeyuno tuvo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) los días seis y 21 donde las aves privadas de alimento por 24 horas, pero recibiendo un SNH exhibieron una diferencia, con valores superiores mientras que las aves que no consumieron un SNH (T1) tuvieron valores inferiores.

Se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la longitud del tracto intestinal completo en los días dos, cuatro y ocho. Aun bajo condiciones de ayuno la longitud del intestino delgado se observó que su longitud incrementó en los primeros cinco días de vida (2). Esto concuerda con los resultados del T1, cuya longitud del tracto intestinal fue mayor (véase Tabla 2). Corless y Sell (6), contrario a lo reportado anteriormente, encontraron que en pavos las longitudes de los segmentos del intestino delgado fueron más cortas debido al retraso de la toma de alimento y agua, con un efecto más severo a medida que aumentaron las horas de ayuno.

Uni (39), reportó que se observa un rápido desarrollo morfológico después del nacimiento con diferentes tasas de incremento en el volumen de los vellos del intestino delgado. El crecimiento del vello duodenal fue casi completo al día siete de edad, mientras que en el yeyuno e íleon, el desarrollo continuó hasta el día 14. Los anteriores resultados fueron ratificados en este estudio, tomando como base la variable densidad (mg/cm), que evidencia la maduración del intestino delgado (datos no mostrados), el cual consume una parte substancial de los nutrientes disponibles en la primera semana de vida. En las primeras horas después del nacimiento, el TGI es incapaz de utilizar algunos nutrientes como a la semana uno o dos de edad donde se hace eficientemente (3).

En este estudio no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en la longitud del duodeno con la utilización de un SNH y diferentes tiempos de privación de alimento. Por el contrario, se encontraron diferencias en la longitud del yeyuno e íleon al segundo y cuarto día de edad siendo los tratamientos privados de alimento por 24 y 48 horas, pero recibiendo el SNH, inferiores a los demás tratamientos. Aunque no hubo un efecto significativo, al final del experimento, indicando que el SNH tuvo un efecto benéfico sobre esta variable en los tratamientos que tuvieron que esperar mucho tiempo antes de recibir alimento. La longitud de los ciegos y el colon presentó diferencias durante los primeros días pero al final del experimento no se afectó negativamente ningún tratamiento (no se muestran los datos).

Linares (14), realizó estudios con restricción alimenticia en pollos de engorde y observó que después de la realimentación a los 14 días de edad, los machos que fueron restringidos presentaban valores inferiores en la longitud del duodeno, comparados con el grupo control, alimentado a voluntad. Al finalizar el ciclo productivo a los 46 días de edad, observó el mismo comportamiento. Sin embargo, Baranyiova (2) reportó que la longitud del intestino delgado no se afecta aún bajo condiciones de ayuno.

*Hígado.* Al primer día de edad, el T2 mostró un valor inferior ( $P < 0.05$ ) con respecto a los demás tratamientos. Al segundo y sexto día de edad se observó que el T4, tuvo valores superiores en CA. Cabe destacar que el T1 al segundo día, probablemente sufrió los efectos de un retraso de 20 horas en el suministro de alimento, como lo indicarían otros trabajos (25, 29, 12). Al día 14, se observó que el hígado de las aves del T1 fue superior respecto a los demás grupos. En el día 21 de edad, el T2 fue el mayor y el T1 el menor, mientras que el T3 y el T4 presentaron valores intermedios ( $P < 0.05$ ) (véase Tabla 1). Esto concuerda con lo reportado por Moran (17) que afirmó que el peso del hígado se beneficia enormemente por la alimentación temprana. Los anteriores hallazgos concuerdan con los hallazgos de Corless y Sell (6), quienes reportaron que un retraso de 30 horas en el suministro de alimento, después del nacimiento, disminuyó el peso del hígado al día 10 de edad. Adicionalmente se encontró que el máximo CA fue entre los días cuatro y seis para todos los grupos (véase Tabla 1). Otros trabajos (35, 9, 20), muestran que el peso relativo máximo del hígado se alcanza entre los seis a ocho días de edad.

*Páncreas.* El muestreo para este órgano se realizó a partir del cuarto día de edad, debido a que durante los primeros días, su tamaño es muy pequeño y es inmaduro funcionalmente, sufriendo después una rápida maduración (22). Se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) al cuarto día de edad en el CA. Aunque el T2 se afectó marcadamente a esta edad, se observó que esta diferencia desapareció en las otras edades (véase Tabla 1), lo que podría estar relacionado con lo reportado por Knight y Dibner (12), quienes afirman que el crecimiento del páncreas se afecta negativamente por una demora en el suministro de nutrientes, más que otros órganos de oferta.

