

ALIMENTACION RESTRINGIDA EN POLLO DE ENGORDE PARTE 2. EFECTO DEL NIVEL DE RESTRICCION

José Daniel Mora S.¹; Andrés E. Cuellar G.²

RESUMEN

En la granja avícola de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, se realizó esta investigación con el objeto de evaluar el nivel o grado de restricción de alimento ofrecido a pollos de engorde y su efecto sobre el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad durante 41 días.

Se utilizaron 960 pollos de una línea comercial distribuidos en tres tratamientos: Alimentados a libre voluntad (T1), Restricción alimenticia del día 10 a 17 de edad (T2), Ayunados los días 15 y 17 de edad (T3). Todos los tratamientos recibieron una dieta de iniciación (1-28 días) y finalización (29-41 días), balanceadas según las recomendaciones del NRC (1995) y en forma de harina.

La ganancia de peso durante el período de restricción (10-17 días) fue inferior ($P < 0,05$) para el T2 y T3, lo cual llegó a significar una diferencia relativa en comparación con el testigo de 43,7 y 41% respectivamente. Para el período de 18-28 días, de realimentación, los tratamientos T2 y T3 lograron ganancias de peso similares entre sí. Sin embargo, el T2 presentó mayores ganancias de peso ($P < 0,05$), y este período correspondió al período de mayor crecimiento compensatorio.

Para los periodos 29-41 y 18-41 días (total), no se encontró diferencia entre tratamientos ($P > 0,05$) y sólo a la edad de sacrificio (41 días) se completó la respuesta "compensatoria" en el peso corporal de los tratamientos restringidos.

¹ Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. A.A. 568.

² Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. A.A. 568.

El consumo de los tratamientos restringidos fue inferior ($P < 0.05$) respecto al control y diferente ($P < 0.05$) entre ellos durante el período de restricción. Esto en términos relativos significó una diferencia de 24.1% para T2 y 5.7% para T3 respecto al testigo. Durante el período de realimentación no se presentó diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Respecto al consumo total (10-41 días), no se presentó diferencia estadística ($P > 0,05$) entre T2 y el control; y cuando se evaluó la conversión alimenticia alcanzada para todo el período (10-41 días), no se observó diferencia entre el control y T2.

El resultado más importante encontrado en este ensayo tiene que ver con la no diferencia en el peso final cuando se comparan los tratamientos de alimentación a voluntad (T1) y alimentación restringida (T2). Este hecho no debe pasar desapercibido si se tiene en cuenta que durante el período de restricción, el consumo de alimento fue menor para T2.

ABSTRACT

In the avian farm of the Universidad Nacional de Colombia Colombia, Medellín headquarters, was carried out this search for the purpose of evaluating the level or grade of restriction of food offered to fatten chickens and their effect on the feed input, gain of weight, feed conversion and mortality during 41 days.

960 chickens of a commercial line distributed in three treatments were utilized: free choice feed (T1), feed restriction of the day 10 to 17 of age (T2), fasted the days 15 and 17 of age (T3). All the treatments received a diet of initiation (1-28 days) and finalization (28-41), balanced according to the NRC recommendations (1995) and in form of flour.

The gain of weight during the period of restriction (10-17 days) was inferior ($P < 0,05$) for the T2 and T3, which became to mean a relative difference in comparison with the witness of 43,7 and 41% respectively. For the period of 18-28 days, of feedback, the treatments T2 and T3 achieved gain of similar weight between them. However, the T2 showed higher gains of weight ($P < 0.05$), and this period was of higher compensatory growth.

For the periods 29-41 and 18-41 days (total), did not find difference between treatments ($P > 0.05$) and only to the age of sacrifice (41 days) the performance was completed "compensatory" in the corporal weight of the restricted treatments.

The intake of the restricted treatments was inferior ($P < 0,05$) concerning the control and different ($P < 0,05$) between them during the period of restriction. That in comparative terms mean a difference from 24,1% for T2, 5,7% for T3 concerning the witness. During the period of refeed statistical difference was not showed ($P > 0,05$) between treatments.

According to the total intake (10-41 days), had not statistical difference ($P > 0,05$) between T2 and the control; and when the feed conversion reached for all period (10-41 days) was evaluated, no difference between the control and T2 was observed.

The most important result found in this research has to see with the no difference in the final weight when the treatments of food to free will (T1) and restricted food (T2) are compared. This act should not pass if it is kept in mind that during this period of restriction, the consumption of food was minor for T2.

INTRODUCCIÓN

La investigación más reciente en torno a la restricción de alimento en pollos se ha encaminado hacia la búsqueda de una mejora en la eficiencia alimenticia, lo cual tiene repercusiones económicas y productivas muy evidentes. De la misma manera se ha denotado un interés por orientar esta estrategia hacia la reducción en el contenido de grasa de la canal, aspecto este que influye sobre la eficiencia y sobre el grado de aceptación del producto en el mercado, dadas algunas restricciones de tipo dietético para la salud humana.

