

# EFFECTO DE LA RESTRICCIÓN ALIMENTICIA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDA

SOTERO LOPEZ DOMINGUEZ

## TESIS

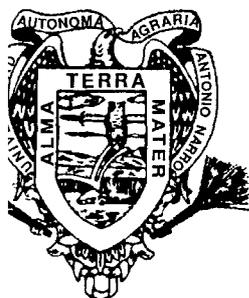
Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"

*Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Grado de:*



BIBLIOTEC

MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCIÓN ANIMAL



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México  
Septiembre de 2003

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo  
de pollos de engorda

TESIS

POR

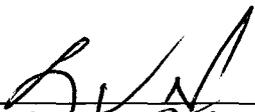
SOTERO LOPEZ DOMÍNGUEZ

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría y  
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

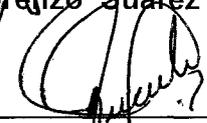
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN PRODUCCIÓN ANIMAL

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

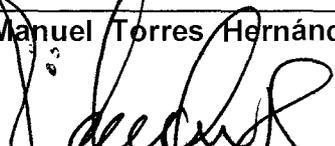
  
M.C. Lorenzo Suárez García

Asesor:

  
Ph.D. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Asesor:

  
M.C. Manuel Torres Hernández

  
Dr. Jerónimo Landeros Flores  
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Septiembre de 2003

14 31

## AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Lorenzo Suárez García por su entera disposición en la coordinación de la presente investigación, además de la confianza y paciencia mostrada, que redundó en una satisfactoria culminación del trabajo.

Al Ph.D. Jesús M. Fuentes Rodríguez, por sus atinadas sugerencias con respecto a la realización de este trabajo, por sus comentarios siempre alentadores.

Al M.C. Manuel Torres Hernández, por sus acertados comentarios siempre en beneficio del presente trabajo, por su disposición en la revisión de la misma.

A mis amigos, Guillermo de J. Salinas C. y familia, Jonisel Velásquez G., Miguel A. Bautista, Cesar A. Reyes y Juan de Dios P., gracias por su amistad, los recordare con cariño.

A Juanita, Coco<sup>†</sup>, Nelly, Laura Marisela, personal del Departamento de Producción Animal, que siempre tuvieron la disposición y amabilidad de apoyarme.

A la señora Laura O. y Carlos, laboratoristas del Departamento de Nutrición y Alimentos, por su apoyo en el análisis proximal del alimento utilizado.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", noble institución donde me forme como profesionalista.

## DEDICATORIAS

### DIOS

Por permitirme vivir, y permitirme así, junto con mi familia disfrutar de este logro.

### MIS PADRES

Con Amor, admiración y respeto. Sr. J. López Martínez y Sra. Paula Domínguez Ramos, a ellos, a quienes les debo todo, quienes con sus consejos me han permitido ser una persona responsable.

### MIS HERMANOS

Con admiración y respeto; Romeo, Julieta, Isidora, Margarita, que como hermanos mayores han sabido ser un verdadero ejemplo para mí, y que con su apoyo y consejos, me han impulsado a obtener este logro.

### AMIGOS

Con Cariño a Paola, Jessica, Denis, Eric, Julissa, Juve, Isaura, Toño, de quienes emocionalmente me hacen fuerte.

A ti Mary, por como has sido conmigo, por tu ejemplo de superación, por tus consejos y por tu comprensión.

## COMPENDIO

**Efecto de la restricción alimenticia sobre el comportamiento productivo de  
pollos de engorda**

**POR**

**SOTERO LÓPEZ DOMÍNGUEZ**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRODUCCIÓN ANIMAL**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO. SEPTIEMBRE 2003.**

**M. C. Lorenzo Suárez García –Asesor-**

**Palabras clave:** Restricción alimenticia, pollos de engorda, fase iniciación-  
finalización, comportamiento productivo, índice económico.

El presente experimento se llevó a cabo con el fin de evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados de cero a ocho semanas de edad, a su vez dividido en dos fases, iniciación (0 a 28 días) y finalización (29 a 56 días) y, sometidos a restricción alimenticia del día 7 a 28 de

edad. En ambas etapas se proporcionó alimento comercial isocalórico e isoproteico. El programa de restricción alimenticia consistió en evitar el acceso al alimento por diferentes tiempos (horas); alimentación *ad libitum* (T1), 6 horas de restricción (T2), 8 horas de restricción (T3) y 10 horas de restricción (T4), las aves del grupo uno se consideraron como testigo. Se evaluó el comportamiento productivo como es consumo de alimento, ganancia de peso, peso vivo, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento en canal, rendimiento en partes seccionadas principales (pechuga, pierna-muslo), rendimiento de partes seccionadas secundarias (rabadilla, alas) y, rendimiento de menudencias (hígado, molleja), costo por alimentación e índice económico); se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento, respectivamente.

El consumo de alimento fue evaluado por fases (fase de iniciación, fase de finalización y, consumo total), en la primera fase fueron 1.078, 0.951, 1.006 y 0.550 kg para el tratamiento uno, dos, tres y cuatro respectivamente, encontrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Para la segunda fase y, consumo total fueron 4.900, 3.605, 4.013, 3.760 y 5.978, 4.556, 5.020, 4.310 kg para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro, respectivamente; en estas dos evaluaciones no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) entre tratamientos.

Las ganancias de peso obtenidas en la primera semana fueron 0.0612, 0.0644, 0.0728 y 0.0495 kg en el tratamiento uno, dos, tres y cuatro, respectivamente, encontrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos; para la segunda semana las ganancias fueron 0.2574, 0.2837, 0.2821 y 0.1926 kg, sin observar diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos; para la tercera

semana fueron 0.2769, 0.2994, 0.2830, 0.1792 kg, mostrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos; para la cuarta semana fueron 0.3299, 0.3699, 0.3676, 0.2625 kg, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos; para la quinta semana fueron 0.5169, 0.5250, 0.5154, 0.3292 kg, encontrando diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos; para la sexta semana fueron 0.5936, 0.7292, 0.7017, 0.5590 kg, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos; para la séptima semana fueron 0.9134, 0.7904, 0.8184, 0.6994 kg, no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos; finalmente para la octava semana las ganancias obtenidas fueron 1.0025, 1.2722, 1.1667 y 0.9584 kg para el tratamiento uno, dos, tres y cuatro respectivamente, no observaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos.

Los pesos vivo obtenidos en la fase de iniciación fueron 0.725, 0.688, 0.680 y 0.456 kg en los tratamientos uno, dos, tres y cuatro, respectivamente, en esta fase, se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. Para la fase de finalización y peso total obtenido fueron 1.272, 1.656, 1.431, 1.346 kg y 1.997, 2.455, 2.111, 1.902 kg para los tratamiento uno, dos, tres y cuatro, respectivamente; no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) entre tratamientos en ambas fases.

La conversión alimenticia obtenida en la fase de iniciación fue 1.497, 1.389, 1.574 y 1.319 kg de alimento por pollo, en la fase de iniciación fue 3.960, 2.216, 3.199 y 3.290 kg de alimento por pollo y, la conversión alimenticia total fue 3.029, 1.963, 2.435 y 2.479 kg de alimento por pollo, para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente. No se observó diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos para las tres evaluaciones. La eficiencia alimenticia obtenida fue 675,

729, 679 y 839 para la fase de iniciación y, 266,463, 362, 365 para la fase de finalización, la eficiencia alimenticia total fue 343, 518, 421 y 446 g/kg para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro, respectivamente. No se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos en las tres evaluaciones.

La mortalidad encontrada en el ciclo productivo y para la parvada fue de 3.33 por ciento, con participación de 1.67 por ciento en el tratamiento tres (restringidos 8 horas) y, 0.833 por ciento en los tratamientos uno y cuatro (libre acceso y 10 horas de restricción respectivamente). Sin participación alguna del grupo que se restringió 6 horas el consumo (tratamiento uno).

Los rendimientos en canal obtenidos y expresados en por ciento fueron lo siguiente: 65.27, 67.52, 66.77 y 66.13 por ciento para el tratamiento uno, dos, tres y cuatro respectivamente. No se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

Los rendimientos en partes seccionadas principales expresados en porcentaje en proporción al peso de la canal fueron: 26.37, 26.69, 27.35, 25.78 por ciento para pechuga y, 30.34, 28.08, 28.21, 29.56 por ciento para pierna-muslo, para los tratamientos uno, dos tres y cuatro, respectivamente; en ambas evaluaciones no se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

Los rendimientos de las partes seccionadas secundarias expresadas en porcentaje en proporción al peso de la canal fueron 10.69, 11.50, 10.82 y 10.25 por ciento para alas, 26.00, 28.24, 28.20 y 28.10 por ciento para rabadilla, para el

tratamiento uno, dos, tres y cuatro, respectivamente. No se observó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos en ambas evaluaciones. Los rendimientos para menudencias considerando hígado-molleja fueron 6.81, 5.50, 5.39 y 6.35 por ciento en los tratamientos uno, dos, tres y cuatro, respectivamente. No se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

Los costos promedio por alimentación fueron 15.827, 12.078, 13.300 y 11.382 pesos por pollo producido en el tratamiento uno, dos, tres y cuatro. Los índices económicos por concepto de alimentación fueron 7.925, 4.919, 6.30 y 5.902 pesos/kg de pollo producido en el tratamiento uno, dos, tres y cuatro, respectivamente. Estos resultados no se evaluaron estadísticamente.

## ABSTRACT

Effect of feeding restriction on the productive performance of broiler

BY

SOTERO LÓPEZ DOMÍNGUEZ

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. SEPTEMBER 2003.

M.C. Lorenzo Suárez García - Adviser -

Key words: feeding restriction, broilers, phase initiation-finalization, productive performance, economic index.

The present research was conducted to evaluate the productive performance of broiler fed from zero to eight weeks of age, in turn divided in two phases, initiation (0-28 days) and finalization (29-56 days), and subjected to feed restriction of 7 at 28 days of age. In both stages a commercial feed was given with the same contribution of protein and energy. The program of feed restriction consisted on restricting the access to feed for different times (hours); feeding ad libitum (T1), 6 hours of restriction (T2), 8 hours of restriction (T3) and 10 hours of

restriction (T4). The birds of the treatment 1 were considered as witnesses. The productive performance evaluated were feed intake, weight gain, alive weight, feed conversion ratio, efficiency of feed utilization, yield in carcass, cost for feeding, and economic index. A completely random design was used with four treatments and three replications.

Feed intakes were evaluated by phases (initiation phase, finalization phase and, total). In the first phase was 1.078, 0.951, 1.006, 0.550 kg for treatments 1, 2, 3 and 4 respectively. Significant differences ( $P < 0.05$ ) among treatments were found. For the second phase, the total feed intakes were 4.900, 3.605, 4.013, 3.760 and, 5.978, 4.556, 5.020, 4.310 kg for treatment 1, 1, 1 and 4, respectively. No significant differences ( $P > 0.01$ ) among treatments in both evaluations were observed.

Weight gains obtained in the first week were 0.0612, 0.0644, 0.0728 and 0.0495 kg for treatment 1, 2, 3 and 4, respectively. Significant differences ( $P < 0.05$ ) among treatments were found. For the second week the gains were 0.2574, 0.2837, 0.2821 and 0.1926 kg, and no significant differences ( $P > 0.05$ ) among treatments were observed. For the third week, the gains were 0.2769, 0.2994, 0.2830, 0.1792 kg, significant differences ( $P < 0.05$ ) among treatments were found. For the fourth week, the gains were 0.3299, 0.3699, 0.3676, 0.2625 kg, and no significant differences ( $P > 0.05$ ) among treatments were observed. For the fifth week the gains were 0.5169, 0.5250, 0.5154 and 0.3292 kg, and significant differences ( $P < 0.05$ ) among treatments were found. For the sixth week, the gains were 0.5936, 0.7292, 0.7017 and 0.5590 kg, and no significant differences ( $P > 0.05$ ) among treatments were observed. For the seventh week the gains were 0.9134, 0.7904, 0.8184 and

0.6994 kg, and no significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments were observed. Finally, for the eighth week, the weight gain obtained were 1.0025, 1.2722, 1.1667 and 0.9584 kg for treatment 1, 2, 3 and 4 respectively, and no significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments were observed.

Weight gains obtained for the initiation phase were 0.725, 0.688, 0.680 and 0.456 kg in the treatments 1, 2, 3 and 4, respectively; in this phase, significant differences ( $P<0.05$ ) among treatments were found. For the finalization phase and total weight they were 1.272, 1.656, 1.431, 1.346 kg and 1.997, 2.455, 2.111, 1.902 kg for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively; no significant differences ( $P>0.01$ ) among treatments for both phases were observed.

The Feeding conversion ratio obtained for the initiation phase were 1.497, 1.389, 1.574 and 1.319. For the finalization phase they was 3.960, 2.216, 3.199, 3.290 and the total feed conversion ratios was 3.029, 1.963, 2.435 and 2.479 kg of fed per bird for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. No significant difference ( $P>0.05$ ) among treatments in the three evaluations were observed. The efficiencies of feed utilization was 675, 729, 679, 839 for the initiation phase and, 266, 463, 362, 365 for finalization phase, for total efficiency of feed they was 343, 518, 421 and 446 g/kg for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. No significant difference ( $P>0.05$ ) among treatments for three evaluations were observed.

Mortality found in the productive cycle and for the flock was 3.33 per cent, with participation of 1.67 per cent in the treatment 3 (restricted 8 hours) and, 0.833 per cent in the treatments 1 and 4 (free access and 10 hours of restriction). Without

any participation of the group that was restricted to 6 hours consumption (treatment 1).

Carcass yields obtained and expressed in percentage were: 65.27, 67.52, 66.77 and 66.13 for the treatment 1, 2, 3 and 4, respectively. No significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments were observed.

The yields of main sections expressed in percentage relative to carcass weight were: 26.37, 26.69, 27.35, 25.78 for breast and, 30.34, 28.08, 28.21, 29.56 for leg-thigh, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. In both evaluations no significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments were observed.

The yields of secondary sections expressed in percentage relative proportion to carcass weight were 10.69, 11.50, 10.82 and 10.25 for wings, 26.00, 28.24, 28.20 and 28.10 per cent for rump, for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. No significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments in both evaluations were observed.

The yields for giblets considering liver-gizzard were 6.81, 5.50, 5.39 and 6.35 per cent for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. No significant differences ( $P>0.05$ ) among treatments were found.