Debido a que la actividad de las enzimas pancreáticas que ayudan a la digestión de almidones, grasas y proteínas, está altamente correlacionada al peso del páncreas, los cambios en el peso de este órgano podrían representar cambios en la capacidad digestiva lo que puede tener efectos directos en el desarrollo de las aves (31). Pinchasov y Noy (31), no encontraron diferencias en el peso relativo del páncreas de aves sometidas a un retraso en el tiempo de consumo de alimento de 24 o 48 horas. Los resultados anteriores concuerdan con los resultados encontrados en este estudio, exceptuando el cuarto día de edad. Adicionalmente, se encontró que el pico del CA fue al día 14 para todos los grupos (véase Tabla 1). Otros autores (9, 20, 35), encontraron que el máximo crecimiento relativo de este órgano se alcanza entre los ocho a nueve días de edad.

*Saco vitelino.* Es importante anotar que el peso del saco vitelino de todas las aves muestreadas, presentó valores al día del nacimiento en promedio de 7.7 g, representando el 16.2% del peso corporal (no se muestran datos). Estos datos se aproximan a lo expuesto por Nitsan y colaboradores (22) quienes reportan al nacimiento, 4.6 g de residuo vitelino (aproximadamente 10% del peso corporal), disminuyendo marcadamente, al cuarto día de edad, (0.5% del peso corporal), después de lo cual llega a ser insignificante. En este estudio, la constante de CA para todas las edades fue menor a 1.0 lo que era de esperarse ya que el saco vitelino se reabsorbe y desaparece con el tiempo (véase Tabla 1).

Al primer día de edad el valor de la constante de CA muestra que el T2 exhibió una mayor reabsorción de la yema residual, reflejada en su menor peso. Al cuarto día de edad el T1, demostró tener una

reabsorción más lenta, reflejada en un mayor peso del saco vitelino (véase Tabla 1), lo cual indica que la utilización del saco vitelino ocurrió más rápidamente en pollitos que consumieron alimento al nacimiento en comparación con los que no lo recibieron, posiblemente a causa del incremento de la actividad mecánica intestinal (4, 16, 24). Nuestros hallazgos soportan las investigaciones que han demostrado que la ingestión de nutrientes, puede aumentar la velocidad de utilización de la yema residual, quizás por iniciar el crecimiento o acelerar el movimiento intestinal y el vaciado de la yema a través del tallo vitelino (5, 24).

Algunos autores han reportado que todas las sustancias contenidas en el saco vitelino son utilizadas rápidamente por el pollito, siendo los dos primeros días de vida los más importantes, mientras que al tercer día de vida, la absorción del saco vitelino no compensa los requerimientos nutricionales (19, 40). En este estudio el saco vitelino, presentó una gran variación en su peso absoluto. Esta situación podría deberse a una incidencia de retención del saco vitelino que presentaron las aves.

*Bazo y Bursa.* Durante el día cuatro de edad se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el CA del bazo, siendo inferior en las aves del tratamiento que no consumió un SNH (véase Tabla 1), mientras que en la bursa no se presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) (datos no mostrados), lo que indica que el desarrollo de este órgano no se afectó bajo ninguna de las condiciones experimentales. El peso relativo de la bursa disminuye en aves privadas de alimento (21, 30) indicando una menor proliferación de linfocitos, debido a que el ayuno estimula la secreción de corticosteroides, poderosos inhibidores de la proliferación de células inmunológicas (11). En este experimento el suministro de un SNH evitó posiblemente que las aves sufrieran los efectos de un ayuno de 48 horas (T4) como lo reporta la literatura. No se encontraron diferencias significativas en el CA de corazón y pulmones a ninguna edad (datos no mostrados), tal como lo reportó Corless y Sell (6).

*Peso corporal.* Durante el segundo día de edad se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) siendo el T4, considerablemente menor, con respecto al T2. Sin embargo, durante los siguientes días no se observaron diferencias ( $P > 0.05$ ), indicando que el

consumo de un SNH al momento del nacimiento, permitiría una recuperación notoria del peso corporal especialmente para el tratamiento privado de alimento durante 48 horas (T4) (véase Tabla 3).