A pesar de que la investigación adelantada en esta temática ha sido relativamente amplia, debe

reconocerse que los resultados manifiestan una gran variabilidad y por lo tanto son difíciles de aplicar consistentemente. La intensidad de la restricción es una de las variables con mayor peso en la respuesta animal y está definida básicamente por dos componentes: Cantidad de nutrientes restringidos y Tiempo de restricción (normalmente ambos están asociados entre sí). Si bien la definición de un nivel de kilocalorías por día es un instrumento que permite una buena rigurosidad y control del experimento, también es cierto que esta práctica es casi imposible de realizar a nivel de granja. Por este motivo el presente trabajo pretende poner a prueba un método de restricción más sencillo como es el caso del ayuno completo en dos tiempos. Si bien es cierto

esta metodología genera ciertos riesgos si es manejada sin medida, algunos trabajos han indicado que puede ser factible y en este trabajo se pretende poner a prueba.

REVISIÓN DE LITERATURA

El Crecimiento Compensatorio es un fenómeno biológico que ha sido estudiado en diferentes épocas y que aún sigue interesando a los investigadores a nivel mundial. Este interés se basa en la posibilidad de mejorar la eficiencia alimenticia a través de una disminución en el consumo total de alimento, consiguiéndose pesos finales al sacrificio similares a los de los pollos alimentados a voluntad.

No obstante lo anterior, las respuestas encontradas han sido variables. Esto se puede explicar en función de muchos factores. El primero tiene que ver con el tipo de restricción; que en la mayoría de los casos se ha evaluado como una restricción de tipo cuantitativo (o sea disminuyendo la oferta de alimento), pero también se ha practicado una restricción "cualitativa", en la cual se ofrece una dieta diluida.

Los métodos de restricción cuantitativa más estudiados en los últimos tiempos son : (1) Ayuno y (2) Disminución en la oferta de

alimento. El más estudiado ha sido este último (restricción como tal) y se ha llegado a un acuerdo respecto a la cuantía de la restricción para tener un patrón similar de evaluación. Es así como en varias investigaciones se ha fijado el grado de restricción con base en las necesidades predeterminadas de Energía para Mantenimiento, calculado como $1,5 \times W^{2/3}$ (kcal/día), lo cual daría un consumo de Energía de aproximadamente 40 kcal/día. Los reportes en relación con este tipo de restricción ofrecen variabilidad en los resultados.

Plavnik y Hurwitz (1985) estudiaron con profundidad esta temática y realizaron varios experimentos al respecto. En uno de estos ensayos, los investigadores restringieron los pollos durante 2 y 4 semanas a partir de la segunda semana de edad. En ningún caso el peso al sacrificio llegó a ser similar al control. Así mismo, cuando utilizaron como referencia los 45 kcal/día, el peso final fue significativamente inferior a los control. No obstante, cuando la restricción tuvo una menor duración (6 o 7 días), no se presentó diferencia en el peso final con respecto a los control en el caso de machos; y cuando se estudió el mismo efecto en hembras, estas no fueron capaces de recuperar el peso.

Esto último es importante tenerlo en mente pues en la mayoría de los casos se trabaja con lotes mixtos o sin sexar.

Posteriormente Plavnik y Hurwitz (1988), evaluaron períodos de restricción más cortos (7 días), comenzando también a edades más tempranas. Bajo estas condiciones no se encontraron diferencias en el peso final con relación al control.; pero se reitera la mayor susceptibilidad de las hembras a la restricción.

Resultados similares encontraron Cabel y Waldroup (1990) al restringir pollos de una semana de edad durante 6 o 12 días y evidenciar una capacidad de recuperación en el tratamiento de 12 días de restricción; no siendo así para el otro grupo. Fontana *et al.* (1992) tampoco lograron una recuperación en el peso de los pollos restringidos durante 4 o 7 días a partir del cuarto día de edad.

No todos los investigadores se han acogido a la restricción del nivel de Mantenimiento (40 kcal/día), sino que han empleado otros criterios. Así por ejemplo, Washburn (1990) efectuó una restricción menos severa (entre el tercer día y la cuarta semana de edad), encontrando en este caso que los pollos alimentados

a voluntad tuvieron mayor peso final (49 días) que los experimentales. De la misma manera, Cuéllar y Mora (1997), llevaron a cabo una restricción leve de alimento durante las dos primeras semanas de vida, encontrando que las aves restringidas recuperaron su peso a los 41 días de edad.