The average costs for feeding were 15.827, 12.078, 13.300 and 11.382 pesos for chickens produced by the treatments 1, 2, 3 and 4. The economic indexes for feeding concept were 7.925, 4.919, 6.30 and 5.902 pesos/kg of chicken produced

by the treatments 1, 2, 3 and 4, respectively. These results were not evaluated statistically.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INDICE DE CUADROS.....	xviii
INDICE DE FIGURAS.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
La avicultura en México.....	3
Consumo de alimento.....	4
Peso vivo.....	5
Conversión alimenticia.....	5
Factores que afectan la conversión alimenticia.....	6
Rendimiento en canal.....	7
Restricción alimenticia.....	7
Restricción cualitativa del alimento.....	8
Dilución proporcional de nutrientes y/o menor densidad de la dieta .....	8
El triptófano como inhibidor de consumo.....	9
Nivel de energía en la dieta.....	10
Restricción cuantitativa del alimento.....	12
Forma física del alimento.....	12
Disminución del tiempo de acceso al alimento.....	12
Restricción alimenticia en pollos de engorda.....	14
Grasa abdominal.....	15
Crecimiento compensatorio.....	15

Síndrome ascítico.....	16
Patología del síndrome ascítico.....	17
Deformación de huesos.....	18
Desventajas aplicables a la restricción alimenticia.....	19
<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>22</b>
Descripción del área de estudio.....	22
Material y método experimental.....	22
Metodología.....	23
Manejo y distribución de los pollos.....	23
Modificación del programa de alimentación.....	24
Etapa de iniciación.....	24
Etapa de finalización.....	26
Análisis estadístico.....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>28</b>
Consumo de alimento .....	28
Ganancia de peso semanal.....	30
Peso vivo por fases.....	33
Conversión alimenticia.....	35
Eficiencia alimenticia.....	37
Mortalidad.....	39
Rendimiento en canal.....	40
Rendimiento en partes seccionadas principales.....	42
Rendimiento de pechuga.....	42

Rendimiento de pierna-muslo.....	43
Rendimiento de partes seccionadas secundarias.....	44
Rendimiento de alas.....	44
Rendimiento de rabadilla.....	45
Rendimiento de menudencias.....	46
Rendimiento de hígado-molleja.....	46
Costo por alimentación.....	47
Índice económico.....	48
CONCLUSIONES.....	51
RESUMEN.....	53
LITERATURA CITADA.....	57
APÉNDICE.....	62

## INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Descripción	Pág.
3.1	Programa de restricción alimenticia en pollos de engorda.....	25
4.1:	Consumo de alimento por ave en fases (kg).....	28
4.2:	Ganancia de peso acumulado por ave por tratamiento.....	31
4.3.	Peso vivo por fases y total (kg).....	33
4.4.	Conversión alimenticia por fases y total.....	36
4.5:	Eficiencia alimenticia por fases y total.....	38
4.6:	Rendimiento en canal y partes seccionadas en pollos de engorda.....	41
4.7:	Costo por alimentación de pollos bajo restricción alimenticia.....	47
4.8:	Índice económico en la producción de pollos de engorda.....	49

## INDICE FIGURAS

Figura No.	Descripción	Pág.
4.1:	Consumo de alimento acumulado por ave.....	29
4.2:	Incremento semanal de peso por ave por tratamiento.....	32
4.3:	Peso vivo acumulado por ave.....	34
4.4:	Conversión alimenticia acumulado por ave.....	36
4.5:	Eficiencia alimenticia acumulado por ave.....	38
4.6:	Rendimiento de la canal y partes seccionadas .....	41
4.7:	Costo por concepto de alimentación.....	48
4.8:	Índice económico por concepto de alimentación.....	49

## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo los genetistas han creado líneas de aves destinada para producción de carne con metabolismo muy acelerado, por lo que se genera el inconveniente y necesidad de satisfacer las demandas de nutrientes que estos animales requieren para un óptimo desempeño; sin embargo, lo anterior repercute en elevados costos de producción (alrededor de 60 a 70 por ciento); por ello es necesario que las aves reciban un alimento adecuadamente balanceado que contenga la cantidad y calidad de macro y micro nutrientes que les permita una óptima respuesta productiva (Alonso, 1992).

Sin duda alguna, la evolución genética en pollos de engorda ha traído consecuencias benéficas a la industria como son mejorar el índice de conversión alimenticia, y reducir el tiempo de finalización de los pollos de engorda, entre otros, sin embargo el metabolismo acelerado trae consigo mayor demanda de nutrientes generado por la necesidad de alimentarlos de manera constante y se refleja en un crecimiento acelerado que posteriormente repercute con problemas de origen metabólico como lo es la ascitis, y problemas de sobrepeso como son defectos o deformidades en el esqueleto o patas (Robinson *et al.*, 1992), además de que al proveerles de alimento a libre acceso, estos se vuelven hasta cierto grado ineficiente, debido a que el desperdicio de alimento por las aves se vuelve un inconveniente (Mc Kay, 1989).

Por lo anterior, quizá el empleo de un método de restricción alimenticia sea una herramienta para eficientar el empleo del alimento, ya que según la cantidad utilizada, repercute finalmente en una buena o mala eficiencia alimenticia y por consiguiente es un indicador de eficiencia productiva en una empresa avícola.

El empleo de programas de restricción alimenticia en pollos de engorda en México generalmente ha sido utilizado para disminuir la incidencia del síndrome ascítico (Arce, 1993). Sin embargo hoy en día la aplicación de restricción alimenticia ha sido estudiada y aplicada para observar el comportamiento de diferentes criterios de selección, como grasa abdominal (Mollison *et al.*, 1984; Arafa *et al.*, 1983), peso corporal compensatorio (Summers *et al.*, 1990), eficiencia alimenticia (Robinson *et al.*, 1992), recientemente se está utilizando para disminuir los problemas locomotores (deformaciones óseas y problemas de patas) así como para el control de enfermedades metabólicas (Arce *et al.*, 1992; Robinson *et al.*, 1992).

Por lo anterior, en el presente estudio se plantea como objetivo evaluar el tiempo óptimo (horas) de restricción al alimento y su efecto en el comportamiento productivo de una línea comercial de pollos de engorda (Ross), empleando un programa de alimentación modificado a dos fases (iniciación y finalización) con dietas isoenergéticas e isoproteicas.

Por lo anterior se plantea la hipótesis que, la severidad de la restricción cuantitativa del alimento (tiempo restringido en el acceso al alimento) en pollos de engorda no afecta las variables productivas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### La avicultura en México

La industria avícola en México es la que ha experimentado el crecimiento más dinámico. La habilidad para controlar muchas de las enfermedades les ha dado a los avicultores la capacidad de producir gran número de aves por caseta. Para pollos, el 26 por ciento de los avicultores tiene más de 50,000 aves, 36.2 por ciento tiene entre 10 000 y 50 000, y 37.3 por ciento tiene entre 2,000 y 10, 000 aves. La producción rural de las gallinas ha disminuido a solamente un 8 por ciento de producción (Sanderson, 1986).

En México, la producción de pollo de engorda, es importante porque coadyuva al suministro de carne para alimentación humana, y de acuerdo sus características, ésta contiene una alta calidad proteica (Potter, 1978).

La producción avícola mexicana aumentó un 35 por ciento durante el decenio de 1980 hasta alcanzar un record de 670,000 toneladas en 1990. La mayor parte de este aumento puede ser atribuido al desarrollo de sistemas de producción integrados, semejantes a los EE.UU. Aun así el aumento de la oferta domestica no ha ido a la par con la demanda, debido en parte al precio tan alto de los alimentos

que los avicultores han tenido que pagar, y las importaciones han aumentado (Rosson *et al.*, 1993).

Actualmente seis de cada diez kilogramos de productos pecuarios que consumen los mexicanos son carne de ave y huevo, existen diversas causas que favorecen el consumo de carne de pollo en nuestro país, entre las principales están; confianza, en la calidad de los productos (frescura), tendencia de consumo hacia carnes con bajo contenido de grasa (Suárez, 2003).

### **Consumo de alimento**

El consumo de alimento en pollos de engorda es diferente entre sexos, presentando mayor consumo los machos que las hembras (NRC, 1994). Esta diferencia se observa también entre líneas genéticas y edad de las aves (Arce, 1992).

En los últimos años la evolución genética en pollos de engordada se ha enfocado especialmente a reducir el consumo, lo que se refleja en mejor conversión alimenticia, lo anterior se debe a que se reduce el tiempo en que las aves se sacan al mercado (González *et al.*, 2000).

La aplicación de restricción alimenticia en pollos de engorda, ha sido estudiada y aplicada para observar el comportamiento productivo, y para reducir la mortalidad por síndrome ascítico, y problemas locomotores y de patas (Arce, 1992). Existen evidencias donde se indica que al aplicar restricción alimenticia, al final del

ciclo productivo el consumo es menor con relación a animales alimentados a libre voluntad (Castellanos y Berger, 1992).

### **Peso vivo**

En este caso se considera el peso corporal en kilogramos y el cambio de este con relación a cierto tiempo. Existen reportes donde se señala que, al aplicar restricción alimenticia en pollos de engorda el peso corporal final se reduce. González *et al.* (2000) indica que al aplicar una restricción del 25 por ciento del consumo normal durante 14 días en la etapa de crecimiento (7-21 días) se reduce hasta un 5.2 por ciento del testigo. Acar *et al.* (1995) obtuvieron retrasos de 145 y 120 g a los 49 días utilizando restricciones de 75 por ciento de energía metabolizable para crecimiento normal por siete días, iniciando al día cuatro o siete de edad, respectivamente. González *et al.* (2000) menciona que la reducción del peso vivo es proporcional a la reducción del consumo de alimento.

### **Conversión alimenticia**

El índice de conversión es una medida de la productividad de un animal y se define como la relación del alimento usado para conseguir un peso final (Lacy y Vest, 2000).

Los pollos de engorda (broilers) convierten el alimento en carne muy efectivamente, índices de conversión de 1.80 a 1.90 son posibles. El pollo de engorde

moderno ha sido científicamente creado para ganar peso de forma sumamente rápida para usar los nutrientes eficientemente (Lacy y Vest, 2000).

Suárez y Rubio (1988) no encontraron diferencias significativas en conversión y eficiencia alimenticia en pollos de engorda criados con restricciones de 20 y 30 por ciento del día 21 al 35 de edad. Nir *et al.* (1996) encontraron que los pollos con restricción alimenticia utilizan en forma más eficiente que pollos con alimentación a libre acceso.

### **Factores que afectan la conversión alimenticia**

Lacy y Vest (2000) señalan que el índice de conversión de un lote de pollos es económicamente muy importante para los productores. Algunos factores importantes que influyen en el consumo y que repercuten en el índice de conversión alimenticia son temperatura en galpones superiores a los 28° C, ventilación deficiente, mala calidad del alimento, mala calidad del agua, animales de desecho o de segunda y las enfermedades.

Arce (1992) señala que la población de animales y la heterogeneidad de la parvada aunado a un espacio reducido o inadecuado, influye negativamente sobre el consumo debido a que los animales de mayor talla dominan sobre los animales chicos, presentando estos últimos, menor consumo de alimento.

## **Rendimiento en canal**

El rendimiento en canal es la proporción del peso vivo del animal que es aprovechado por el consumidor, este parámetro productivo es afectado por factores que influyen en la ganancia de peso (González *et al.*, 2000).

Considerando que la restricción alimenticia reduce el consumo total de alimento, si la restricción alimenticia se aplica de forma severa, también se reduce el peso corporal final, por tanto el rendimiento de la canal también se reduce (Berger, 1991).

Acar *et al.* (1995) al aplicar diferentes regímenes de restricción alimenticia (8 y 10 horas de restricción, libre acceso) encontró que la restricción alimenticia redujo el peso vivo ( $P < 0.01$ ) el cual disminuyó el peso de la canal, su porcentaje y sus partes seccionadas. González *et al.* (2000) al dirigir una investigación donde restringió el consumo 25 por ciento del consumo normal de alimento (libre acceso) encontró que el rendimiento en canal se redujo ( $P < 0.0001$ ).

## **Restricción alimenticia**

La restricción alimenticia consiste en proporcionar menos alimento del consumido *ad libitum*. Las restricciones más utilizadas son la dilución proporcional de nutrientes, la disminución del contenido proteico de la dieta, adición de aditivos que inhiben el apetito y la disminución del tiempo de acceso al alimento principalmente a edades tempranas. Se caracteriza por una menor cantidad de

alimento servido en los comederos, aunque los programas contemplan diferentes variantes como es la edad en que se aplica la restricción (Plavnik y Hurwitz, 1985; López y Arce, 1993).

Los mecanismos de regulación del consumo de alimento han sido definidos desde diferentes puntos de vista: bioquímicos, neurológicos y fisiológicos. Un número importante de hipótesis ha sido generado para explicar la regulación de la ingestión de alimentos, lo cual demuestra la dificultad de establecer una explicación simple del proceso.

### **Restricción cualitativa del alimento**

Existen varias formas para reducir la tasa metabólica del ave (Arce, 1992), la restricción cuantitativa del alimento es una forma de hacerlo.

### **Dilución proporcional de nutrientes y / o /o menor densidad de la dieta**

El concepto que se maneja en estos programas es muy variable, siendo los más comunes los siguientes.

a). Modificación de la curva de crecimiento durante los primeros 21 días de vida, para lo cual se emplean dietas balanceadas pero con una baja densidad nutritiva; en las siguientes fases de alimentación se utilizan dietas de alta concentración, buscando el beneficio del crecimiento compensatorio, (Arce, 1992; Suárez y Rubio, 1998) .

b). Menor densidad nutritiva durante un periodo prolongado: Con este método en ocasiones se confunde el concepto y se utilizan dietas mal balanceadas (llegando a diluir un alimento balanceado con grano) por lo que los efectos adversos (al reducir la concentración de las premezclas de vitaminas, minerales, anticoccidias, etc.) sobre peso corporal y principalmente en la conversión alimenticia pueden ser sumamente costosos, además de las desventajas mencionadas en la modificación de la curva de crecimiento. Estos programas se utilizan sin efectuar una evaluación económica, solamente toman en cuenta el porcentaje de mortalidad. Algunos investigadores señalan que los factores que aceleran el desarrollo corporal del ave, como son la forma física del alimento (presentación granulada del alimento) o la alta densidad nutritiva, favorecen la incidencia del síndrome ascítico, (López y Arce, 1993).

### **El Triptófano como inhibidor de consumo**

De acuerdo a Jansman (2000) el triptófano es un aminoácido esencial para animales monogástricos. Esto significa que la dieta es la única vía para suministrar triptófano a estos animales. El triptófano es necesario para la síntesis y retención de proteína corporal, pero además es un precursor de algunos metabolitos importantes que pueden afectar a la regulación del consumo de alimentos y al comportamiento. Entendiéndose que metabolito es cualquier compuesto producido durante el metabolismo (Church *et al.*, 2002).

Junto a su función como aminoácido esencial en el metabolismo proteico, el triptófano juega un papel como precursor de la serotonina (un neurotransmisor) y de

la hormona melatonina. De esta forma, el triptófano y sus derivados puede tener efecto sobre el consumo de alimento, el tiempo que los animales están despiertos o dormidos, el comportamiento y la percepción del dolor (Kerr y Kidd, 1999; Jansman, 2000).

