

01686

**EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y PROTEINA DE  
LA DIETA SOBRE CARACTERISTICAS  
PRODUCTIVAS Y DE CANAL DE  
POLLOS DE ENGORDA**

**TESIS PRESENTADA ANTE LA**

**DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE  
DOCTOR EN PRODUCCION ANIMAL**

**P O R**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**ARIEL ANTONIO MENDES**

**Asesores:**

**Luis Heredia Ancona**

**Adrián Escobosa Laveaga**

**José González Franco**

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DATOS BIBLIOGRAFICOS

El autor nació en Lages, Estado de Santa Catarina, Brasil en 1948, donde realizó sus estudios secundarios, en el Colegio Diocesano. En 1971 le fue otorgado el título de Médico Veterinario por la Facultad de Veterinaria de la Universidad Federal del Estado de Paraná y en 1977 el grado de Maestro en Ciencias, en el área de Manejo Animal, por la Facultad de Agronomía de la Universidad Federal del Estado de Rio Grande do Sul.

Durante el año de 1972, laboró como Profesor de Zootecnia en el Colegio Técnico Agrícola "Dr. José Cury" de la ciudad de Rio das Pedras, Estado de São Paulo. De 1972 a 1976, trabajó como investigador en el Instituto de Zootecnia de la Secretaria de Agricultura del Estado de São Paulo. De 1978 a la fecha, funje como Profesor de Zootecnia de las Aves en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Estatal Paulista - Campus de Botucatu -, en el Estado de São Paulo.

Cuenta con mas de 60 manuscritos científicos publicados en revistas especializadas y fue Coordinador Regional de la Asociación Brasileira de Zootecnia, en Botucatu, Estado de São Paulo.

En 1980, le fue otorgada la Medalla de Mérito por la Asociación Brasileira de Criadores de la Raza Chianina.

En abril de 1982, se inscribió como estudiante de posgrado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM para la obtención del grado de Doctor en Producción Animal, área de Alimentación y Nutrición Animal.



A mi esposa Leila

e hijos

João Marcos

Tiago y

Tatiana

Por su cariño, comprensión y

estímulo

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## AGRADECIMIENTOS

A Granjas Avícolas Rosana, por su aporte de recursos materiales y humanos para llevar a cabo la parte experimental.

Al Dr. Luis Heredia Ancona, quien con su amistad, ayuda desinteresada y asesoría hizo posible la realización de la tesis.

Al Dr. Adrian Escoboza Laveaga, por su constante apoyo y estímulo en el desarrollo del curso de posgrado y su participación en el proyecto de tesis.

Al Dr. José Gonzales Franco, quien contribuyó en lo que a estadística se refiere.

A los Drs. Ernesto Avila, Humberto Troncoso, José Luis Laparra, Armando Shimada y Felipe Ruiz, por las sugerencias y colaboración en el proyecto de tesis.

A los Señores Fabio Tagliapietra, Pablo Medina, Santiago Kempes y Luis Davalos, por la valiosa colaboración en la ejecución de los experimentos.

A la Cia Ramvel, su Director Don Jesús Ramos y demás colaboradores del rastro, por su ayuda en el sacrificio de las aves y en el procesamiento de las canales.

Al Señor Manuel Angulo, por su participación en los análisis químicos de las canales.

Al Instituto Nacional de la Nutrición - Departamento de Biología de la Reproducción - y a la Q. F. B. Bertha Chávez por su ayuda en la determinación de DNA.

Al Conselho Nacional de Pesquisas - CNPq - de Brasil, por la



beca concedida.

A los Drs. Alejandro Cuadra German, Angel Mosqueda Taylor, Benjamin Lucio Martinez, Carlos Lopez Cuello, Francisco Alonso Pesado, José Antonio Quintana, José Cuaron I., Luis Landois, Luis Pablos H., Pedro Ochoa Galvan y Reinaldo Moreno, maestros y amigos.

Al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Departamento de Producción Animal: Aves y División de Estudios de Posgrado de la F.M.V.Z. por la acogida cordial y apoyo durante la realización del curso de posgrado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LISTA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. JUSTIFICACION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1. La energía en la alimentación de pollos de engorda..	4
2.1.1. Efecto de la energía en el consumo de ali- mento.....	4
2.1.2. Efecto de la energía en la ganancia de peso y conversión alimenticia.....	8
2.2. La proteína en la alimentación de pollos de engorda..	12
2.3. La relación energía:proteína en la alimentación de pollos de engorda.....	17
2.4. La relación energía:aminoácidos en la alimentación de pollos de engorda.....	21
2.5. Factores que afectan el rendimiento de la canal de pollos de engorda .....	25
2.5.1. Genotipo.....	25
2.5.2. Tiempo de ayuno y peso vivo.....	25
2.5.3. Merms durante el sangrado y desplume.....	26
2.5.4. Sexo.....	26
2.5.5. Nutrición.....	26
2.5.6. Enfriamiento de la canal.....	27
2.6. Factores que afectan el rendimiento de las porciones de la canal de pollos de engorda.....	28



2.7. Métodos utilizados para la determinación y estimación de grasa en la canal.....	30
2.8. Factores que afectan la acumulación de grasa abdominal en pollos de engorda.....	33
2.8.1. Genotipo.....	33
2.8.2. Sexo.....	33
2.8.9. Nutrición.....	34
2.9. Factores que afectan la composición química de la canal de pollos de engorda.....	37
2.9.1. Edad, sexo y estirpe.....	38
2.9.2. Sistema de alojamiento.....	38
2.9.3. Nutrición.....	39
2.10. Desarrollo celular del tejido adiposo.....	41
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION .....	44
4. MATERIAL Y METODOS.....	45
4.1. Experimento 1.....	45
4.2. Experimento 2.....	55
4.3. Experimento 3.....	59
4.4. Experimento 4.....	66
4.5. Experimento 5.....	72
4.6. Experimento 6.....	78
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	86
5.1. Experimento 1.....	86
5.2. Experimento 2.....	110