Monsil y Ayodele (1990), en otra modalidad de restricción (similar a la realizada en uno de los tratamientos del presente experimento) limitaron el acceso al alimento durante 3, 6, o 12 horas / día y a diferentes edades (entre 1 y 10 días). Los resultados encontrados por estos autores no evidencian diferencias en los parámetros evaluados a excepción de la eficiencia alimenticia que si fue mejor para los tratamientos con restricción. En este mismo sentido Lebbie (1988) tampoco encontró diferencias cuando ayunó los pollos 7 y 12 horas al día ; pero cuando este se aumentó a 14 horas por día se disminuyó sustancialmente la ganancia de peso, hasta el punto de tener que suspender uno de los dos ensayos propuestos.

Yu *et al* (1990) probaron diferentes tipos de restricción o ayuno (diario, horario, etc.) y encontraron que el tratamiento Control (a voluntad) superó a los

otros tratamientos en los parámetros evaluados.

En el más reciente trabajo llevado a cabo por Zubair y Lesson (1996) comparando una alimentación a voluntad con una restricción del 50% entre los días 6 y 12 de edad, no encontraron compensación en el crecimiento cuando las aves se sacrificaron a los 42 días. Esto difiere de sus trabajos previos, pero debe tenerse en cuenta que al variar la edad de sacrificio se puede modificar este comportamiento fisiológico. Estos mismos autores en un segundo experimento observaron que al permitir una realimentación gradual entre los días 12 y 21 de edad, lograron recuperar el peso corporal a los 42 días así como mejorar la eficiencia alimenticia.

Como se indicó al inicio de esta revisión, existe otro método cuantitativo de restricción como es el del Ayuno Total durante 1 o más días. Normalmente este sistema se debe aplicar por períodos muy cortos y escalonados, a fin de evitar retrasos irreparables en el animal. Es importante señalar que si bien el ayuno es un método algo drástico, su manejo es mucho más sencillo que otros métodos.

Dentro de los trabajos más recientes que han estudiado el ayuno

se puede hacer referencia a Cabel y Waldroup (1990) y Balay *et al* (1992). Este último encontró que al practicar un ayuno alterno de tres días, los pollos se recuperan más rápidamente que cuando tal restricción se practicaba más tardíamente (dentro de las tres primeras semanas). Entretanto cuando se aplicó el ayuno durante seis días o más, desde la primera semana y también de manera alternada, los animales no lograron recuperar el peso a los 39 días, independiente de la modalidad de ayuno que se aplique.

En cuanto al trabajo de Cabel y Waldroup (1990), estos probaron ayunos más leves que los anteriores, de sólo 1 o 2 días durante la primera semana de edad. A pesar de que la ganancia de peso hasta el día 21 fue inferior para los tratamientos con ayuno, de ahí hasta el sacrificio (49 días) esta misma característica fue superior para dichos tratamientos, permitiendo que no hubiese diferencia en el peso final.

En resumen, el concepto general que se puede sacar después de analizar la información relativa al efecto de los métodos de restricción cuantitativa sobre la ganancia de peso es el siguiente :

1. los resultados son bastante variables,

2. tal variabilidad se explica en función del mismo tipo de restricción. Así, se puede observar que cuando la restricción es severa (ayunos por más de 3 días o niveles de Mantenimiento por más de una semana), el pollo no alcanza a recuperar el peso al momento del sacrificio. De otro lado, cuando el ayuno es menor de 3 días o la restricción se practica durante la segunda semana, así sea algo severa, o moderada aún durante 2 semanas, muy buena parte de la información concuerda con que el resultado es satisfactorio; es decir, los pesos finales con consumo a voluntad no difieren de los tratamientos con dichas restricciones. Jones y Farrell (1990) citados por Zubair y Lesson (1994a) señalan que la severidad de la restricción tiene mayor influencia sobre la grasa corporal, mientras que la duración de la restricción afectó finalmente el crecimiento compensatorio y el peso final. En general, estos autores destacan que la restricción cualitativa y cuantitativa tienen efectos diferentes,
3. otra parte de la variabilidad podría atribuirse a factores como Sexo (Plavnik y Hurwitz, 1989),

Genética (Summers, Sprat y Atkinson, 1990), Edad al momento de aplicar la restricción (Cuellar y Mora, 1997) y Tiempo de Recuperación asociado con la edad al sacrificio,

4. a pesar de que el Consumo de alimento es menor (porque para la ingestión no hay Compensación), la eficiencia no alcanza a ser lo suficientemente alta en aquellos trabajos en los cuales no se encontró una recuperación en el peso.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se realizó en las instalaciones avícolas de la Universidad Nacional de Colombia, localizadas en la ciudad de Medellín (Bh-mb) con una altitud de 1.350 m.s.n.m y una temperatura ambiental promedio de 21°C. Se emplearon 960 pollos sin sexar de la línea Peterson con diez días de edad y con los cuales se siguieron todas las recomendaciones básicas de manejo: Fuentes de calor (gas), disponibilidad permanente de agua, control de temperatura y ventilación (cortinas plásticas), etc. De la misma manera, se siguió el plan sanitario recomendado para esta especie y en esta zona.