El transporte del triptófano a través de las membranas celulares (tanto a nivel intestinal como en el cerebro) compite con el transporte de los aminoácidos neutros de alto peso molecular (LNA.), que incluye los aminoácidos ramificados (BCAA: valina, leucina e isoleucina), la fenilalanina y la tirosina. Como resultado, la relación entre LNAA y triptófano en el plasma tiene influencia en la síntesis de serotonina en el hipotálamo. La serotonina (5-hidroxitriptamina; 5-HT) juegan un papel importante en la regulación del consumo de alimento ricos en proteína, reduciendo generalmente la disponibilidad de triptófano para la síntesis de serotonina. Además, se ha encontrado en muchos estudios que dietas deficientes en triptófano resultan en una marcada reducción en el consumo de alimentos. Este efecto no ha sido todavía totalmente clarificado y precisa de investigaciones adicionales antes de que sea considerado desde un punto de vista práctico (Jansman, 2000).

### **Nivel de energía en la dieta**

La manipulación de la densidad energética en la dieta para pollos de engorda ha sido empleada para restringir el consumo de alimento tal como el dirigido por Padrón y Ángulo (2001), donde estudiaron el comportamiento de pollos de engorda bajo restricción alimenticia y la concentración energética (densidad

energética convencional con 3010 kcal vs densidad energética alta con 3250 kcal) y tres sistemas de alimentación (alimentación *ad libitum*, 6 y 10 horas de restricción alimenticia) en la etapa de finalización respectivamente, donde encontraron que las aves sometidas a una concentración de energía alta presentaron menor peso vivo que las aves que consumieron el alimento con energía convencional. Encontraron también que el consumo de alimento se vio afectado por la concentración energética, siendo menor el consumo para las aves con una concentración energética alta en comparación con la dieta convencional, de ahí que se vea reflejado en el peso vivo de los pollos en la etapa final.

En una investigación realizada por Acar *et al.* (1995), donde aplicaron restricciones de 75 por ciento del requerimiento de energía metabolizable de la 3200 kcal recomendados por el NRC (1994) para crecimiento normal durante 7 días en la etapa de crecimiento, observaron crecimiento compensatorio posterior a la restricción cuando ya se le proporcionó la densidad energética adecuada, aunque obtuvo retrasos de 145 y 120 gramos al final del experimento (49 días).

El modificar la velocidad de crecimiento en los primeros días de vida tiene como base considerar el consumo de energía metabolizable en un periodo determinado. Al reducir este consumo, se modula la velocidad de crecimiento y disminuye la carga metabólica. La ventaja de este sistema es que se asegura la implantación de un programa sin tener que depender de los caseteros con los consecuentes errores de manejo del equipo y supervisión de una práctica diaria (López y Arce, 1993).

### **Restricción cuantitativa del alimento**

Este método consiste en restringir el consumo de alimento y puede ser limitando el tiempo de acceso al alimento en forma manual, o a través de formas alternas del fotoperíodo (disminución gradual en el tiempo de iluminación), incluyendo el uso de químicos que suprimen el consumo de alimento, como la adición a las dietas de ácido glicólico (Pinchasov y Jensen 1989), o dosis altas de triptófano en el alimento (Lacy y Vest, 2000).

### **Forma física del alimento**

El uso de alimento en forma de harina es un recurso también usado por los productores para restringir el consumo del mismo. Existen reportes donde señalan que el uso del alimento en forma de harina es una manera de restringir la ingestión de alimento, lo cual trae consecuencias graves y repercute en la poca ganancia de peso y una mala conversión alimenticia del ave (Arce, 1992).

### **Disminución del tiempo de acceso al alimento**

Diferentes estudios se han llevado a cabo con el fin de establecer el método óptimo de restricción alimenticia, lo anterior, basándose en el comportamiento productivo de las aves como rendimiento en canal, deposición de grasa, crecimiento compensatorio, prevalencia de síndrome ascítico, síndrome de la pata débil, etc., (Su *et al.*, 1999).

El fundamento de estos programas está basado en que el animal consuma en menor tiempo la misma cantidad de alimento que si lo tuviera a libre acceso. El número de horas de acceso al alimento varió desde 5 hasta 10 y el inicio del programa ocurre desde el día 5 de edad hasta el 28; en los últimos años se proporciona el alimento a libertad buscando el crecimiento compensatorio, incluso se evaluaron programas de alimentación en días alternos. En la medida que se tiene menor número de horas de acceso al alimento, la mortalidad disminuye lo cual se atribuye a que se reduce la incidencia de ascitis, al igual que el peso corporal, así mismo cuando se inician estos programas a una edad más temprana las aves se adaptan mejor a comer en menor tiempo. Con estas restricciones se observa un marcado beneficio sobre la conversión alimenticia, ya que los animales al no tener acceso al alimento, consumen el que se encuentra presente en la cama, con esto se corre el riesgo de un mayor consumo de cama y con ello de heces, aumentando el riesgo de coccidiosis. Actualmente este es uno de los programas más comúnmente utilizados, siendo difíciles su seguimiento y supervisión, ya que normalmente la bajada del equipo se lleva a cabo cuando entran los empleados y se sube el equipo al finalizar su jornada de trabajo, con lo cual en forma real, el tiempo efectivo se reduce aun más (López y Arce, 1993).

López y Arce (1993) señalan que el acceso al alimento puede restringirse con un programa de iluminación, y trae consigo un retardo en el crecimiento inicial; indican también que un fotoperíodo creciente produce beneficios en la salud del ave, con mínimo o ningún efecto en el peso final o eficiencia en la utilización del alimento.

## Restricción alimenticia en pollos de engorda

El uso de la restricción de alimento en la producción de pollos de engorda ha sido una práctica común usada por varios años. Los productores de pollo de engorda deben tener un adecuado programa de restricción alimenticia para prevenir el sobre consumo y tener así un control del mismo, lo que repercute en una reducción de problemas de origen metabólico (Pinchasov y Jensen, 1989).

En lo que se refieren al pollo de engorda algunos investigadores sugieren que no se deben implementar restricciones de alimento. North (1986) señala que la restricción de alimento es un esfuerzo para mejorar la eficiencia del alimento. En algunos casos las cifras de conversión de alimento han sido menores cuando se reduce el consumo del mismo; esto es obvio, ya que las aves más chicas tienen una mejor conversión, la restricción en el alimento reduce el crecimiento.

En la actualidad se aplican programas de restricción de alimento en pollos de engorda, pero han sido estudiados y aplicados para observar el comportamiento productivo como grasa abdominal (Mollison *et al.*, 1984; Arafa *et al.*, 1983), peso corporal compensatorio (Calvert *et al.*, 1987), eficiencia alimenticia (Robinson *et al.*, 1992), así como para el control de enfermedades metabólicas. Los resultados de estos programas no han sido consistentes en todos los casos, lo que ha originado algunas controversias en la aplicación de los mismos (Arce *et al.* 1992).

## **Grasa abdominal**

Varios estudios indican que la restricción alimenticia permite mejorar la calidad de la canal, en especial porque reduce la grasa abdominal (Cabel y Waldroup, 1990). Sin embargo Yu *et al.* (1990) encontraron que pollos restringidos a diferentes tiempos (8 horas, 10 horas y libre acceso) incrementaron su contenido de grasa corporal durante la primera semana de recuperación en aquellos donde se les aplicó restricción. Rosebrough *et al.*, (1986) demostraron que la actividad de las enzimas lipogénicas se reduce durante el periodo de restricción alimenticia, alcanzan un máximo durante la primera semana de recuperación y declina gradualmente en las siguientes semanas, hasta alcanzar el mismo nivel de los pollos no restringidos.

González *et al.* (2000) al evaluar el efecto de restringir 25 por ciento del consumo normal y donde los pollos se sacrificaron a diferentes edades encontraron que la restricción redujo la grasa abdominal al día 20 y 48 pero no al día 34; lo que indica que la lipogénesis debió ser estimulada al suspenderse la restricción, aunque con efecto temporal.

## **Crecimiento compensatorio**

Aunque el método de "restricción alimenticia" es importante en avicultura al reducir problemas de origen metabólico, la severidad (tiempo de restricción) de su aplicación también reduce el peso al mercado de los pollos y puede restringir las ganancias económicas (González *et al.*, 2000). Una opción para contrarrestar estos

efectos es inducir un crecimiento compensatorio (Zubair y Leeson, 1996), el cual depende de la duración, severidad, tipo y edad en que se aplica la restricción alimenticia, así como de la duración del periodo de recuperación, sexo y estirpe (línea) utilizada (Yu y Robinson, 1992). De acuerdo a Summers *et al.* (1990) y Leeson *et al.* (1991), la mejor respuesta en ganancia compensatoria se observa al aplicar una restricción de 6 a 12 días entre la primera y tercera semana de edad, aunque indican que este efecto no es consistente.

### **Síndrome ascítico**

Los productores dedicados a la explotación del pollo de engorda, ven con inquietud que la alta mortalidad y decomiso debido a enfermedades fisiológicas como el síndrome ascítico, síndrome de la muerte súbita y debilidad en patas ha aumentado con el desarrollo genético en aves enfocado a mejorar el índice de conversión alimenticia. La metodología en restricción alimenticia que se ha empleado en los últimos años, ha ido de la mano con la intensidad con que se ha venido presentando el fenómeno de síndrome ascítico. Las pérdidas económicas considerables, han creado la necesidad de algunos productores de buscar alternativas que den solución temporal al problema del síndrome ascítico. Se sabe del papel importante que juega la sobrealimentación en la presencia de esta anomalía, aunque también se sabe que intervienen factores como la genética, calidad del aire, concentración de CO<sup>2</sup>, entre otros, en el desarrollo del mismo (Arce *et al.*, 1992). En México, a partir de 1979 este síndrome parece cobrar una marcada importancia debido al incremento notable en la mortalidad en las granjas comerciales. Dependiendo del lugar y de la época del año, la mortalidad puede

variar de 1 a 12 por ciento, aunque en ocasiones puede llegar a ser mayor, según información de productores y de trabajos publicados (Pró y Manjarrez, 1989).

La información publicada, en relación con la frecuencia de este fenómeno durante el ciclo productivo del pollo de engorda es escasa. Algunos resultados de trabajos de investigación realizados bajo condiciones comerciales han indicado que la mayor mortalidad por síndrome ascítico ocurre entre los 42 y 49 días de edad, aun cuando se tienen numerosas evidencias que indican que se puede presentar antes de los 7 días de edad (Pró y Manjarrez, 1989).

### **Patología del síndrome ascítico**

El síndrome ascítico (SA), en pollos de engorda, se caracteriza por una acumulación de líquido en la cavidad abdominal y/o en el corazón (hidropericardio). El desarrollo del síndrome ascítico puede originarse mediante el mecanismo de la hipoxia y la descompensación metabólica entre el desarrollo de los sistemas músculo esquelético y cardio-pulmonar (Ocampo *et al.*, 1998). Muchos órganos esenciales importantes como el corazón y los pulmones, tienen desarrollo anormal (Mc Kay, 1989; Arce, 1992), lo que predispone a cualquier problema incluyendo al síndrome ascítico. Cualquier factor que predisponga a las aves a una hipoxia puede desarrollar el síndrome ascítico.

La disminución significativa del síndrome ascítico, tiene como fundamento en que al emplear restricción alimenticia a edades tempranas, se disminuye el peso corporal del ave en esa etapa de la vida productiva, lo que disminuye el ritmo

metabólico del mismo y con ello las necesidades de oxigenación, evitando en cierta forma la predisposición a una hipoxia, la cual ha sido asociada a la presentación del síndrome ascítico (Arce, 1992).

### **Deformación de huesos**

Se han realizado investigaciones sobre algunas alteraciones del esqueleto que pueden reducirse con la restricción del alimento. Lo que aun no está claro a que edad, que nivel y cual debe ser la duración de la restricción para reducir la debilidad de patas (Su *et al.*, 1999).

Reportes como los emitidos por Su *et al.* (1999) señalan que la debilidad de las patas constituye un verdadero problema en los pollos de engorda de crecimiento acelerado, porque perjudica el bienestar de los animales y produce pérdidas económicas. Para evaluar los índices de debilidad en las patas, los expertos lo determinan por su modo de caminar dándole puntuaciones de 0 (pollos normales) y hasta 5 (cuando el pollo no puede andar en absoluto) y, la discondroplasia tibial que se miden de acuerdo a los métodos existentes, con el empleo de rayos X. Investigadores como Julian (1998) señalan que la restricción alimenticia a edades tempranas tiene efecto positivo al reducir la prevalencia de la debilidad de las patas, y este efecto positivo es, en su mayor parte, independiente de los cambios en el peso corporal.

### **Desventajas aplicables a la restricción alimenticia**

Cuando las aves se les somete a un programa de restricción alimenticia con una inadecuada metodología, repercute en problemas como retrasos en el crecimiento, ya que no se recupera con el fenómeno de crecimiento compensatorio, lo que se refleja en variables productivas como una pobre conversión alimenticia y bajo rendimiento de la canal. Lo anteriores, son situaciones frecuentes cuando se aplica una restricción alimenticia severa, es decir, por tiempo prolongado, que van a dar lugar a un estrés de tipo nutricional. Lo anterior, deriva en una deficiencia nutricional lo que genera problemas de raquitismo, encéfalomalacia, deficiencias en el emplumado o alteraciones locomotoras; aunque la incidencia en principio ha de ser mínima y dependiendo de la intensidad de la restricción serán las repercusiones (Arce, 1992).

Martínez y Pizarro (2002) señalan que las aves sometidas a restricción, por un lado son individuos inmunodeprimidos, ya que su fisiología o comportamiento normal están alterados; por lo que serán fáciles víctimas de infecciones por los microorganismos ambientales propios de toda explotación avícola, donde no se guarden las medidas profilácticas adecuadas (normas básicas de bioseguridad), tales como infecciones provocados por virus como lo es la enfermedad de Marek, Reovirus, virus de la enfermedad de Gumboro, *E. coli*, pasteurellas, coccidia, etc. Por otro lado, serán animales con un retraso del crecimiento, que incidirán negativamente en la "uniformidad del lote"; lo cual puede tener graves consecuencias en lotes de reproductoras, ya que serán aves con retraso en alcanzar la madurez sexual, que darán lugar a un estrés de tipo social; serán animales

victimias de agresiones, los machos retrasados no establecerán dominancia sobre las hembras, lo que dará lugar a un descenso de la fertilidad de los huevos del lote; todos estos problemas se agravan cuando la contaminación microbiana ambiental es elevada, por ejemplo por camas muy húmedas. En estos casos son frecuentes las cojeras con tenosinovitis por estafilococos y la aparición de pollos que caminan sobre los tarsos.

Son muchas las situaciones de estrés debido a problemas de manejo, un inadecuado programa de alimentación se incluye en este rubro. En casi todas ellas, pueden aparecer con mayor o menor incidencia, cuadros de deficiencia nutricional o infecciones secundarias u oportunistas; estos hechos pueden aun complicarse, ya que en gran número de casos va aparecer una inmunosupresión, que a su vez facilita la proliferación de infecciones. Existen procesos infecciosos que pueden determinar deficiencias nutricionales, como son algunos cuadros de síndrome de mala absorción por reovirus o parasitaciones leves. Con todo ello, no siempre una deficiencia nutricional está determinada por el consumo restringido del alimento o por estar mal formulado o contaminado, sino que se puede derivar de problemas de los animales para comer, o un manejo o administración inadecuada del alimento, lo anterior, en caso de emplear programas de restricción alimenticia y más aun, si estos son severos (Martínez y Pizarro, 2002).