Cuando un animal se retrasa en su crecimiento por una restricción de tipo dietaria y se le da una nutrición adecuada, este crece a una tasa más rápida que un animal de la misma edad que no ha sido restringido. Este rápido crecimiento puede producir varias respuestas en términos de eficiencia alimenticia y del peso de la grasa abdominal, que puede deberse a varios factores como la severidad de la restricción, la duración de la restricción de alimento, el consumo de alimento durante el periodo de realimentación, sexo o línea, que afecta la habilidad subsecuente del pollo para reponerse de un déficit de crecimiento (28). La alimentación temprana se planteó, en este estudio, como una estrategia de mejoramiento del desarrollo de los órganos que ofertan y que posteriormente tendrían una influencia directa en el desarrollo de los órganos de demanda. Noy y Sklan (27) concluyeron que el uso de alimento, incluyendo un SNH, similar al utilizado en este trabajo, aumentó la proporción de la pechuga en pollos y pavos de engorde.

*Parámetros zootécnicos y análisis económico.* Aunque no se analizaron estadísticamente los parámetros productivos más importantes, se encontraron diferencias numéricas destacables entre los diferentes tratamientos al día 41 de edad (véase Tabla 4). El peso corporal final del T1 y T2 fue de 1.900 gr. y 1.944 gr, respectivamente. Al analizar los tratamientos que consumieron un SNH (T2, T3 y T4), con diferentes tiempos de ayuno antes de suministrar un alimento comercial, se observa que la relación entre el peso corporal y las horas de espera fue inversamente proporcional. En todos los tratamientos hubo una baja mortalidad y esta siempre estuvo por debajo del 1%, lo que favoreció directamente el factor de eficiencia europeo (FEE) (véase Tabla 4).

En el análisis económico los costos fijos permanecieron constantes en todos los tratamientos por lo que no se tuvieron en cuenta dentro de los costos de producción y únicamente se incluyó el valor del SNH. Las aves que recibieron un SNH, presentaron mejores valores de peso final, conversión alimenticia, FEE y eficiencia americana (véase Tabla 4).

**Tabla 3.** Efecto de la utilización de un SNH sobre el peso corporal (g) a diferentes edades en pollos de engorde.

Tratamiento	DÍAS DE EDAD							
	0	1	2	4	6	8	14	21
T1		43.5	48.8 <sup>ab</sup>	61.4	75.9	128.4	290.0	582.7
T2		42.5	52.3 <sup>a</sup>	70.2	88.7	127.7	292.5	550.7
T3	47.8	41.9	49.2 <sup>ab</sup>	57.8	81.4	111.8	280.0	645.4
T4		41.9	43.8 <sup>b</sup>	68.8	84.0	116.9	261.3	598.0
SEM	0.85	1.53	2.43	4.85	3.92	7.56	30.45	44.60

a,b,c/ Promedios con letras diferentes son estadísticamente significativos entre la misma edad (P<0.05).

SEM: Error estándar de la media.

**Tabla 4.** Efecto de un SNH en pollos de engorde sobre parámetros zootécnicos de producción.

Tratamiento	Consumo Alimento (g/ave)	Peso Corporal día 42 (g)	Conversión de Alimento	E.A		Valor Alimento/ pollo (\$)	Margen de ingreso / pollo (\$)	Margen de ingreso / Kg Pollo (\$)
				E.A	F.E.E			
T1	3385.3	1900	1.78	106.7	258.2	2200.25	1314.8	692
T2	3272.7	1944	1.68	115.7	280.0	2127.45	1452.9	747.4
T3	3351.8	1936	1.73	111.9	270.8	2178.8	1386.7	716.3
T4	3260.0	1913	1.70	112.5	272.2	2119.0	1404.0	733.9

\*Edad al sacrificio: 41 días.

E.A: Eficiencia Americana (Peso corporal/ conversión \* 100).

F.E.E: Factor de eficiencia europea (EA\* % supervivencia / Edad).

Valor Kg alimento: \$650; valor kg de pollo: \$1850 (febrero de 2000).

Valor SNH por pollo (T2, T3 y T4)= \$16.

El mayor margen de ingreso por pollo fue superior en el T2 en un 10,5% con respecto al control. Por otro lado, el T3 y el T4 produjeron 5.5 y 6.8% más ingresos que el control, respectivamente. Similares resultados se observan en el ingreso por kilogramo de pollo producido; sin embargo, se sugieren evaluaciones económicas con mayores volúmenes de aves. En general, el suministro de un SNH en el momento del nacimiento tendría efectos directos en el mejoramiento de la maduración nutricional del ave, estimulación de la utilización del residuo vitelino, incremento del desarrollo intestinal y posibles efectos metabólicos a largo plazo, expresándose en un mayor peso corporal, mejor conversión alimenticia y mayor margen de utilidades. Adicionalmente el T4, obtuvo mayor margen de ingresos, respecto a los T1 y T3, debido a que estas aves consumieron menos cantidad de alimento comercial, lo que disminuyó los costos del alimento. El suministro de un SNH disminuyó el impacto de un ayuno e influyó directamente sobre el crecimiento del ave jugando un rol definitivo para alcanzar su potencial genético.