El ensayo constó de tres tratamientos, con los cuales se trataba de estudiar el efecto del grado de restricción de alimento aplicado a una edad temprana. Los tratamientos fueron:

T₁ : Testigo

T₂ : Restricción durante siete días comenzando al día 10 de edad.

T₃ : Ayuno durante los días 15 y 17 de edad.

En el T₁ (testigo), se dispuso de alimento balanceado en harina a voluntad durante todo el período. En el T₂, la restricción se aplicó de tal manera que los pollos permanecieran sin alimento durante las horas de la noche; considerándose esta como una restricción moderada. En el T₃,

los pollos se ayunaron los días 15 y 17 de edad. Cada tratamiento contó con ocho repeticiones y cada repetición tenía 40 pollos entre machos y hembras. El análisis estadístico se realizó bajo un diseño completamente randomizado .

El alimento utilizado fue en forma de harina y balanceado tomando como referencia los requerimientos definidos por N.R.C (1995) y las sugerencias de la línea genética. Los tratamientos recibieron el mismo alimento balanceado para la etapa de iniciación (1-28 días) y para la etapa de finalización (29-41 días) cuya composición centesimal y nutricional se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición centesimal y balance nutricional de las dietas utilizadas.

	Iniciación	Finalización
Ingredientes	%	
Maíz	42,02	
Sorgo	21,14	60,00
Torta de soya	13,16	21,80
Soya extruida	10,00	4,86
Harina de pescado	6,00	-

Continuación Tabla 1.

	Iniciación	Finalización
Sebo	4,61	
Harina de carne	5,00	5,00
Lisina sintética	0,05	-
Metionina sintética	0,13	0,19
Carbonato Calcico	1,09	1,48
Fosfato bicálcico	0,71	1,26
Sal	0,30	0,30
Premezcla Vit-Min.	0,40	0,40
Nutrientes:		
EM (Mcal/kg)	3,06	3,15
PB (%)	22,00	20,00
Lisina (%)	1,20	1,06
Metionina (%)	0,50	0,45
Calcio (%)	1,00	1,00
Fósforo disponible	0,45	0,45
Fósforo total	0,70	0,70

Los pollos fueron pesados los días 10, 18, 28 y 41 entre las 7:00 y 8:00 de la mañana. De la misma manera se midió el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de alimento. En la Tabla 2 se presentan los valores promedios obtenidos para consumo de alimento (g) según el grado de restricción utilizado.

Tabla 2. Consumo de alimento (g) durante los períodos 10-17, 18-41 y 10-41 días.

Tratamiento	Período Evaluado (días)		
	10-17	18-41	Total
1	486,5 ^c	3073,5 ^a	3560,0 ^{ab}
2	368,8 ^a	3100,0 ^a	3468,8 ^a
3	458,6 ^b	3150,8 ^a	3609,4 ^b

Subíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadísticamente significativa $P < 0,05$.

El consumo de los tratamientos restringidos fue inferior ($P < 0,05$) respecto al control y diferente ($P < 0,05$) entre ellos durante el periodo de restricción. Esto en términos relativos significó una diferencia de 24,1 % para T2 y 5,7 % para T3 respecto al testigo. Esto significa que los niveles de restricción aplicados cumplieron su objetivo; correspondiendo a T2 el nivel más drástico. No obstante, esto no se traduce en diferencias de igual magnitud en las ganancias de peso y/o el peso corporal al final del período de restricción, y al interior de los tratamientos restringidos, 73

y 75 % respectivamente. Pareciera entonces, que el ayuno intermitente aplicado, tuvo un efecto contraproducente y por lo tanto sería un método menos factible de aplicar. Sin embargo, al cabo de los 41 días no se encontró diferencia estadística respecto al control. Según Ballay *et al* (1992); pollos ayunados los días 13,15 y 17 de edad logran pesos similares al control.

Palo *et al* (1995) reportan que cuando la restricción se hizo en niveles de mantenimiento (calculado como $1,6 W^{0,67}$ Kcal/día) de manera continua durante dos semanas, la



diferencia en el consumo respecto al control se aumentó drásticamente (casi 70%); y cuando este nivel de mantenimiento se trabajó durante una semana (Plavnick, McMurtry y Rosebrough 1976; Cabel y Waldroup, 1990), la reducción en el consumo fue menos severa; un 35% aproximadamente. Pero cuando el criterio que se adopta es limitar el consumo a un porcentaje de lo registrado al momento de iniciar la restricción, 50%, la reducción llega a ser de un 54% respecto a los controles.

Durante el período de realimentación no se presentó diferencia estadística ($P > 0,05$) entre tratamientos. Debe tenerse en cuenta que aún bajo restricciones moderadas (36% de lo registrado por el control) realizadas por Cabel y Waldroup (1990), los animales restringidos no lograron igualar a los control aún tres semanas después de concluida. Los autores no explican este hecho.