Existen reportes como los emitidos por Arce (1992) donde indican que en los programas de restricción alimenticia aplicados a edades tempranas por tiempos prolongados (superior a 10 horas diarias) se presenta una baja mortalidad, pero también en la ganancia de peso; señala que el crecimiento compensatorio no es

suficiente para obtener al final del ciclo un adecuado peso corporal, además de que se deprime la conversión alimenticia, así como el riesgo latente de picoteo o laceraciones por la falta de alimento; señala también que, es frecuente que las parvadas se vean disparejas y en ocasiones se presenten problemas de coccidia; siendo sumamente difícil calcular el consumo diario, existiendo la posibilidad de graves errores tanto de exceso como en deficiencia.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Descripción del área de estudio**

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a una altitud de 1776 msnm, 25° 21' 00" latitud norte y 101° 02' 00" longitud oeste (García, 1987).

El clima predominante en esta región es BS<sub>0</sub>kx' (w) (e), definido como el clima más seco de los secos, extremoso; con presencia de verano cálido y con temperatura medias anuales entre 12 y 18 °C con periodo de lluvias entre verano e invierno y con porcentaje de lluvias invernales menor al 18 por ciento del total, con oscilación entre 7 y 14°C, (García, 1987).

La duración del trabajo contempló 8 semanas es decir 56 días que comprendió del 18 de abril al 31 de junio del 2002.

### **Material y método experimental**

Se utilizaron 120 pollos sin sexar de una línea comercial. Los animales se introdujeron de un día de edad y se vacunaron contra enfermedades expuestas de acuerdo a la región y a la edad del pollo, que es contra Marek y contra Newcastle

vía ocular, lo anterior, al recibirlos. Los pollos se pesaron iniciando la evaluación, es decir, tan pronto como se recibieron en las instalaciones definitivas. El local donde se ubicaron fueron corraletas previamente diseñadas para alojar el número de aves recomendables. Para la cama se empleó heno de alfalfa con 10 cm de espesor, con un bebedero manual y un comedero tipo tubular para cada localidad. En cada localidad donde se alojaron los pollos se dispuso de un foco de 150 wats que además de iluminar hacía la función de calentador en aquellas ocasiones en que descendió la temperatura.

Se apoyó con un higrómetro y un termómetro para llevar un registro tanto de temperatura como de humedad relativa en el interior de la caseta. De la misma manera se contó con ventiladores que hicieron la función de extractores, esto para aminorar la concentración de CO<sub>2</sub> en el interior de la caseta y además para mantener la temperatura dentro de los rangos recomendados de acuerdo a la edad del ave.

Se utilizó alimento comercial isoproteico e isoenergético cuidando que éste, aportara las fracciones nutritivas que requieren las aves para cada etapa.

## **Metodología**

### **Manejo y distribución de los pollos**

Al recibir los pollos se dividieron en cuatro grupos que fueron los tratamientos, a su vez estos se subdividieron en tres grupos (repeticiones) de 10

pollos por cada repetición siendo un total de 30 pollos por tratamiento, ocupando por lo tanto 12 corraletas con medidas de 1.50 m<sup>2</sup>. Los animales se sometieron a un periodo de adaptación por 5 días, proporcionándoles en esta etapa agua con electrolitos y alimento a libre acceso.

### **Modificación del programa de alimentación**

De acuerdo a recomendaciones que hace el NRC (1994), el programa de alimentación para pollos de engorde debe ser en tres fases considerando la edad de las aves y sus requerimientos nutricionales que deberá ser iniciación, desarrollo y finalización.

En este trabajo dicha recomendación se modificó a dos fases de alimentación, es decir en iniciación y finalización, cuidando que el aporte de nutrientes fuera el adecuado.

### **Etapa de iniciación**

Esta etapa comprendió de 0 a 4 semanas de edad, es decir del día 1 al día 28, en esta fase se aplicó el programa de restricción alimenticia e inició a partir del día 7 al día 28 de la etapa productiva.

El criterio de iniciar el programa de restricción alimenticia a partir del día siete fue porque los primeros días se consideraron como periodo de adaptación para el ave.

En esta etapa a los pollos se les proporcionó alimento iniciador aportando 21 por ciento de PC y 3200 kcal de EM/kg de alimento; se realizó un análisis bromatológico tanto para el alimento iniciador como el de finalización para corroborar su contenido de fracciones nutritivas, lo anterior con apoyo del laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad.

Para aminorar el estrés en los pollos se les proporcionó electrolitos en el agua en los primeros siete días de vida. El programa de alimentación contempló llevar a cabo restricción en horas de acceso al alimento (cuantitativo) el cual se especifica en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1: Programa de restricción alimenticia en pollos de engorda.

Tratamiento	Tiempo de acceso al alimento	Tiempo restringido
T1	<i>Ad libitum</i>	<i>Ad libitum</i>
T2	18 horas	6 horas
T3	16 horas	8 horas
T4	14 horas	10 horas

Al tratamiento testigo (T1) se le ofreció el alimento a libre acceso mientras que a los tratamientos dos, tres y cuatro se les proporcionó el alimento a las 11:00 PM y se les retiró a las 5:00 PM al T1, a las 3:00 PM al el T2 y a la 1:00 PM para el T3.

El programa de alimentación se modificó a partir del día 26, es decir se prolongó el tiempo de acceso al alimento, aumentado 2 horas al T1, 4 horas al T2 y

6 horas para el T3, lo anterior para adaptarlos al cambio que correspondió para la fase de finalización y que inició a partir del día 29, por lo que se mezcló el alimento iniciador y el de finalización, y es así como se les proporcionó en esos dos días de transición.

### **Etapas de finalización**

La segunda etapa, como ya se indicó, comprendió a partir del día 29 y concluyó el día 56, en esta fase se ofreció el alimento a libre acceso pretendiendo obtener con ello el aumento compensatorio que se espera se manifieste después de la fase de restricción alimenticia. El alimento comercial proporcionado aportó 18 por ciento de PC y 3200 kcal de EM/kg de alimento.

Se registró el consumo para cada grupo y así poder evaluar los parámetros productivos como son conversión alimenticia y eficiencia alimenticia para cada uno de los tratamientos. Se pesaron los pollos semanalmente hasta el final de la evaluación (antes del sacrificio) para tener un indicador de ganancia diaria de peso, conversión y eficiencia alimenticia.

Al finalizar la etapa de engorda, se realizó la evaluación de la canal, que consistió en sacrificar a los animales, escaldado y destazado. Se utilizaron tres pollos por repetición, con un total de 9 pollos por tratamiento. Se pesaron los pollos antes del sacrificio, posterior a la matanza (canal caliente), el pesaje se hizo en forma individual para sacar el promedio por repetición y evaluar por tratamiento. El rendimiento de la canal se obtuvo en base al peso vivo.

## Análisis estadístico

Para el análisis de las variables productivas se utilizó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. En el análisis estadístico las comparaciones de medias se realizaron por el método de Tukey con  $P < 0.05$ . El modelo estadístico utilizado según Steel y Torrie (1988) fue:

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \epsilon_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ (tratamientos)}$$

$$j = 1, 2, 3, r \text{ (repeticiones)}$$

Donde  $i$  fueron, 1, 2, 3, 4 tratamientos y,  $j$  fue 1, 2, 3, repeticiones. Los porcentajes se analizaron con datos transformados a arco-seno (Steel y Torrie, 1988). El peso de la canal, partes seccionadas principales, seccionadas secundarias y menudencias, se estimaron las medias de cada tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo y planteamiento de este experimento los resultados de las variables productivas evaluadas se exponen a continuación.

### Consumo de alimento (CA)

El consumo de alimento se evaluó por fases (uno, dos y, total); según se muestra en el Cuadro 4.1, estadísticamente se encontró que hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) en la fase uno, y no así en la fase dos y el consumo total ( $P > 0.05$ ), respectivamente. Como se aprecia en la Figura 4.1, el tratamiento cuatro fue donde se presentó un menor consumo en las tres evaluaciones (iniciación, finalización y, consumo total), con valores de 0.550, 3.760, 4.310 kg, respectivamente.

Cuadro 4.1: Consumo de alimento por ave en fases (kg).

TRATAMIENTO	FASE EN DIAS		
	FASE 1 (0-28)	FASE 2 (29-56)	TOTAL
1	1.078 <sup>a</sup>	4.900 <sup>a</sup>	5.978 <sup>a</sup>
2	0.951 <sup>a</sup>	3.605 <sup>a</sup>	4.556 <sup>a</sup>
3	1.006 <sup>a</sup>	4.013 <sup>a</sup>	5.020 <sup>a</sup>
4	0.550 <sup>b</sup>	3.760 <sup>a</sup>	4.310 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Literales diferentes entre tratamientos muestran diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). Las diferencias se muestran en columna.

El reducido CA en el tratamiento cuatro se atribuye a que fue donde se restringió por mas tiempo el acceso al mismo (10 horas de restricción). Esta diferencia se observa tanto en el periodo de crecimiento (fase uno) como en la fase dos. También se aprecia que la mayor proporción de consumo en aquellos grupos restringidos se presentó en la segunda fase donde se asume que posterior a la etapa de restricción los pollos aumentaron su consumo, esto es que en la fase dos se presentó 81.96, 79.12, 79.94 y 87.23 por ciento del consumo total para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente. Los resultados obtenidos en este experimento son similares a los reportados por Palo *et al.* (1995) quien evaluó el efecto de la restricción de nutrientes y densidad energética durante 7 días en la etapa de crecimiento (7 a 14 días) en pollos de engorda y finalizados a los 48 días de edad donde obtuvieron 5.208 kg vs. 4.561 kg para los pollos restringidos y el grupo control sin observar diferencia estadística ( $P>0.01$ ).

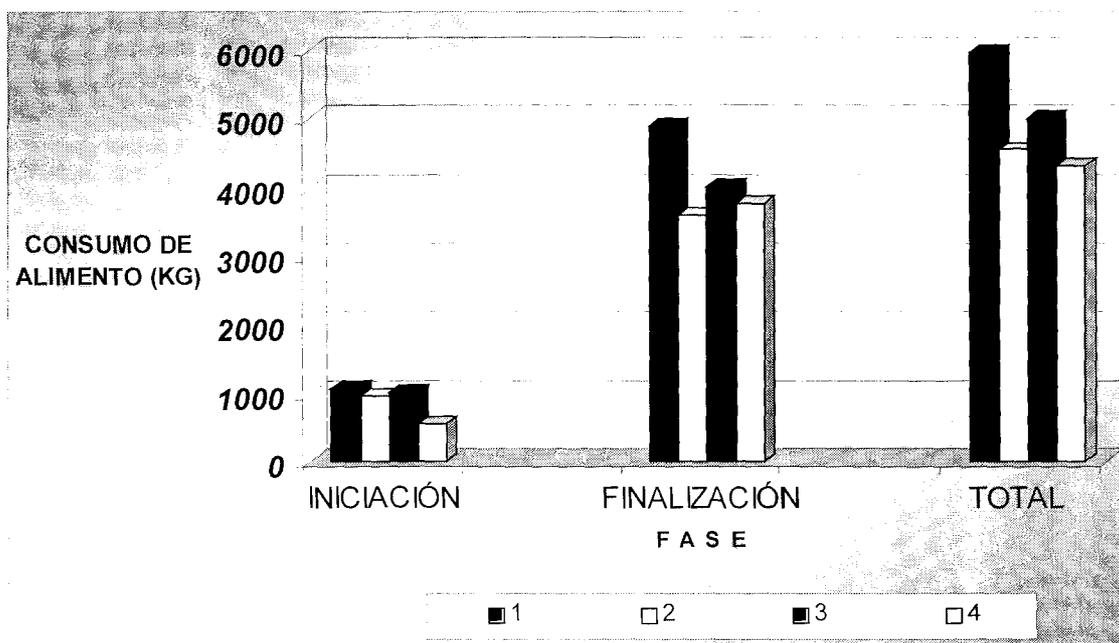


Figura 4.1: Consumo de alimento acumulado por ave.

Los resultados obtenidos en este experimento presentan una tendencia similar al reportado por Suárez y Rubio (1988), quienes aplicaron restricciones de 20 y 30 por ciento del día 21 al 35 de edad, donde encontraron que el consumo de alimento en el periodo posterior inmediato a la restricción hasta 56 días, aumentó significativamente ( $P < 0.05$ ). De igual manera González *et al.* (2000) al aplicar una restricción alimenticia de 25 por ciento del consumo normal diario durante 14 días en la etapa de crecimiento, encontraron que al final de la primera etapa las aves redujeron un 25 por ciento su consumo. Al final del experimento, la diferencia de consumo solo fue de 5.9 por ciento menor que aquellos alimentados a libre acceso.

#### **Ganancia de peso semanal (GPS)**

Se analizó el peso inicial de las aves y no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) lo que indica que no afectó la ganancia de peso posteriores. El incremento semanal de peso por ave en cada uno de los tratamientos se indica en el Cuadro 4.2; en la semana uno, tres y cinco se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos, no así para la semana dos, cuatro, seis, siete y ocho. También en la Figura 4.2, se muestra que el menor incremento semanal de peso en toda la fase experimental se presentó en las aves del tratamiento cuatro (0.0495, 0.1926, 0.1792, 0.2625, 0.3292, 0.5590, 0.6994, 0.9584 en la semana uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete y ocho respectivamente) el cual se les restringió por mas tiempo el consumo, lo que podría ser la causa, por la incapacidad de estos de recuperar el peso aunque se halla presentado crecimiento compensatorio.

Cuadro 4.2: Ganancia de peso acumulado por ave por tratamiento.

TRATAMIENTO	PESO POR SEMANA, KG							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0.0612 <sup>a</sup>	0.2574 <sup>a</sup>	0.2769 <sup>a</sup>	0.3299 <sup>a</sup>	0.5169 <sup>a</sup>	0.5936 <sup>a</sup>	0.9134 <sup>a</sup>	1.0025 <sup>a</sup>
2	0.0644 <sup>ab</sup>	0.2837 <sup>a</sup>	0.2994 <sup>a</sup>	0.3699 <sup>a</sup>	0.5250 <sup>a</sup>	0.7292 <sup>a</sup>	0.7904 <sup>a</sup>	1.2722 <sup>a</sup>
3	0.0728 <sup>ab</sup>	0.2821 <sup>a</sup>	0.2830 <sup>a</sup>	0.3676 <sup>a</sup>	0.5154 <sup>a</sup>	0.7017 <sup>a</sup>	0.8184 <sup>a</sup>	1.1667 <sup>a</sup>
4	0.0495 <sup>b</sup>	0.1926 <sup>a</sup>	0.1792 <sup>b</sup>	0.2625 <sup>a</sup>	0.3292 <sup>b</sup>	0.5590 <sup>a</sup>	0.6994 <sup>a</sup>	0.9584 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Literales diferentes entre tratamientos muestran diferencia estadística ( $P \leq 0.05$ ).  
Las diferencias entre tratamientos se muestran en columna.