El mayor desarrollo de los órganos de oferta se obtiene durante los primeros ocho días de vida siendo fundamentales en el suministro de metabolitos que soportan el crecimiento.

El CA del intestino fue mayor al del hígado, páncreas y molleja. El hígado presentó un desarrollo lento en las aves que no consumieron un SNH como lo indicó su CA. Una demora en el acceso a alimento y agua de 20 horas, sin acceso a un SNH, retardó el desarrollo del sistema digestivo, lo cual limitaría la capacidad de los pollos para utilizar los nutrientes de la dieta.

El suministro de un SNH favoreció la absorción del saco vitelino. El efecto de un SNH sobre el CA del bazo y la bursa en pollitos ayunados por un tiempo prolongado permitió su desarrollo normal aún bajo estas condiciones.

### Summary

#### *Effect of use of an hydrated nutritional supplement in neonatal broiler chickens*

*The objective of this research was to evaluate the effect of an hydrated nutritional supplement (HNS) on the development of supply and demand organs in broiler chickens under different times (20, 24 and 48 hours) of food deprivation after hatch. Control hatchlings do not receive HNS and was feeding after 20 hours of age. Allometric growth constants of supply organs showed fast development in the first week of age, being essential to support posterior growing. Control group showed low development of gastrointestinal tract, as indicated allometric constant and density (mg/cm) at 21 days of age ( $p < 0.05$ ), limiting the capability to use dietary nutrients and resulting in lower body weight at final age. Data indicate that HNS improve use and absorption of yolk sac's nutrients.*

**Key words:** *allometric constant, early nutrition, gastrointestinal tract, growth.*

### Referencias

1. Akiba Y, Murakami H. Partitioning of energy and protein during early growth of broiler chicks and contribution of vitelline residues. in: Proc. World Poultry Sci, Conf. Antalia, Turkey, 1995; 46-52
2. Baranyiova E. Influence of deutectomy, food intake and fasting on the digestive tract dimensions in chickens after hatching. Acta. Vet, 1972; 41:373-384.
3. Bartov I. Effect of age of broiler chicks and method of determination on the metabolizable energy of corn. in: Proc XVIII World's Poultry Congress, Nagoya, Japan, 1988, 787-789.
4. Bierer B and Eleazer T. Effect of feed and water deprivation on yolk utilization in chicks. Poultry. Sc, 1965; 44: 1608-1609.
5. Chamblee TN, Brake JD, Schultz CD and Thaxon JP. Yolk sac absorption and initiation of growth in broilers. Poultry. Sc, 1992; 71: 1181-1816.
6. Corless AB and Sell JL. The effects of delayed accesses to feed and water on physical and functional development of the digestive system of young turkeys. Poultry. Sc, 1999; 78:1158-1169.
7. Dibner J and Pierson EM. Early digestive tract development and nutritional implications for hatchling poultry. Proceedings 9<sup>th</sup> symposium of technological advances. Cancun, Q.R.Mexico. September, 1997; 21-22.
8. Dibner JJ, Knight CD, Kitchell ML, Atwell CA, Downs AC and Ivey FJ. Early feeding and development of the immune system in neonatal poultry. J. Appl. Poultry. Res, 1998; 7: 425-436.
9. Dror Y, Nir I and Nitsan Z. The relative growth of internal organs in light and heavy breeds. Br. Poultry. Sc, 1977; 18: 493-496.
10. Fisher C. Fat deposition in broilers, in: Fats in animal nutrition. J. Wiseman (Ed.). 1984; 437-470.
11. Giesen AF, Dibner JJ, Knight CD and Ivey FJ. La nutrición óptima para aves recién nacidas. En: Memorias X simposio de avances tecnológicos. Novus. Puerto Rico, 1998; 30-39.
12. Knight CD and Dibner JJ. Nutritional programing in hatchling poultry: why a good start is important. Poultry. Dig, 1998; 57:55-57.
13. Lilburn M S. Practical aspects of early nutrition for poultry. J. Appl. Poultry. Res, 1998; 7 : 420-424.
14. Linares L. Efecto de la restricción cuantitativa temprana de alimento sobre el comportamiento de pollos de engorde. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 1994, 120p.
15. Moran E . Performance and carcass quality of broiler tom turkeys subjected to a post-hatch fast and offered starting rations off different nutrient concentration. Can. J. Anim. Sc, 1978; 58:233-243.
16. Moran E. Poult yolk sac amount and composition upon placement: effect of breeder age, egg weight, sex and subsequent change with feeding or fasting. Poultry. Sc, 1980; 59:1521-1528.
17. Moran E. Effects of posthatch glucose on poults fed and fasted during yolk sac depletion. Poultry. Sc, 1989; 68: 1141-1147.
18. Moran E. Relación entre la nutrición y la supervivencia de pollitos y pollonas. En: Memorias XVIII seminario avícola internacional. Marzo 24-26. Santafé de Bogotá. Colombia, 1996.
19. Nir IN and Ben-avraham A. Development of the intestine, digestive enzymes and internal organs of the newly hatched chick. Proc. 8<sup>th</sup> WPSA Negoya Japan, 1988.
20. Nir I, Nitsan Z and Mahagna M. Comparative growth and development of the digestive organs and of some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. Br. Poultry. Sc, 1993; 34: 523-532.
21. Nir I, Nitsan Z, Dunnington EA and Siegel PB. Aspects of food intake restriction in young domestic fowl: Metabolic and Genetic considerations. World's. Poul. Sc. J, 1996; 52: 251-266.
22. Nitsan Z, Ben-avraham G, Zoref Z and Nir I. Growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler chicks after hatching. Br. Poultry. Sc, 1991; 32: 515-523.