Respecto al consumo total (10-41 días), T3 fue superior ($P < 0.05$) a T2 y no se presentó diferencia estadística ($P > 0,05$) entre T2 y el control. Esto indica que el propósito de restringir el consumo de alimento no se cumplió. Es decir, el método adoptado requeriría aplicarse más temprano o por un período mayor,

si se tiene en consideración lo reportado por Cuellar y Mora (1997). Sin embargo es preciso tener presente que la edad de aplicación y el grado de restricción son dos factores que no producen efectos de igual magnitud según se deduce de los trabajos realizados en este campo.

Según los resultados encontrados en el presente experimento, en cuanto al efecto sobre el consumo, el nivel de restricción adoptado es bien moderado y además, fácil de adoptar en una operación comercial de engorde de pollos; sin embargo, no repercute significativamente en la reducción de consumo total y esto es lo que justifica económicamente su utilización. Aún así, la diferencia a favor del T2 en una cantidad de 91 g/pollo; es algo que en una operación comercial de engorde puede tener significado en función de la optimización económica. Además la tendencia de menor consumo notada en T2 tiene un nivel de significancia de 90% ($P < 0.10$).

De los resultados expresados en la Tabla 3 se puede destacar que la eficiencia en la utilización del alimento (expresada como conversión alimenticia), durante los primeros 7 días del experimento fue mejor ($P < 0,05$) para el tratamiento a voluntad. Por el contrario y según

Cuellar y Mora (1977), cuando la restricción se aplica a edades más tempranas y por más tiempo (mayor severidad), se logra producir un mayor efecto sobre la eficiencia en los pollo restringidos.

La mejor eficiencia de T2 sobre T3,

se puede explicar con base en el menor consumo de alimento registrado y en el período de realimentación (18 a 41 días), la "compensación en la ganancia de peso" no alcanzó a ser lo suficientemente alta como para mejorar la eficiencia.

TABLA 3. Conversión alimenticia (g alimento/g ganancia) durante los períodos 10-17, 18-41 y 10-41 días según el nivel de restricción.

Tratamiento	Período Evaluado (g/g)		
	10-17	18-41	Total
1	1,60 ^a	2,03 ^a	1,97 ^a
2	2,27 ^b	1,95 ^a	1,98 ^a
3	2,69 ^c	2,00 ^a	2,06 ^b

Subíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadísticamente significativa $P < 0,05$.

Cuando se evaluó la conversión alimenticia alcanzada para todo el período (10-41 días), no se observó diferencia entre el control y T2. Esto indica que al final tuvo un mayor peso específico el período 18-41 días asociado con la no diferencia

en el consumo entre tratamientos.

El resultado más importante encontrado en este ensayo tiene que ver con **la no diferencia en el peso final** cuando se comparan los tratamientos de alimentación a



voluntad (T_1) y alimentación restringida (T_2). Este resultado concuerda con lo reportado por Cuellar y Mora (1997) y parecen reafirmar lo que muy buena parte de la literatura señala a favor de la restricción moderada: "los pesos finales con consumo a voluntad no difieren de los tratamientos con dichas restricciones". Sin embargo,

el propósito de disminuir el consumo total no se cumplió.

GANANCIA DE PESO Y PESO FINAL

En la Tabla 4 se presentan los resultados correspondientes a la ganancia de peso (g) registrada en los diferentes períodos para cada tratamiento.

Tabla 4. Ganancia de peso (g) durante los períodos 10-17, 18-28, 29-41 y 10-41 días, según el grado de restricción utilizado.

Tratamiento	Período Evaluado (g)			
	10-17	18-28	29-41	Total
1	292,1 ^a	623,5 ^a	897,1 ^a	1515,1 ^a
2	164,5 ^b	668,8 ^b	917,3 ^a	1586,2 ^a
3	172,2 ^b	645,4 ^{ab}	931,8 ^a	1577,3 ^a

Subíndices diferentes dentro de columnas indican diferencias estadísticamente significativas $P < 0,05$.

Como era de esperarse, la ganancia de peso durante el período de restricción (10-17 días) fue inferior ($P < 0,05$) para el T_2 y T_3 ,

lo cual llegó a significar una diferencia relativa en comparación con el testigo de 43,7 y 41 % respectivamente. Esto origina

lógicamente, menores pesos corporales ($P < 0.05$) el día 18 (tabla 5).

Para el período de 18-28 días, de realimentación, los tratamientos T₂ y T₃ lograron ganancias de peso similares entre sí. Sin embargo, el T₂ presentó mayores ganancias de peso

($P < 0.05$), y este período correspondió al periodo de mayor crecimiento compensatorio. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Plavnic y Hurwitz (1985, 1991); en ensayos con pollos sacrificados de mayor edad (63 o 56 días).