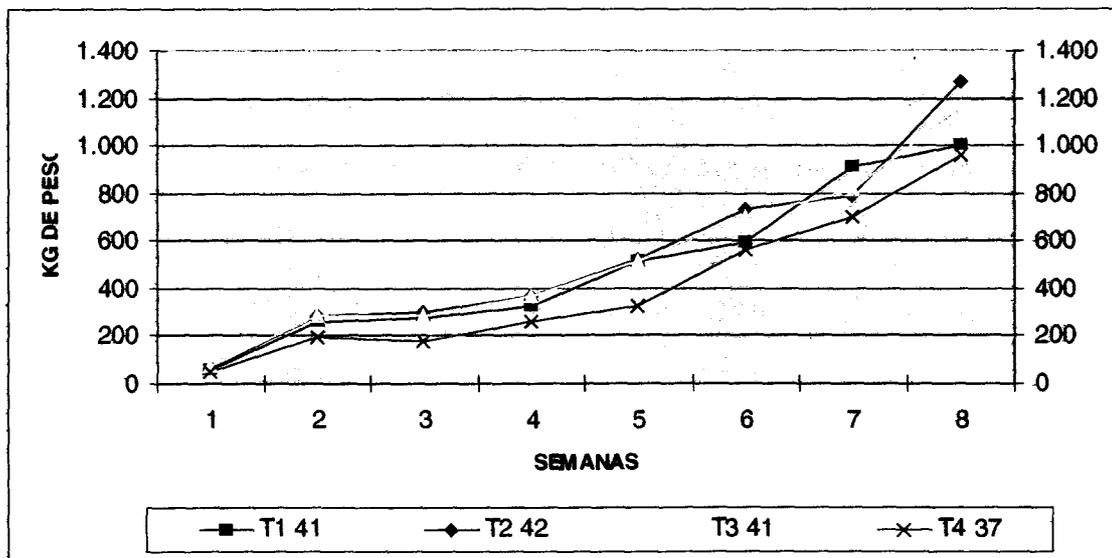


Figura 4.2: Incremento semanal de peso por ave por tratamiento.

En la Figura anterior se observa que a partir de la quinta semana la ganancia de peso es proporcionalmente mayor a la observada en la fase uno en aquellos grupos donde se aplicó restricción alimenticia.

González *et al.* (2000) señalan que, si los pollos con restricción alimenticia no logran aumentar su consumo de alimento posterior al periodo de restricción, la única forma de manifestar crecimiento compensatorio es mediante una mejoría en la conversión alimenticia. Del igual manera, Zubair y Leeson (1994a) reportan que los pollos restringidos manifestaron crecimiento compensatorio y alcanzaron el peso de los pollos no restringidos a los 56 días de edad. Por otro lado, Berger (1991) y Castellanos Berger (1992) encontraron que una restricción permanente de 8 horas diarias de consumo puede ocasiona un retraso cercano a 200 g al día 56 de edad

( $P < 0.01$ ). López y Arce (1993), al evaluar las repercusiones económicas en la aplicación de programas de restricción alimenticia (libre acceso, 6, 8, 10 y 12 horas de restricción) como paliativos para el control del síndrome ascítico y encontraron que la restricción afectó la tasa inicial de crecimiento ( $P < 0.001$ ) presentando crecimiento compensatorio, siendo mayor en los restringidos a 9 horas diarias y la de machos que la de hembras.

### Peso vivo por fases

El peso vivo (PV) fue calculado por fases y total como se aprecia en el Cuadro 4.3; en la fase uno se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre los valores del tratamiento uno, dos, tres vs resultados del tratamiento cuatro; no así para la fase dos y peso final ( $P > 0.05$ ). Al finalizar el periodo experimental según los resultados, el tratamiento dos fue donde se registró ligeramente mayor peso (2.455 kg), que el uno (1.997 kg), que el tres (2.111 kg) y que el cuatro (1.902 kg).

Cuadro 4.3. Peso vivo por fases y total (kg).

TRATAMIENTO	FASE EN DIAS		
	FASE 1 (0-28)	FASE 2 (29-56)	TOTAL
1	0.725 <sup>a</sup>	1.272 <sup>a</sup>	1.997 <sup>a</sup>
2	0.688 <sup>a</sup>	1.656 <sup>a</sup>	2.455 <sup>a</sup>
3	0.680 <sup>a</sup>	1.431 <sup>a</sup>	1.431 <sup>a</sup>
4	0.456 <sup>b</sup>	1.346 <sup>a</sup>	1.902 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Literales diferentes entre tratamientos muestran diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).  
Las diferencias se muestran en columna.

En la Figura 4.3 se muestra también que el peso registrado en el periodo posterior a la restricción (fase dos) es relativamente mayor a la obtenida en la fase uno en aquellos donde se aplicó restricción alimenticia, esto es un incremento de 63.69, 67.45, 67.78 y 70.76 por ciento del peso final en las aves del tratamiento uno, dos, tres y cuatro respectivamente. Este comportamiento se debe a que al proporcionarles alimento a libre acceso en aquellos pollos restringidos se presentó el fenómeno de crecimiento compensatorio.

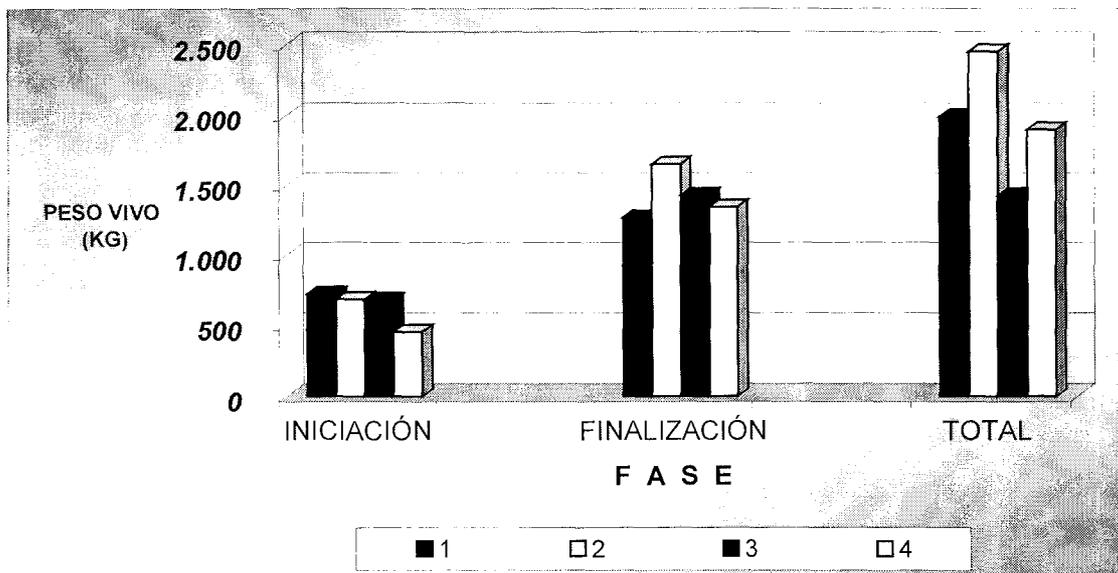


Figura 4.3: Peso vivo acumulado por ave.

El menor valor de peso vivo obtenido en el tratamiento cuatro se atribuye a que los pollos de este grupo fueron los que se les restringió el consumo por mas tiempo (10 horas). Los resultados obtenidos en este experimento son menores a los reportados por Palo *et al.* (1995) donde evaluó el efecto de la restricción de nutrientes y densidad energética durante 7 días en la etapa de crecimiento (7 a 14 d) en pollos engorda y finalizados a los 48 días de edad siendo sus valores 2.666 kg

para el grupo de aves restringidos vs. 2.930 kg para el grupo control, mostrando diferencia significativa ( $P < 0.05$ ). De acuerdo a González *et al.*, (2000), el retraso del crecimiento es proporcional a la reducción del consumo de alimento. Por otro lado, una tendencia similar a los resultados obtenidos en este trabajo reporta González *et al.*, (2000) donde evaluó el efecto de restringir 25 por ciento del consumo normal del día 7 al 21 de edad, y posterior a esta fase encontró una diferencia de 117 g en peso corporal entre los pollos restringidos y el grupo sin restricción, sin mostrar diferencia estadística ( $P > 0.05$ ). Arce (1992) al evaluar el efecto de restringir cinco horas diarias el consumo durante 14 días en la etapa de crecimiento no encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) en peso vivo al final del experimento entre los restringidos y los pollos alimentados a libre acceso (2241 vs. 2024 g).

### **Conversión alimenticia**

Del mismo modo, esta variable productiva se evaluó por fases y total, en ninguna fase se encontró diferencia estadística entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) como se muestra en el Cuadro 4.4, aunque al final del periodo experimental numéricamente es perceptible una mejor conversión alimenticia en las aves del tratamiento dos con respecto al tratamiento uno, tres y cuatro (1.963 vs. 3.029, 2.435, 2.479 respectivamente). Como se observa en la Figura 4.4, la ligera ventaja que muestran las aves que se les aplicó 6, 8 y 10 horas de restricción, se atribuye a la menor proporción de consumo que presentaron estas aves y al incremento de peso inmediatamente después del periodo de restricción con relación a aquellos alimentados a libre voluntad, si se considera que conversión alimenticia es *consumo: peso*.

Cuadro 4.4. Conversión alimenticia por fases y total

TRATAMIENTO	FASE EN DIAS		
	FASE 1 (0-28)	FASE 2 (29-56)	TOTAL
1	1.497 <sup>a</sup>	3.960 <sup>a</sup>	3.029 <sup>a</sup>
2	1.389 <sup>a</sup>	2.216 <sup>a</sup>	1.963 <sup>a</sup>
3	1.574 <sup>a</sup>	3.199 <sup>a</sup>	3.199 <sup>a</sup>
4	1.319 <sup>a</sup>	3.290 <sup>a</sup>	2.479 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Literales diferentes entre tratamientos muestran diferencia estadística ( $P < 0.05$ ).  
Las diferencias entre tratamientos es en columna.

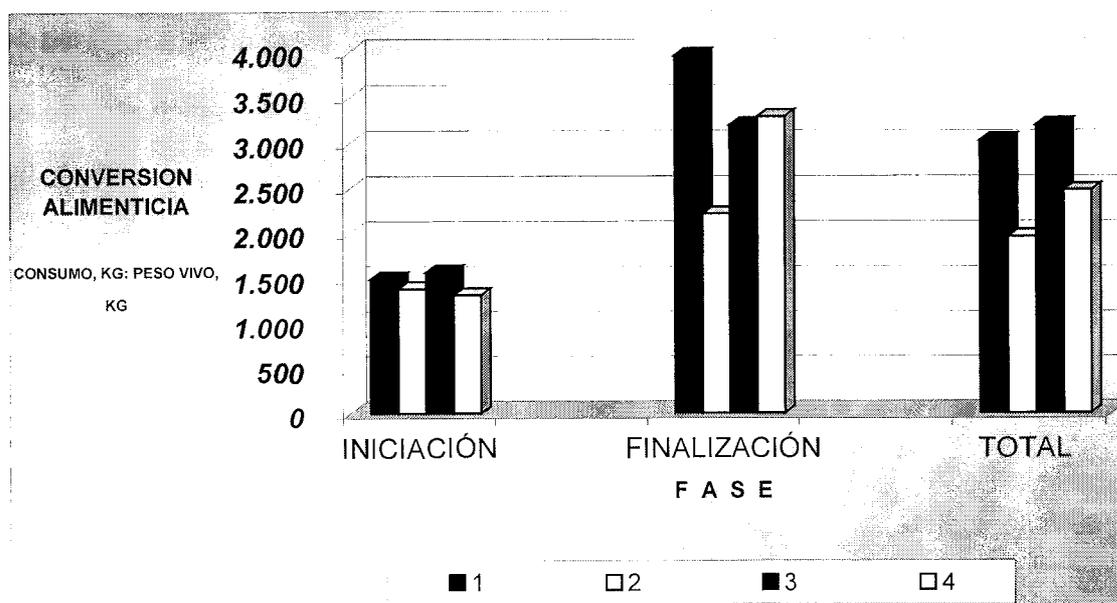


Figura 4.4: Conversión alimenticia acumulado por ave.

Los valores obtenidos difieren de los encontrados por González *et al.* (2000), donde reportan índices de conversión de 1.56 vs. 1.566 en los grupos alimentados a libre acceso y los restringidos 25 por ciento del consumo normal durante 14 días y finalizados a los 21 días; 1.930 vs. 1.870 finalizados a los 35 días; 2.305 vs. 2.266

finalizados a los 49 días; estos últimos valores son los que se aproximan a los encontrados en el presente trabajo debido posiblemente a la edad de las aves al concluir la evaluación que fueron 6 días menos que en este experimento. Si bien es cierto que reportan valores marcadamente inferiores es debido a que cuando realizaron la evaluación fue a edades muy tempranas. Sin embargo, los resultados obtenidos presentan una tendencia similar al reportado por Suárez y Rubio (1988) donde aplicaron restricción del consumo de alimento en un 20 y 30 por ciento diario durante 14 días en etapa intermedia (21 a 35 d), al evaluar conversión alimenticia, no encontraron diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre las aves restringidas y las alimentadas a libre acceso. De igual manera, investigadores como Shlosberg *et al.* (1991); Arce *et al.*, (1992); Nir *et al.* (1996) encontraron que los pollos con restricción alimenticia a edades tempranas no mostraron diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) con respecto a esta variable productiva, aunque coinciden en que la severidad y la edad de aplicación de los programas de restricción influyen en las variaciones que puedan existir.

### **Eficiencia alimenticia**

Como se muestra en el Cuadro 4.5, la eficiencia alimenticia al igual que las otras variables productivas, se evaluó por fases y total; no se encontró diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos en ninguna de las fases evaluadas. Sin embargo en la Figura 4.5, se puede observar que las aves del tratamiento dos, muestran un valor ligeramente más aceptable, es decir que aprovecharon mejor el alimento, requiriendo menor cantidad por kg de peso logrado que el tratamiento uno, tres y cuatro (0.518 vs. 0.343, 0.421, 0.446).

Cuadro 4.5: Eficiencia alimenticia por fases y total.

TRATAMIENTO	FASE EN DIAS		
	FASE 1 (0-28)	FASE 2 (29-56)	TOTAL
1	0.675 <sup>a</sup>	0.266 <sup>a</sup>	0.343 <sup>a</sup>
2	0.729 <sup>a</sup>	0.463 <sup>a</sup>	0.518 <sup>a</sup>
3	0.679 <sup>a</sup>	0.362 <sup>a</sup>	0.421 <sup>a</sup>
4	0.839 <sup>a</sup>	0.365 <sup>a</sup>	0.446 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Literales iguales entre tratamientos indican que no hubo diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). Las diferencias entre tratamientos es en columna.