23. Noy Y and Sklan D. Digestion and absorption in the young chick. *Poultry. Sc*, 1995; 74: 366-373.
24. Noy Y, Uni Z and Sklan D. Utilization of yolk in the newly hatched poultry. *Br. Poultry. Sc*, 1996; 37: 987-995.
25. Noy Y and Sklan D. Posthatch development in poultry. *J. Appl. Poultry. Res*, 1997; 6: 344-354.
26. Noy Y and Sklan D. Yolk utilisation in the newly hatched poultry. *Br. Poultry. Sc*, 1998; 39: 446-451.
27. Noy Y and Sklan D. Different types of early feeding and performance in chicks and poults. *J. Appl. Poultry. Res*, 1999; 8: 16-24.
28. Palo P, Sell J, Piquer J, Soto-Salanova F and VILASECA L. Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. 1. Performance and development of the gastrointestinal tract. *Poultry. Sc*, 1995; 74:88-101.
29. Penz AM. Novedades en la nutrición del pollo de engorde, ponedoras y reproductoras de engorde En: Memorias del IX seminario internacional de patología aviar. Mayo 25-29. Athens, Georgia, E.U.A., 1998; 323-354.
30. Pimentel JL. La importancia de la alimentación temprana. *Avi. Prof*, 1998; 16 (8): 41.
31. Pinchasov Y and Noy, Y. Comparison of post-hatch holding time and subsequent early performance of broiler chicks and turkey poults. *Br. Poultry. Sc*, 1993; 34:111-120.
32. Romero H. Efecto de dos sistemas de restricción alimenticia sobre el crecimiento alométrico, balance energético y proteínico y síndrome ascítico en pollos de engorde. Tesis MSc. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 1998; 194p.
33. Rose S P. Principios de la ciencia avícola. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza-España, 1997; 37-45.
34. SAS Institute, SAS. User's Guide: Basic Version 6.03 Edition. SAS Institute Inc, N.C, 1985.
35. Sell JL. Physiological limitation and potencial for improvement in gastrointestinal tract function of poultry. *J. Appl. Poultry. Res*, 1996; 5: 96-101.
36. Steel R y Torrie J. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª Ed. Colombia. Mc Graw-Hill, 1992; 431-460.
37. Sturkie P D. Avian Physiology. Fourth Edition. New York. Springer-Verlag, 1986; 516.
38. Uni Z, Ganot S and Sklan D. Posthatch development of mucosal function in the broiler small intestine. *Poultry. Sc*, 1998; 77: 75-82.
39. Uni Z. Functional development of the small intestine in domestic birds: cellular and molecular aspects. *Poult. Avian. Biol. Rev*, 1999; 10: 167-179.
40. Viera SL. Physiological changes in the intestinal digestive-absorptive system of the posthatch bird. Auburn University. Alabama EUA, 1996; p 19.