Tabla 5. Peso Corporal (g) en los días 10,18, 28 y 41 de edad, según el nivel de restricción utilizado.

Tratamiento	Período Evaluado (días)			
	10	18	28	41
1	212,5 ^a	504,5 ^a	1128,1 ^a	2025,3 ^a
2	205,5 ^a	369,9 ^b	1038,0 ^b	1956,2 ^a
3	205,9 ^a	378,1 ^b	1023,5 ^b	1955,4 ^a

Subíndices diferentes dentro de columnas indica diferencia estadística significativa $P < 0,05$.

Según los resultados reportados por Cuellar y Mora (1997), se podría pensar entonces, que la restricción inmediatamente después de la primera semana de vida marca mejores posibilidades de recuperación a una condición de estrés

como la que impone una restricción alimenticia. Además, como el consumo de alimento que se registra en la segunda semana es mayor, constituye algo a favor de la justificación económica para aplicarlo en esta edad y no antes.

Aunque otras investigaciones (Zubair y Leeson, 1994a, Cabel y Waldroup, 1990; Palo *et al*, 1995) no han encontrado respuestas similares, se debe considerar que este fenómeno del crecimiento compensatorio es influenciado por la severidad y duración de la restricción, el estado de desarrollo al comenzar la subnutrición y variaciones en el aporte nutricional durante el período de realimentación.

Para los períodos 29-41 y 18-41 días (total), no se encontró diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$); no obstante en términos absolutos al final se vieran favorecidos los tratamientos con restricción..

El peso corporal entre tratamientos fué diferente ($P < 0.05$) al finalizar el periodo de restricción. Esto, en términos relativos, significó que T_2 y T_3 logaran un 73 y 75 % del crecimiento registrado en el grupo control el día 18; y hasta el día 28 de edad, se registró un peso mayor ($P < 0.05$) para el tratamiento testigo.

Para eliminar el efecto de una tendencia del mayor peso corporal inicial ($P < 0.10$) del grupo control; se realizó un análisis de covarianza y se encontró que esta diferencia no

influyó ($P > 0.05$) en el peso a los 28 y 41 días de edad. En el experimento, sólo a la edad de sacrificio (41 días) se completó la respuesta "compensatoria" en el peso corporal de los tratamientos restringidos. Al respecto, Ballay *et al* (1992), Summers, Spratt y Atkinson (1990) y Zubair y Lesson (1994a); Cabel y Waldroup (1990) han logrado que a los 35 días de edad ya no se encuentren diferencias ($P > 0.05$) en el peso corporal respecto al control, tanto en programas de restricción cuantitativa o cualitativa aplicados a niveles moderados y a edad temprana.

Es importante considerar, que la composición nutricional y las características de las dietas utilizadas (Crombelizadas o peletizadas) juegan un papel importante sobre el consumo y las ganancias de peso, y en este aspecto se encuentran diferencias al confrontar las diferentes fuentes de información. En el experimento, las dietas eran en harina.

Los resultados finales en cuanto a peso corporal, concuerdan con lo reportado por Ballay *et al* (1992); en programas de restricción con ayuno intermitente (de manera similar a uno de los métodos aquí evaluados), o Summers, Spratt y Atkinson (1990); con restricción cuantitativa

(75% del consumo registrado al finalizar la primera semana de edad) o cualitativa (15% de dilución de la dieta) aplicados a edad temprana (hasta los 14 días de edad) tanto en machos como en hembras y respecto a grupos alimentados a voluntad. También concuerdan con aquellos resultados que reportan Zubair y Lesson, 1994 (cuando los pollos se sacrificaron a los 49 días), pero difieren de los encontrados por los mismos investigadores en 1996, trabajando con programas de restricción con alimentación diluida (50% durante 6 días) a edades tempranas y con pollos sacrificados a los 42 días de edad.

Aunque es difícil intentar una comparación detallada con la investigación reportada, los resultados del experimento en cuanto a peso corporal parecen reafirmar el hecho que la restricción moderada favorece la respuesta compensatoria.

Plavnik y Hurwitz (1991) citados por Zubair y Leeson (1994a), manifiestan : "...pollos y pavos sometidos a una restricción moderada de nutrientes, que permita alcanzar un 60 a 75 % del crecimiento normal y durante el periodo de restricción, muestran pesos superiores a los controles alimentados a voluntad". Bajo las condiciones del presente

experimento, es importante tener en cuenta que el consumo de "viruta de cama" que se pudo realizar durante la ausencia de alimento, afectó los pesos corporales registrados. Este efecto ha sido notado en otro experimento.