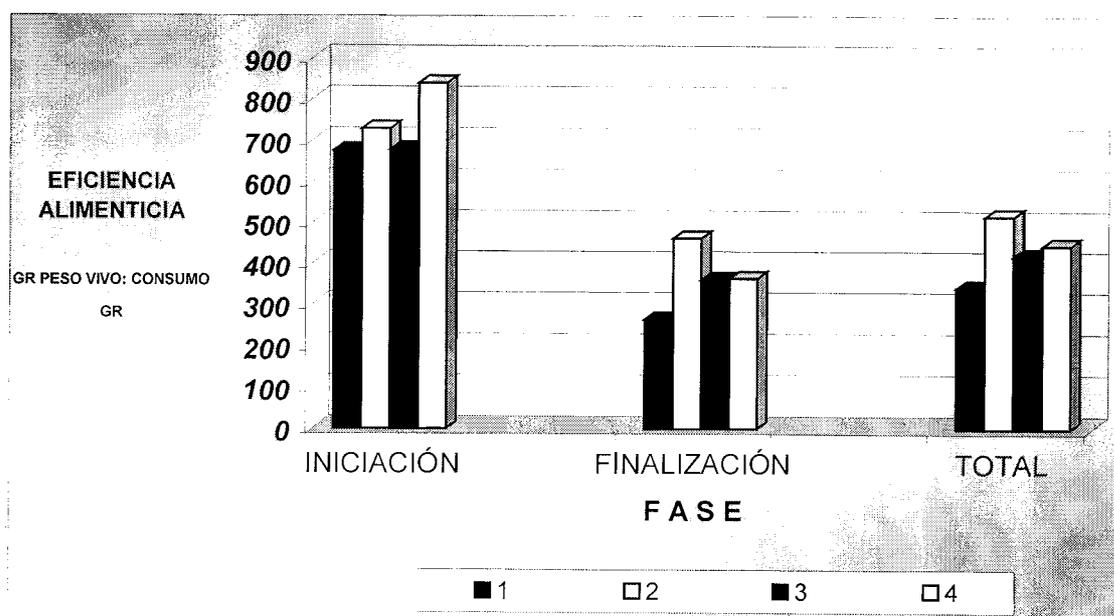


Figura 4.5: Eficiencia alimenticia acumulado por ave.

Los resultados obtenidos en este experimento difieren de los reportados por Palo *et al.* (1995) donde evaluaron el efecto de la restricción de nutrientes y densidad energética durante 7 días en la etapa de crecimiento (7 a 14 d) en pollos

engorda y finalizados a los 48 días de edad siendo sus valores 1.80 para el grupo de aves restringidos vs. 1.87 para las aves del grupo control. Esta diferencia puede ser atribuible a que el método de restricción que estos investigadores aplicaron no fue evitar el consumo directamente, tal como se aplicó en el presente trabajo, sino más bien fue inhibir el consumo, lo que se entiende que los animales estuvieron expuestos al contacto con el alimento todo el tiempo que duró la evaluación. Sin embargo, una tendencia similar reporta Arce *et al.* (1993) donde al emplear métodos de restricción alimenticia como fue, combinación de diferentes densidades energéticas y diferentes tiempos de restricción alimenticia (8 y 10 horas) encontró mejores valores de eficiencia alimenticia para aquellas aves restringidas que aquellos alimentados *ad libitum*, (0.456, 0.586 vs. 0.611, para los restringidos 8 h, 10 h y libre acceso), encontrando significancia entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). Su *et al.* (1999), al evaluar el efecto de restringir a diferentes horas el acceso al alimento a edad temprana (crecimiento), encontraron un efecto positivo sobre la eficiencia alimenticia, en contraste con aquellos alimentados a libre voluntad. De igual manera González *et al.* (2000) al aplicar restricción alimenticia en un 25 por ciento del consumo normal del 7 a los 21 días de edad, encontró que posterior a este periodo los pollos consumieron la misma cantidad de alimento y lo utilizaron con la misma eficiencia que los no restringidos.

## **Mortalidad**

El porcentaje de mortalidad que se obtuvo durante la evaluación fue de 3.33 por ciento para toda la parvada, con participación de 0.833 por ciento en el grupo que se alimentó a libre acceso, 1.67 por ciento en las aves que se les restringió el

consumo 8 horas y con 0.833 por ciento donde se restringió 10 horas el consumo; el tratamiento donde no se presentó mortalidad alguna fue en el tratamiento dos. Se desecharon dos pollos por problemas de patas, uno antes de los 28 días y el segundo en la fase dos. Es importante señalar que las muertes ocurridas no fueron por síndrome ascítico.

Este porcentaje se considera aceptable debido a que es inferior al 4.48, 5.8 y 1.47 por ciento en el grupo alimentado a libre acceso, a los restringidos 6 y 8 horas respectivamente, reportado por García *et al.*, (1997). González *et al.* (2000), encontraron una mortalidad de 2.01 por ciento en pollos restringidos 25 por ciento de consumo normal del día 7 al 21 de edad y finalizados al día 49 contra 4.60 en aquellos alimentados a libre acceso. La mortalidad observada en el presente trabajo difiere con Castellanos y Berger (1992), quienes encontraron que la restricción alimenticia de 8 horas de acceso a alimento en las tres primeras semanas tuvo mayor impacto para reducir la mortalidad en el periodo de 15 a 35 días, sin embargo en este experimento se restringió el mismo número de horas por veintidós días y no quince, encontrándose una mayor proporción de mortalidad con respecto a los demás tratamientos. El tratamiento uno y cuatro participan con la misma proporción en mortalidad.

### **Rendimiento en canal**

En rendimiento en canal no se encontró diferencia estadística entre tratamientos ( $P > 0.05$ ) lo que indica que la severidad del tiempo de restricción en el consumo de alimento no afectó esta variable productiva (Cuadro 4.6). Sin embargo

el tratamiento uno presentó un valor ligeramente menor (65.27 por ciento) que el tratamiento dos (67.52 por ciento), que el tres (66.77 por ciento) y que el cuatro (66.13 por ciento) respectivamente, según se muestra en la Figura 4.6.

Cuadro 4.6: Rendimiento en canal y partes seccionadas en pollos de engorda.

VARIABLE PRODUCTIVA	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Rendimiento en canal	65.27 <sup>a</sup>	67.52 <sup>a</sup>	66.77 <sup>a</sup>	66.13 <sup>a</sup>
	Rend. de partes seccionadas principales (por ciento)			
Rendimiento de pechuga	26.37 <sup>a</sup>	26.69 <sup>a</sup>	27.35 <sup>a</sup>	25.78 <sup>a</sup>
Rend. de pierna- muslo	30.34 <sup>a</sup>	28.08 <sup>a</sup>	28.21 <sup>a</sup>	29.56 <sup>a</sup>
	Rend. de partes seccionadas secundarias (por ciento)			
Rendimiento de alas	10.69 <sup>a</sup>	11.50 <sup>a</sup>	10.82 <sup>a</sup>	10.25 <sup>a</sup>
Rendimiento de rabadilla	26.00 <sup>a</sup>	28.24 <sup>a</sup>	28.20 <sup>a</sup>	28.10 <sup>a</sup>
	Rendimiento de menudencias (por ciento)			
Rend. de hígado-molleja	6.81 <sup>a</sup>	5.50 <sup>a</sup>	5.39 <sup>a</sup>	6.35 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup> Literales similares entre tratamiento indican que no existe diferencia estadística ( $P > 0.05$ ). La comparación de resultados entre tratamientos es en columna.

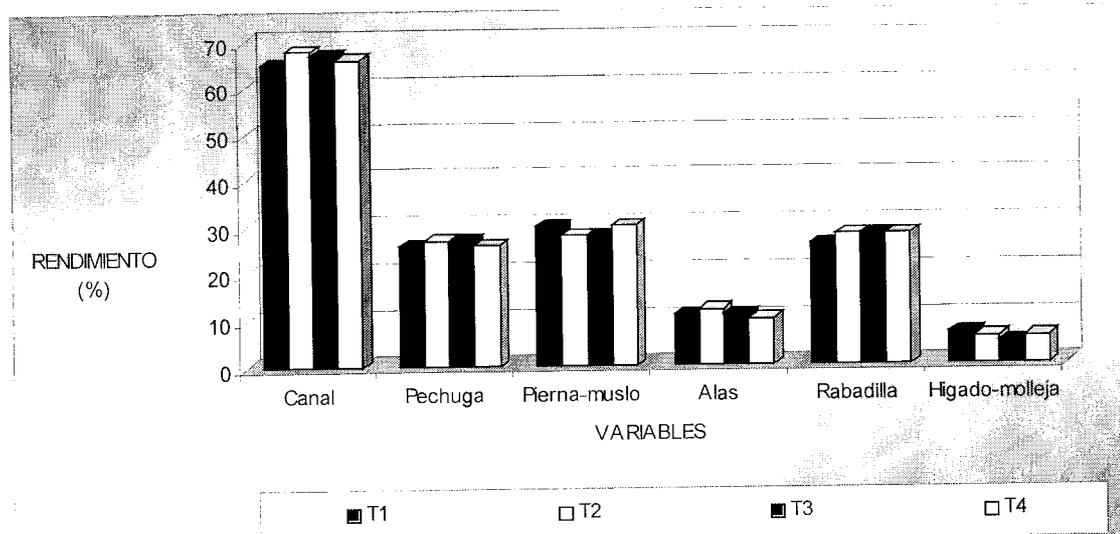


Figura 4.6: Rendimiento de la canal y partes seccionadas.

El hecho de no encontrar diferencia estadística entre alimentar a libre acceso y restringir el consumo ( $P>0.05$ ), coincide con lo reportado por Zubair y Leeson (1994<sup>a</sup>), donde evaluaron rendimiento en canal alimentando a las aves a 42 y 49 días y aplicando restricción alimenticia por 8 horas diarias a diferentes edades, en ambos casos no encontraron diferencia significativa ( $P>0.01$ ). Sin embargo difiere con lo reportado por González *et al.* (2000), donde encontraron que la restricción en un 25 por ciento del consumo normal durante 14 días en la etapa de crecimiento redujo el peso vivo al sacrificio al día 20 lo cual disminuyó el peso de la canal y su porcentaje ( $P<0.002$ ), sin embargo, otro grupo de pollos alimentados hasta el día 34 con el mismo tratamiento no presentó diferencia significativa ( $P>0.001$ ) entre tratamientos en lo que a características de la canal se refiere. Padrón y Angulo (2001) evaluaron el efecto de la restricción alimenticia y la concentración energética en la etapa de finalización (28-56 días) sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda y encontraron que los rendimientos en canal son afectados por el tiempo de restricción ( $P<0.01$ ), siendo inferiores en un porcentaje de 3 y 5 por ciento entre las aves con alimento *ad libitum* y los grupos con 10 horas de restricción.

### **Rendimiento en partes seccionadas principales**

#### **Rendimiento de pechuga**

El rendimiento de pechuga obtenido según se muestra en el Cuadro 4.6, fue de 26.37, 26.69, 27.35 y 25.78 por ciento para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente, estadísticamente no se encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ). Se puede observar en la Figura 4.6 que el tratamiento cuatro, grupo donde

se restringió el consumo por mas tiempo, registró ligeramente menor rendimiento que los otros grupos.

Estudios realizados por Zubair y Leeson (1994<sup>a</sup>), donde estudiaron el efecto restringir a diferentes tiempos (8 y 10 horas) el consumo de alimento sacrificando los pollos en el día 42 de edad y otro grupo a los 49 de edad, al evaluar rendimiento de pechuga, no encontraron diferencia entre tratamientos (alimentación restringida vs. alimentación a libre acceso). González *et al.* (2000) llevaron a cabo un experimento donde aplicaron una restricción diaria de 25 por ciento del consumo normal durante 14 días en la etapa de crecimiento (7 a 21) y al evaluar rendimiento de pechuga encontraron que la restricción alimenticia no afectó estadísticamente ( $P>0.05$ ) el rendimiento de la canal al día 34 de edad.

### **Rendimiento de pierna-muslo**

Según se indica en el Cuadro 4.6, el rendimiento de pierna-muslo obtenido fue de 30.34, 28.08, 28.21 y 29.56 por ciento para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente. De igual manera, en la Figura 4.6 se observa que en el tratamiento dos fue donde se registro ligeramente menor rendimiento; aunque sin ser estadísticamente diferente ( $P>0.05$ ) de los demás tratamientos.

Una tendencia similar reporta Zubair y Leeson (1994<sup>a</sup>), quienes no encontraron diferencia en peso vivo así como tampoco característica de la canal alguna lo que incluyen rendimiento de pierna y muslo al día 42 y 49. Existen reportes donde se señala que la diferencia en el rendimiento de estas variables

productivas puede ser influenciado por el sexo, tal como lo indica Lesson y Summers (1980<sup>c</sup>) donde evaluaron la producción y características de la canal del pollo a diferentes edades, encontrando que el peso y rendimiento de pierna y muslo en machos fueron mayores que el de hembras.

### **Rendimiento de partes seccionadas secundarias**

#### **Rendimiento de alas**

Con respecto al rendimiento de alas según se indica en el Cuadro 4.6, se obtuvo 10.69, 11.50, 10.82 y 10.25 por ciento para el tratamiento uno, dos, tres y cuatro, respectivamente. En la Figura 4.6 se observa que el tratamiento cuatro (10 horas de restricción) fue donde se obtuvo ligeramente menor rendimiento y el mayor, se registro en el tratamiento dos (seis horas de restricción), aunque sin mostrar significancia ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

Padrón y Angulo (2001) evaluaron tres sistemas de alimentación (ad libitum, 6 y 10 horas de restricción diaria durante 14 días en la etapa final) combinado con diferente densidad energética (3010 y 3250 kcal de EM)), encontraron que el rendimiento de alas y de la canal en general, fueron afectados ( $P<0.01$ ) significativamente por el tiempo de restricción, siendo inferiores en un porcentaje de 3 y 5 por ciento entre las aves alimentadas ad libitum y los grupos con 10 horas de restricción. Arce (1992) evaluó el efecto de restricción cuantitativa del alimento (ad libitum, 6 y 8 horas de restricción durante 14 días en la etapa de crecimiento,

encontró que el rendimiento en canal y sus partes seccionadas, incluyendo alas, no fue afectado ( $P>0.01$ ) por el tiempo de restricción.

### **Rendimiento de rabadilla**

La rabadilla es considerada como parte secundaria de la canal comercializable en México. Como se muestra en el Cuadro 4.6, en este experimento se obtuvo un rendimiento de 26.00, 28.24, 28.20 y 28.20 por ciento para el tratamiento uno, dos, tres y cuatro respectivamente. Se puede observar (Figura 4.6) que el tratamiento cuatro fue donde se obtuvo ligeramente menor rendimiento y el mayor fue en el grupo donde se restringió el consumo por seis horas (T2), aunque estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

Arce (1992) al emplear restricción alimenticia (libre acceso, 6 y 18 horas de restricción a edades tempranas) como paliativo para reducir la incidencia de síndrome ascítico, evaluó rendimiento en canal y no encontró significancia, señalando que las partes comercializables del pollo como la rabadilla tampoco fue afectada ( $P<0.01$ ). Por otro lado Suárez y Rubio (1988) en un estudio donde aplicaron restricciones de 20 y 30 por ciento del día 21 al 35 de edad, no encontraron diferencia significativa tanto en peso vivo como características de la canal incluyendo peso y rendimiento de las partes seccionadas que lo conforman, incluyendo a la rabadilla. Este comportamiento es discutido por diferentes investigadores, donde indican que, según la severidad de la restricción, será la diferencia que existirá con respecto al peso y rendimiento de la canal y rendimiento en partes seccionadas (González *et al.*, 2000).