De la literatura consultada sobre la restricción alimenticia, el fenómeno del crecimiento compensatorio y la gran variación reportada en los parámetros utilizados para evaluar la respuesta, es difícil consolidar una explicación que resuelva las incógnitas. Es un fenómeno complejo sobre el cual tan sólo se formulan algunas hipótesis un poco incompletas.

La mejoría en la eficiencia alimenticia ha sido atribuida a una reducción en los requerimientos, asociado con el mantenimiento de un menor peso corporal. Forsum *et al* (1981); citados por Cabel y Waldroup (1990), han formulado la hipótesis de que la restricción (con la consecuente disminución en la ganancia o factiblemente hasta una pérdida de peso) disminuye además, las pérdidas de energía metabólica en forma del calor producido, la rata metabólica basal y la acción dinámica específica. Aunque los autores no van más allá en la explicación, es factible pensar que cuando un animal es restringido y

por tanto su peso es menor en el momento de la -realimentación si la tasa de crecimiento se mantuviera igual (en algunos casos se reporta superior)- se aumentaría la eficiencia ya que la energía de mantenimiento requerida que es función del peso, sería menor.

En estudios calorimétricos realizados por Zubair y Leeson (1994b), se indica que la rata metabólica de los pollos restringidos no explica su mejor eficiencia alimenticia y se ~~inclinan~~ sugieren otros factores relacionados con adaptaciones de tipo digestivo. Sobre la disminución que ocasiona la restricción en el contenido de grasa de la canal y su explicación, la idea que inicialmente se planteó, tiene

relación con un retraso en la hiperplasia y/o la hipertrofia de los adipocitos. Sin embargo, los resultados encontrados por Zubair y Lesson (1994b), le atribuyen a esto, un efecto muy transitorio y señalan que los factores, nivel de restricción y duración, tienen efectos variables sobre el tejido adiposo. En síntesis, aun no se tiene una explicación completa sobre bases fisiológicas. En el experimento se registró una baja mortalidad para todos los tratamientos y no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

En términos generales, los parámetros alcanzados (peso final, consumo de alimento y conversión alimenticia) se pueden calificar de aceptables si se tiene en cuenta que el alimento ofrecido era en harina.

TABLA 6. Mortalidad total (%) registrada en cada uno de los tratamientos aplicados.

Tratamiento	Mortalidad (%)
T1 (Testigo)	3.0 ^a
T2 (Restricción)	2.5 ^a
T3 (Restricción)	3.0 ^a

Subíndices diferentes dentro de columnas indica diferencia estadística significativa ($P < 0.05$).

BIBLIOGRAFIA

- BALLAY, M. *et al.* Restricted feeding and broiler performance: age de iniciar y longitud de restricción. *En: Poultry Science*. Vol. 71 (1992); p.440-447
- CABEL, M.C. and WALDROUP, P.W. Effect of different nutrient restriction programs early in life on broiler performance and abdominal fat content. *En: Poultry Science*. Vol. 69 (1990); p.652-660.
- CUÉLLAR, A.E. y MORA, J.D. Restricción alimenticia en pollos de engorde: efecto de la edad. *En: Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol. 50, No. 1 (1997); p.85-101.
- FONTANA, E.A. *et al.* Effect of early feed restriction on growth feed conversion and mortality in broiler chickens. *En: Poultry Science*. Vol. 71 (1992); p.1296-1305.
- FORSUM, E.P. *et al.* Effect of energy restriction in total heat production, basal metabolic rate and specific dynamic action of food in rats. *En: Journal Nutrition*. Vol. 111 (1981); p. 1691-1697. Citados por CABEL, M.C. and WALDROUP, P. Effect of different nutrient restriction programs early in life on broiler performance and abdominal fat content. *En: Poultry Science*. Vol. 69 (1990); p.652-660.
- JONES, G.P.D. and FARRELL, D.J. Reducing body fat in broiler chickens and some physiological consequences. *En: South African Journal of Animal Science*. Vol. 19, No. 4 (1989); p.179-183. Citados por ZUBAIR, A.K. and LEESON, S. Effect of vrying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 73 (1994a);p. 129-136,
- LEBBIE, S.H.B. Effects of limited time feeding on the performance of broiler strain in the hot humid tropics. *En: Bulletin of Animal Health and Production in Africa*. Vol. 36, No. 1 (1988); p. 25-30.
- MONSIL, A. and AYODELE, A.O. Bioeconomic effects of feed restriction on broiler chickens in Nigeria's humid. *En: Discovery and Innovation*. Vol. 2 (1990); p.3-79.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirement of poultry. 9ed. Washington: National Academic of Science. 1995.
- PALO, P.E. *et al.* Effect of early nutrient restriction on broiler chickens. Part 1. Performance and development of the gastro intestinal tract. *En: Poultry Science*. Vol. 74 (1995); p. 88-101.

PLAVNIK, I. and HURWITZ, S. Early feed restriction in chicks: effect of age, duration and sex. *En: Poultry Science*. Vol.67 (1988); p.384-390.