## Rendimiento de menudencias

### Rendimiento de hígado-molleja

Las partes considerados como menudencias son órganos como el corazón, hígado y molleja, generalmente estas partes no son comercializables. En el presente trabajo al evaluar rendimiento de hígado-molleja juntos, como se muestra en el Cuadro 4.6, se obtuvo 6.81, 5.50, 5.39 y 6.35 por ciento para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente. En la Figura 4.6, se observa que rendimiento ligeramente menor se presentó en el tratamiento tres y el mayor en el tratamiento uno (alimentación a libre acceso), aunque estadísticamente no se encontró significancia entre tratamientos ( $P>0.05$ ).

En un estudio realizado por Reyes (2002), donde aplico restricción alimenticia (reducción del consumo en diferentes porcentajes durante toda la fase experimental), al evaluar rendimiento de menudencias, no encontró diferencia significativa ( $P>0.05$ ) entre tratamientos.

De igual forma existen evidencias como los reportados por Palo *et al.* (2000), donde evaluaron el efecto de la restricción alimenticia en pollos de engorda (Ross x Ross) combinado con una reducción de la densidad energética (1.5 kcal de EM/PV<sup>0.7</sup>) durante 7 días que comprendió del día 7 al 14 de edad y finalizados a los 48 días, sobre el comportamiento del tracto gastrointestinal en pollos de engorda, reportan que los órganos involucrados como la molleja, fueron afectados significativamente ( $P<0.01$ ) por la restricción alimenticia.

### Costo por alimentación

En toda actividad pecuaria el costo por concepto de alimentación resulta elevado si se considera que es de alrededor del 70 a 80 por ciento, por tal motivo en este trabajo donde se aplicó restricción alimenticia, se evaluó el costo por este concepto para posteriormente obtener el índice económico. Para determinar esta variable se contempló el precio del alimento comercial utilizado en ambas fases y fue 2.750 pesos/kilogramo del iniciador y 2.625 pesos/kg del alimento finalizador. Los valores de costo por alimentación se expresan en pesos por pollo finalizado como se aprecia en el Cuadro 4.7, y son los siguientes; 15.827, 12.078, 13.300 y 11.382 pesos para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 respectivamente. También en la Figura 4.7 se observa que las aves del tratamiento donde se alimentó a libre acceso, presentan el costo mas elevado por este concepto (15.827 por pollo producido) lo que se explica debido a que el peso obtenido en este tratamiento no es diferente a aquellas aves que se alimentaron de forma restringida y que consumieron relativamente menor cantidad de alimento aunque al final del periodo de evaluación no se encontró diferencia estadística ( $P>0.05$ ) entre tratamientos con respecto a consumo de alimento.

Cuadro 4.7: Costo por alimentación de pollos bajo restricción alimenticia.

TRATAMIENTO	COSTO POR ALIMENTACION (\$)
1	15.827
2	12.078
3	13.300
4	11.382

*Valores promediados, no se analizaron estadísticamente.*

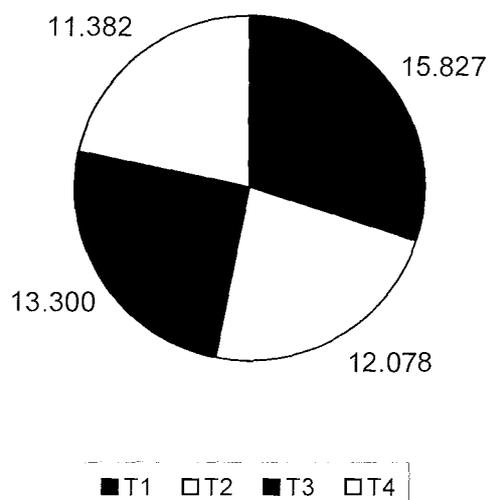


Figura 4.7: Costo por concepto de alimentación (\$).

En un trabajo realizado por García (1997), donde evaluó el efecto de restricción alimenticia (libre acceso, 6 y 12 horas diarias de restricción hasta el día 26 de edad) y finalizados a los 48 días, encontró que los costos por alimentación no mostraron diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.05$ ), es decir no fueron afectados por el programa de restricción.

### Índice económico

Los resultados de índice económico que arrojó este trabajo como se indica en el Cuadro 4.8., fueron 7.925, 4.919, 6.300 y 5.902 pesos/kg de pollo producido para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente; se observa que en el tratamiento uno, el costo para obtener 1 kg de peso corporal de pollo fue mayor en las aves donde se aplicó restricción en el consumo de alimento ((T1) que las que tuvieron menos tiempo de acceso (T4). Según se muestra en la Figura 4.8, el grupo

que resultó relativamente mejor fueron las aves del tratamiento dos con índice económico de 37.93 por ciento menor que las del tratamiento uno, 21.92 por ciento menor que el tratamiento tres, y, 16.65 por ciento menor que el tratamiento cuatro, es decir, se invirtió menos por concepto de alimento por kg de peso vivo producido.

Cuadro 4.8: Índice económico en la producción de pollos de engorda.

TRATAMIENTO	INDICE ECONOMICO (\$)
1	7.925
2	4.919
3	6.300
4	5.902

Valores promedio, no se analizaron estadísticamente.

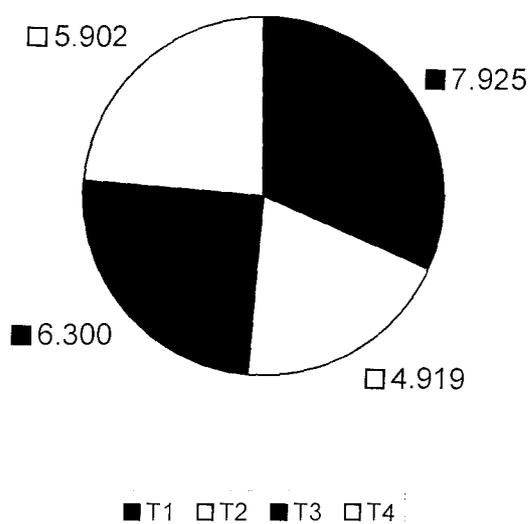


Figura 4.8: Índice económico por concepto de alimentación (\$).

Los resultados obtenidos en este trabajo se asemejan con el reportado por Arce (1992) donde evaluó el efecto de restringir el alimento a edades tempranas (ayuno total de alimento por 4 días y libre acceso), y encontró que el análisis económico por concepto de alimentación resultó favorable para aquellos que se les aplicó restricción alimenticia señalando que es atribuible al menor consumo relativo que presentaron los pollos restringidos.

## CONCLUSIONES

La alimentación de pollos de engorda en forma restringida (por 6 horas diarias, durante 22 días) como alternativa en la optimización del alimento, trae como consecuencia un efecto parcialmente positivo en el comportamiento productivo (consumo de alimento, peso vivo, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, rendimiento en canal, costo por alimentación e índice económico). Estas mismas variables productivas se ven afectadas de forma negativa al aumentar el tiempo de restricción a 8 y 10 horas diarias el mismo número de días y, al alimentar a libre acceso, aunque de manera inconsistente.

Respecto a las variables productivas evaluadas, con excepción del consumo de alimento, presentan mejor valor los pollos sometidos a 6 horas de restricción alimenticia con relación al testigo (libre acceso) y los restringidos 8 y 10 horas; aunque los pollos de este grupo registran el segundo mejor valor de consumo de alimento, el peso vivo obtenido en este tratamiento es aun superior que aquellas aves alimentadas a libre acceso, por consiguiente es favorecido en conversión alimenticia, eficiencia alimenticia, costo por alimentación, índice económico y mayor rendimiento en canal, aunque sin mostrar significancia entre tratamientos al final del periodo experimental.

Si bien es cierto que los pollos sometidos a 6 horas de restricción alimenticia

reflejan mejor valor con respecto a peso vivo, el inconveniente es que estos pesos son inferiores a los reportados para la línea Ross con menor consumo de alimento.

Se esperaba que el peso de los animales alimentados a libre acceso fuera superior a los animales donde se les restringió el consumo, esta situación no se presentó, incluso registran un valor similar a los pollos restringidos 10 horas, e inferior a los restringidos 6 y 8 horas, mas sin embargo sí presentaron mayor consumo lo que se reflejó en las demás variables productivas estudiadas.

A pesar de que se encontró que al alimentar a libre acceso y restringir el consumo por 10 horas, traen consecuencias ligeramente negativas en el comportamiento productivo evaluados en comparación con los grupos de pollos que se les restringió 6 y 8 horas, no influyen en el índice de mortalidad observado.

Por lo anterior, los resultados obtenidos muestran que el comportamiento productivo de pollos de engorda es afectado negativamente al aplicar restricción alimenticia prolongada, ya que aunque presentan relativamente menor consumo, el peso corporal final también es menor, lo que indica que el fenómeno de crecimiento compensatorio no es suficiente para recuperar el peso final de aquellos restringidos mas severamente y, aunque el costo por concepto de alimentación es menor el peso al mercado no justifica el ahorro por ese concepto. Se sabe que la restricción alimenticia es un paliativo para reducir la presencia del síndrome ascítico y problema locomotor en pollos de engorda, aunque en este trabajo no se presentaron, es recomendable aplicarlo adecuadamente cuidando de no caer en la severidad y no afectar así, el comportamiento productivo.

## RESUMEN

El objetivo de presente experimento fue evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados de forma restringida. El experimento se realizo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", del 19 de Abril al 14 de Junio de 2002. Al día 56 de la etapa productiva, se peso previamente para posteriormente sacrificar los pollos y determinar rendimiento en canal.

Se utilizaron 120 pollos sin sexar de una línea comercial. El programa de alimentación se modificó a dos fases, iniciación (0-28 días) y finalización (29-56 días), proporcionando alimento comercial (isoproteico e isoenergético). Los pollos se distribuyeron al azar en 4 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento, con 10 pollos por cada repetición. La restricción alimenticia se aplico a partir del día 6 al 28 de edad y los tratamientos fueron; restricción del consumo 6, 8 y 10 horas diarias durante 22 días y alimentación a libre acceso al testigo. Para la segunda fase (29-56 días) los pollos se alimentaron a libre acceso.

El tratamiento que manifestó mayor consumo fue el grupo donde se alimento a libre acceso durante toda la fase experimental, con 1.078, 4.900 y 5.978 kg en la fase uno, fase dos y consumo total respectivamente; los que menor

consumo presentaron en las tres evaluaciones fueron los pollos que se les restringió el consumo por 10 horas diarias durante 22 días.

El tratamiento que manifestó mejor ganancia de peso semanal fue el que se le restringió el alimento 6 horas, con 0.0644, 0.2837, 0.2994, 0.3699, 0.5250, 0.7292, 0.7904 y 1.2722 kg de la primera a la octava semana respectivamente.

El tratamiento que obtuvo mejor peso vivo en la fase uno, fase dos y peso final, fue el grupo donde se restringió el consumo por 6 horas, con 0.688, 1.656 y 2.455 kg respectivamente. El tratamiento donde se registró menor peso vivo fué en aquellos pollos restringidos mayor tiempo (10 horas), con 0.466, 1.346 y 1.902 kg en las tres evaluaciones respectivamente.

El tratamiento que mostró mejor conversión alimenticia fue donde se restringió el consumo 6 horas, con 1.389, 2.216 y 1.963 en la fase uno, fase dos y total; por el contrario donde se presentó la peor conversión fue en el grupo de aves que se alimentaron a libre acceso, con 1.497, 3.960 y 3.029 en fase uno, fase dos y conversión alimenticia total respectivamente.

El tratamiento donde se presentó mejor eficiencia alimenticia, fue donde se restringió 6 horas el acceso al alimento, con 729, 463 y 518 g/kg, en contraste con el grupo de aves que se alimentaron a libre acceso, donde se presentó la peor eficiencia, con 675, 266 y 343 gramos de alimento por kilogramo de peso vivo obtenido.

La mortalidad que se presentó fue de 3.33 por ciento. El tratamiento donde se restringió 8 horas diarios el consumo de alimento, presentó mayor porcentaje de mortalidad con 1.67 por ciento, seguido de los tratamientos uno y tres (libre acceso y 10 horas de restricción) con 0.833 por ciento en ambos. El grupo de aves que se les restringió 6 horas el consumo, no presentaron mortalidad alguna.

El tratamiento donde se obtuvo mejor rendimiento en canal fue en el dos, grupo que se les restringió 6 horas el consumo, con 67.52 por ciento en contraste con el tratamiento uno que fue el grupo donde se alimentó a libre acceso, presentando menor rendimiento, con 65.27 por ciento. Ninguno de los cuatro tratamiento sobresale de manera consistente con respecto al rendimiento de las partes seccionadas principales, secundarias y menudencias, así como tampoco se encontró significancia entre tratamientos.

El tratamiento que menor costo por concepto de alimentación presentó fue donde se restringió 6 horas el consumo, con 12.078 pesos por pollo finalizado, a diferencia del tratamiento testigo (libre acceso) que reflejó mayor costo para alimentar un pollo durante 56 días, con 15.827, el cual se entiende, debido a que estuvieron en contacto con el alimento durante toda la fase experimental, presentando por ende, mayor consumo, sin ser beneficiados en el peso corporal final.

El mejor índice económico, se presentó en el grupo de pollos restringidos en su consumo 6 horas durante 22 días, con 4.919 pesos/kg de peso vivo finalizado; el tratamiento que mostró mayor índice económico fue el testigo, y se entiende que fue

donde se gastó mas por concepto de alimentación para obtener un kilogramo de peso vivo, ya que fueron los pollos que se alimentaron a libre acceso, con 7.925 pesos por kilogramo de peso vivo obtenido.