_____ and _____. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. *En: Poultry Science*. Vol. 64 (1985); p.348-355.

_____ and _____. Effect of dietary protein, energy and feed pelleting on the response of chicks to early feed restriction. *En: Poultry Science*. Vol. 68 (1989); p. 1118-1125.

_____ and _____. Response of broiler chickens and turkey poult of food restriction of varied severity during in early life. *En: Poultry Science*. Vol. 32 (1991); p.343-352. Citados por: ZUBAIR A.K. y LEESON, S. Effect of vrying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 73 (1994a); p. 129-136,

PLAVNIC I.; McMURTRY, J.P. and ROSEBROUGH, R. Effect of early feed restriction in broilers. Part 1. Growth performance and carcass composition. *En: Growth*. Vol. 50 (1986); p.68-76.

SUMMERS, J.D.; SPRAT, D. and J.L. ATKINSON. Restricted feeding and

compensatory growth for broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 69 (1990); p.1855-1861.

WASHBURN, K.W. Effect of restricted feeding on fatness, efficiency, and the relationships between fatness and efficiency in broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 69 (1990); p.502-508.

YU, N.W. *et al.* Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. *En: Poultry Science*. Vol.69 (1990); p.2074-2081.

ZUBAIR, A.K. and LEESON, S. Effect of early feed restriction and realimentation on heat production and changes in sizes of digestive organs of male broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 73 (1994b); p.529-538.

_____ and LEESON, S. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. *En: Poultry Science*. Vol. 73 (1994a);p. 129-136,

_____ and _____. Changes in body composition and adipocyte cellularity of male broilers subjected to varying degrees of early life feed restriction. *En: Poultry Science*. Vol. 75 (1996); p.719-728.

ANEXO 1. Análisis de varianza**1. PESO A LOS 10 DIAS**

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	248.0833	2	124.0417	3.388	0.05531
Dentro de grupos	768.875	21	36.6131		
Total	1016.9583	23			

2. PESO A LOS 18 DIAS

Entre grupos	91126.866	2	45563.43	153.18	0
Dentro de grupos	6246.487	21	297.452		
Total	97373.353	23			

3. PESO A LOS 28 DIAS

Entre grupos	51045.056	2	25522.53	14.511	0.0001
Dentro de grupos	36936.737	21	1758.892		
Total	87981.793	23			

4. PESO A LOS 41 DIAS

Entre grupos	25750.08	2	12875.04	2.424	0.1129
Dentro de grupos	111548.94	21	5311.854		
Total	137299.02	23			

ANEXO 2. Análisis de varianza.

1. GANANCIA DE PESO 10-17 DIAS

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	81865.758	2	40932.88	117.53	0
Dentro de grupos	7313.688	21	348.271		
Total	89179.445	23			

2. GANANCIA DE PESO 18-28 DIAS

Entre grupos	8211.461	2	4105.731	2.545	0.1024
Dentro de grupos	33876.513	21	1613.167		
Total	42087.973	23			

3. GANANCIA DE PESO 29-41 DIAS

Entre grupos	4864.491	2	2432.245	0.564	0.5775
Dentro de grupos	90618.323	21	4315.158		
Total	95482.813	23			

4. GANANCIA DE PESO TOTAL

Entre grupos	17360.25	2	8680.125	1.543	0.237
Dentro de grupos	118148.07	21	5626.099		
Total	135508.32	23			

ANEXO 3. Análisis de varianza.**1. CONSUMO DE ALIMENTO 10-17 DIAS**

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	60564.937	2	30282.47	770.2	0.000
Dentro de grupos	825.668	21	39.318		
Total	61390.605	23			

2. CONSUMO DE ALIMENTO 18-41 DIAS

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	24629.27	2	12314.63	2.174	0.1386
Dentro de grupos	118948.06	21	5664.193		
Total	143577.33	23			

3. CONSUMO TOTAL

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	81064.74	2	40532.37	7.011	0.0047
Dentro de grupos	121406.18	21	5781.247		
Total	202470.93	23			

ANEXO 4. Análisis de varianza.

1. EFICIENCIA ALIMENTICIA 10-17 DIAS

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F cal	Nivel de significancia
Entre grupos	4.2119106	2	2.105955	34.563	0
Dentro de grupos	1.2795374	21	0.06093		
Total	5.491448	23			

2. EFICIENCIA ALIMENTICIA 18-41 DIAS

Entre grupos	0.0258691	2	0.012935	1.622	0.2213
Dentro de grupos	0.1674629	21	0.007974		
Total	0.193332	23			

3. EFICIENCIA ALIMENTICIA 10-41 DIAS

Entre grupos	0.0388226	2	0.019411	3.62	0.0446
Dentro de grupos	0.1126194	21	0.005363		
Total	0.151442	23			