## LITERATURA CITADA

- Acar, N., F. G. Sizemore, G. R. Leach, R. F. Wideman, R. L. Owen, and G. F. Bar. 1995. Growth of broiler chickens in response to feed restriction regimens to reascites. U.S.A. Poultry Sci. 74: 833-843.
- Alonso, P. F. 1992. Costos y punto de equilibrio en avicultura. Dpto. Economía y Administración. FMVZ, UNAM. III Jornada Médico Avícola. México, D. F. pp. 7-11.
- Arafa, A. S., M. A. Boone, D. M. Janky, M. R. Wilson, R. D. Miles, and M. S. Harms. 1991. Energy restriction as a means of reduction of fat pads in broiler. U.S.A. Poultry Sci. 62: 314-420.
- Arce, M. J., M. Berger M., and C. López C. C. 1992. Control of ascites syndrome by restriction techniques. U.S.A. J. Appl. Poultry Res. 1: 1-5.
- Arce, M. J. 1993. Restricción de alimento manual y diferentes densidades de nutrientes en las dietas para el control del síndrome ascítico en el pollo de engorda. XI Ciclo de conferencias internacionales sobre avicultura. INIFAP-SARH. Centro de Ganadería y Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México pp. 37-54.
- Berger M., M. 1991. La restricción alimenticia y el control del síndrome ascítico en pollo de engorda. In: II Jornada Médico Avícola. UNAM. México, D. F. pp: 405-420.
- Castellanos G. F. y M. Berger M. 1992. Modulación temprana del peso corporal para el control del síndrome ascítico en pollo de engorda. In: Memorias XVII Conferencia Nacional de ANECA. México. pp: 47-54.
- Cabel, M. C., and P. W. Waldroup. 1990. Effect of different nutrient-restriction programs early in life on broiler performance and abdominal fat content. U.S.A. Poultry Sci. 65: 652-660.
- Calvert, C. C., J. P. Mc Morty, J. Rosebrough and R. C. Cambell. 1987. Effect of energy level on the compensatory growth response of broiler following early feed restriction. U.S.A. Poultry Sci. 66 (Suppl): 75.
- Church, D. C., W. G. Pond y K. R. Pond. 2002. Fundamentos de nutrición y alimentación animal. 2ª edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D. F. Pág. 614.
- García, E. 1987. Diagnostico Climatológico para la zona de Influencia inmediata con UAAAN. (Sin publicar). Agrometeorología. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

- García, C. R., V. Villanueva C., A. Cepeda D. y Padrón C. 1997. Comportamiento de pollos bajo restricción alimenticia. Universidad Autónoma Agraria Antonio N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Méx. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5 (Supl. 1): 320.
- González, A. J. M., M. E. Suárez A., A. Pró M. y C. López C. 2000. Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda. Comportamiento productivo y características de la canal. Montecillo, Edo. Tlax. Agrociencia. 34: 283-292. 2000.
- Jansman, A. J. M. 2000. Necesidades y utilización del triptófano en animales monogástricos. XI Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España. pp. 20-37.
- Julian, R. J. 1998. Rapid Growth Problems: Ascites and Skeletal Deformities in Broilers. U.S.A. Poultry Science. 77:1773-1780.
- Kerr, B. J. y Kidd, M. T. 1999. Proceedings 11th Fermex Amino Acid Meeting. México, September.
- Lacy, M. P. y Vest, L. R. 2000. Mejorando la conversión alimenticia en pollos. Una guía para los productores. Servicio de Extensión. Universidad de Georgia. E.U.A. pp. 1-12.
- Leeson, S., J. D. Summers, and L. J. Caston. 1991<sup>a</sup>. Diet dilution and compensatory growth in broiler. U.S.A. Poultry Sci. 70: 867-873.
- Leeson S., J. D. Summers, and L. J. Caston. 1992<sup>b</sup>. Response of broilers to feed restriction or diet dilution in finishing period. U.S.A. Poultry Sci. 71: 2056-2064.
- Leeson S., J. D. Summers, and L. J. Caston. 1980<sup>c</sup>. Production and Carcass Characteristics of the Broilers Chicken. Poultry Sci. 59: 786-798.
- López, C. C. y Arce M. J. 1993. Repercusiones Económicas en la Aplicación de Programas de Alimentación como paliativos para el control del Síndrome Ascítico. Memoria Ciclo de Conferencias Internacional sobre Avicultura. Colegio de Posgrados. Montecillo, Edo. Méx. pp. 203-228.
- Martínez, A. R., y Pizarro, M. 2002. Patología y Manejo: El estrés en la avicultura (1) Tr. Nutrition, S. A. y Dpto. De Patología Animal. I. Fac. Veterinaria, Univ. Complutense de Madrid. (2) Dpto. de Patología Animal II. Madrid, España. pp. 22-50
- Mallo G., J. Melo, E. Villar, P. Fernández y M. C. Miguel. 1997. Efecto del tiempo de acceso al alimento sobre el crecimiento corporal, de carcasa y órganos internos en dos estirpes de pollos parrilleros. Arch. Latinoam. Buenos Aires, Argentina. Prod. Anim. (Supl. 1): 254-256.
- Maxwell, M. H., G. W. Robertson, Y. A. Anderson, L. A. Dick, and M. Lynch. 1971. Hematology and histopathology of seven-week old broilers after early food restriction. Res. Vet. Sci. 50: 290-297.

- Mc Kay, B. 1989. Implicaciones nutricionales de la selección continua para crecimiento, eficiencia alimenticia y composición corporal en líneas de pollo de engorda. *Sho Poultry Breeding: Farms L. T. A. (Boletín)*. USA. pp. 5-22.
- Mc Murtry, S. P., Rosebrough, R. W., Plavnik, I., and Cartwright, A. L. 1988. Influence of early plane of nutrition on enzyme systems and subsequent tissue deposition. *Biomechanism regulation growth and development. Beltsville symposium Agricultural Research*. U.S.A. pp. 329-341.
- Michael P. L. & Larry R. 2002. *Improving Feed Conversion in Broilers: A Guide for Growth Extension Poultry Scientists*. The University of Georgia. Cooperative Extension Service College of Agricultural and environmental Sciences. Department of Poultry Science. Four Towers Building Athens, GA. U.S.A. pp. 1-32.
- Mollison, B., Guenter, W., and Baycott, B. R. 1984. Abdominal fat deposition and sudden death syndrome in broiler. The effect of restriction intake, early life caloric restriction, and caloric: Protein ratio. *U.S.A. Poultry Sci.* 63: 1190-1200.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements in Poultry*. 9<sup>th</sup> Ed. Natl. Acad. Sci. Washington, DC. U.S.A.
- Nir, I. Z., Z. Nitsan, E. A. Dunnington, and P. B. Siegel. 1996. Aspects of food intake restriction in young domestic fowl: metabolic and genetic considerations. *U.S. World's Poultry Sci.* 52: 251-226.
- North, M. O. 1986. *Manual de avicultura*. Segunda edición. Editorial el Manual Moderno México, D. F. pp. 401, 645-648.
- Ocampo, L., U. Cortez, H. Sumano and, E. Avila. 1998. Use of Low Doses of Clumbuterol to Reduce Incidence of Ascites Syndrome in Broilers. *U.S.A. Poultry Science*. 77:1212-1299.
- Palo, P. E., J. L. Sell, F. J. Piquer, M. F. S. Salanova, and L. Vilaseca. 1995. Effect of Energy Nutrient Restriction on Broiler Chickens. 1. Performance and Development of Gastrointestinal Tract. *U.S.A. Poultry Science*. 74: 88- 101.
- Padrón, J. V. y Ángulo, I. Ch. 2001. Efecto de la restricción alimenticia y la concentración energética en la etapa terminadora sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Facultad de agronomía, UCV, Maracay y CENIAP-FONAIAP. Maracay, Venezuela.
- Pinchasov, Y., and Jensen, L. S. 1989. Comparison of physical and chemical means of food restriction in broiler chickens. *U.S.A. Poultry Sci.* 68: 61-69.
- Plavnik, I., and S. Hurwitz, 1985. The performance of broiler chicks during and following severe restriction at an early age. *Poultry Sci.* 64: 348-355.
- Potter, N. Norman. 1978. *La ciencia de los alimentos*. Primera edición. Editorial Eduterm México, D. F. 437.

- Pro, M. A. y A. Manjarrez H. 1989. Algunos factores que afectan la incidencia del síndrome ascítico en pollos. XI Ciclo de Conferencias Internacionales sobre Avicultura. México D. F. pp. 178-207.
- Robinson, F. F., Classen, H. L., Hanson, J. A., and Onderka, D. K. 1992. Grow performance, feed efficiency and incidence of skeletal and metabolic disease in full feed and feed restricted broiler and roaster chickens. U.S.A. J. Appl. Poultry Res. 33-41.
- Rosson, C. P., A. Angel, E. E. Davis y E. Segarra. 1993. El tratado de libre comercio Impactos potenciales en el comercio de carne y pollos entre México y Estados Unidos. XI Conferencias internacionales sobre avicultura. Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México. pp. 75-93.
- Rosebrough, R. W., N. C. Steele, J. P. McMurtry, and Y. Plavnik, 1986. Effect of early feed restriction in broilers. II. Lipid metabolism. U.S.A. Growth 50: 217-227.
- Sanderson, S. E. 1986. The Transformation of Mexican Agriculture. Princeton: Princeton University Press. U.S.A. pp. 56.
- Shlosberg, A., E. Berman, U. Bendheim, and Y. Plavnik. 1991. Controlled early feed restriction as a potential means of reducing the incidence of ascites in broilers. U.S.A. Avian Diseases 35: 142-153.
- Steel, R. G. D. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2a edición McGraw-Hill. México, D. F. 580 p.
- Summers, J. D., D. Spratt, and J. L. Atkinson. 1990. Restricted feeding and compensatory growth for broilers. U.S.A. Poultry Sci. 69: 1855-1861.
- Suárez O., M. E. y M. Rubio. 1988. Uso de restricción alimenticia como control parcial del síndrome ascítico. Veterinaria México. 20: 193-195.
- Su, P., P. Sorensen, y S. C. Kestin. 1999. Programas de alimentación para la reducción de la prevalencia de la pata débil en los pollos broiler. U.S.A. Poultry Science. 78: 949-955.
- Suárez, C. N. 2003. Rendimiento de la canal en pollos de engorda empleando un programa de alimentación modificado a dos fases con dietas isoproteicas e isoenergéticas sometidas a restricción alimenticia. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. pp. 1-3.
- Yu, M. W., F. E. Robinson, M. T. Clandinin, and L. Bodnar. 1990. Growth and body composition of broiler chickens in response to different regimens of feed restriction. U.S.A. Poultry Sci. 69: 2074-2081.
- Yu, M. W., and F. E. Robinson. 1992. The application of short-term feed restriction in broiler chicken production: a review. U.S.A. J. Appl. Poultry Res. 1: 147-153.

- Zubair, A. K., and S. Leeson. 1994a. Effect of varying period of early nutrient restriction on growth compensation and carcass characteristics of male broilers. U.S.A. Poultry Sci. 73: 129-136.
- Zubair, A. K., and S. Leeson. 1994b. Effect of early restriction and realimentation on heat production and changes in size of digestive organs of male broilers. U.S.A. Poultry Sci. 73: 529-538.
- Zubair, A. K., and S. Leeson. 1996. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. World's Poultry Sci. 52: 189-201.

## APÉNDICE

**A. 1.- Análisis bromatológico de la dieta proporcionado en las dos fases de alimentación.**

DETERMINACION	ALIMENTO INICIACION (por ciento)	ALIMENTO FINALIZACION (por ciento)
HUMEDAD	8.9	12.2
M.S.T.	90.1	87.2
CENIZAS	6.5	8.0
PROTEINA CRUDA	21.0	18.0
FIBRA CRUDA	3.1	3.8
EXTRACTO ETÉREO	3.0	3.5
E.L.N.	54.0	54.0

**A. 2.- Fórmulas utilizadas para calcular las variables estudiadas.**

**Consumo de alimento = Alimento ofrecido – Alimento rechazado**

**Ganancia de peso = Peso final – Peso inicial**

**Peso final del ave**

**Eficiencia alimenticia = -----**

**Consumo de alimento total**

**Peso de la canal caliente**

**Rendimiento de la canal = ----- X 100**

**Peso vivo del ave**

**Peso de las partes en kg**

**Rendimiento en partes = ----- X 100**

**Peso de la canal caliente**

Costo por alimentación = Precio del alimento X Consumo de alimento  
 por kg. en kg.

Costo por alimentación

Índice económico = -----  
 Peso vivo

### A . 3.- Análisis de varianza de las variables estudiadas.

#### CONSUMO FASE UNO

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	504819.00	168273.00	30.734**	4.07	7.59
ERROR	8	43800.00	5475.00			
TOTAL	11	548619.00				

#### CONSUMO FASE DOS

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	3013952.00	1004650.68	1.673 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	4801808.00	600226.00			
TOTAL	11	7815760.00				

#### CONSUMO TOTAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	4879264.00	1626421.37	2.496 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	5211584.00	651448.00			
TOTAL	11	10090848.00				

A. 3.....continuación.

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 1

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.000838	0.000279	5.7112*	4.07	7.59
ERROR	8	0.000391	0.000049			
TOTAL	11	0.001229				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 2

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.016369	0.005456	3.5807 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.012190	0.001524			
TOTAL	11	0.028559				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 3

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.026698	0.008899	7.2710*	4.07	7.59
ERROR	8	0.009791	0.001224			
TOTAL	11	0.036489				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 4

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.022609	0.007536	3.0948 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.019481	0.002435			
TOTAL	11	0.042091				

A. 3.....continuación.

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 5

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.081261	0.027087	5.9553*	4.07	7.59
ERROR	8	0.036387	0.004548			
TOTAL	11	0.117649				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 6

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.060977	0.020326	2.9295 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.055506	0.006938			
TOTAL	11	0.116483				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 7

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.069887	0.023296	1.8404 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.101262	0.012658			
TOTAL	11	0.171148				

INCREMENTO DE PESO EN SEMANA 8

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	191014.00	63671.3320	2.8614 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	178014.00	22251.7500			
TOTAL	11	369028.00				

A. 3.....continuación.

## PESO VIVO INICIAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	111.453125	37.151043	2.390 <sup>NS</sup>	2.90	4.46
ERROR	32	495.769531	15.492798			
TOTAL	35	607.222656				

## PESO VIVO FASE UNO (0-28 DIAS)

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.402875	0.134292	3.473 <sup>*</sup>	2.90	4.46
ERROR	32	1.237189	0.038662			
TOTAL	35	1.640064				

## PESO VIVO FASE DOS (29-56 DIAS)

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	249016.00	83005.33	0.397 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	1668928.00	208616.00			
TOTAL	11	1917944.00				

## PESO VIVO FINAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.978668	0.326223	0.758 <sup>NS</sup>	2.90	4.46
ERROR	32	13.760269	0.430008			
TOTAL	35	14.738937				

A. 3.....continuación.

### CONVERSIÓN ALIMENTICIA FASE UNO

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.114950	0.038317	0.234 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	1.305725	0.163216			
TOTAL	11	1.420675				

### CONVERSIÓN ALIMENTICIA FASE DOS

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	4.644455	1.548152	0.777 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	15.927834	1.990979			
TOTAL	11	20.572289				

### CONVERSIÓN ALIMENTICIA TOTAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	1.713112	0.571037	1.0724 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	4.259827	0.532478			
TOTAL	1	5.972939				

### EFICIENCIA ALIMENTICIA FASE UNO

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.052311	0.017437	0.467 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.298294	0.037287			
TOTAL	11	0.350605				

## EFICIENCIA ALIMENTICIA FASE DOS

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.057936	0.019312	1.181 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.130761	0.016345			
TOTAL	11	0.188697				

## EFICIENCIA ALIMENTICIA FINAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	0.046730	0.015577	1.3740 <sup>NS</sup>	4.07	7.59
ERROR	8	0.090691	0.011336			
TOTAL	11	0.137421				

## RENDIMIENTO EN CANAL

FV	GL	SC	CM	F <sub>C</sub>	F <sub>α</sub>	
					0.05	0.01
TRATAMIENTOS	3	8.773438	2.924479	0.341 <sup>NS</sup>	2.90	4.46
ERROR	32	274.117188	8.566162			
TOTAL	35	282.890625				