5.3. Experimento 3.....	116
5.4. Experimento 4.....	134
5.5. Experimento 5.....	146
5.6. Experimento 6.....	171
6. CONCLUSIONES.....	184
7. LITERATURA CITADA.....	217
8. APENDICE.....	238

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro</u>		<u>Página</u>
1.	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 1	47
2.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en la fase de iniciación, en el experimento 1	48
3.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en la fase de finalización, en el experimento 1	49
4.	Composición de la premezcla utilizada en la formulación de las dietas experimentales	52
5.	Frecio de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas experimentales	52
6.	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 2	56
7.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el experimento 2	57
8.	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 3	61
9.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el experimento 3	62
10	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 4	67
11.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el experimento 4	68
12.	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 5	73
13.	Composición porcentual de las dietas	

	experimentales utilizadas en el experimento 5	74
14.	Niveles de energía y proteína de las dietas usadas en el experimento 6	79
15.	Composición porcentual de las dietas experimentales utilizadas en el experimento 6	81
16.	Resultados de ganancia de peso obtenidos en el experimento 1	87
17.	Alimento consumido en la fase de --- iniciación, finalización y período total, en el experimento 1	89
18.	Energía consumida en la fase de iniciación, fase de finalización y período total, en el experimento 1	90
19.	Proteína consumida en la fase de --- iniciación, fase de finalización y período total, en el experimento 1	91
20.	Conversión alimenticia en la fase de iniciación, fase de finalización y período total, en el experimento 1	93
21.	Eficiencia energética en la fase de iniciación, fase de finalización y período total, en el experimento 1	94
22.	Eficiencia proteica en la fase de -- iniciación, fase de finalización y período total, en el experimento 1	95
23.	Resultados de ganancia económica por kilo de carne prducida, en el experimento 1	96
24.	Porcentaje de grasa abdominal (Experimento 1)	98
25.	Rendimiento de canal "tipo mercado" (experimento 1).	100
26.	Rendimiento de canal eviscerada (experimento 1)	101
27.	Rendimiento de muslos + piernas (ex-	

	perimento 1)	102
28.	Rendimiento de pechuga (experimento 1)	103
29.	Rendimiento de rabadilla (experimento 1)	104
30.	Rendimiento de alas (experimento 1)	105
31.	Rendimiento de hígado (experimento 1)	106
32.	Rendimiento de molleja (experimento 1)	107
33.	Rendimiento de corazón (experimento 1)	108
34.	Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia (Experimento 2)	111
35.	Consumo de energía, consumo de proteína y eficiencia energética (experimento 2)	112
36.	Eficiencia proteica y ganancia económica por kilo de carne producida (experimento 2)	114
37.	Ganancia de peso y ganancia económica por kilo de carne producida. (experimento 3)	117
38.	Consumo de alimento, consumo de -- energía y consumo de proteína (experimento 3)	120
39.	Conversión alimenticia, eficiencia energética y eficiencia proteica (experimento 3)	122
40.	Porcentaje de grasa abdominal (experimento 3)	127
41.	Rendimiento de canal "tipo mercado" y de canal eviscerada (experimento 3)	130
42.	Ganancia de peso y ganancia econó-	

	mica por kilo de carne producida ( experimento 4)	135
43.	Consumo de alimento, consumo de --- energía y consumo de proteína (Ex- perimento 4)	137
44.	Conversión alimenticia, eficiencia energética y eficiencia proteica ( experimento 4)	140
45.	Porcentaje de grasa abdominal, --- rendimiento de canal "tipo mercado" y de canal eviscerada (experimento 4)	143
46.	Ganancia de peso y ganancia econó- mica por kilo de carne producida ( experimento 5)	147
47.	Consumo de alimento, consumo de --- energía y consumo de proteína (ex- perimento 5)	149
48.	Conversión alimenticia, eficiencia energética y eficiencia proteica ( experimento 5)	151
49.	Porcentaje de grasa abdominal, gra- vedad específica, rendimiento de - canal "tipo mercado" y de canal --- eviscerada (experimento 5)	154
50.	Rendimiento de las porciones de la canal (experimento 5)	158
51.	Composición química de la canal ( experimento 5)	162
52.	Correlaciones entre gravedad espe- cífica, grasa abdominal, humedad, grasa y cenizas de la canal (expe- rimento 5)	163
53.	Correlaciones entre características productivas, grasa abdominal y com- posición química de la canal (expe- rimento 5)	165
54.	Ganancia de peso, consumo de ali- mento, consumo de energía y consumo	

	de proteína (experimento 6)	172
55.	Conversión alimenticia, eficiencia energética, eficiencia proteica y ganancia económica (experimento 6)	175
56.	Porcentaje de grasa abdominal y --- contenido de lípidos y DNA en el tejido adiposo retroperitoneal (experimento 6)	178
57.	Análisis de la varianza de las características productivas del experimento 3)	239
58.	Análisis de la varianza de los porcentajes de grasa abdominal, canal "tipo mercado" y canal eviscerada (experimento 3)	240
59.	Análisis de la varianza de las características productivas del experimento 4)	241
60.	Análisis de la varianza de los porcentajes de grasa abdominal, canal "tipo mercado" y canal eviscerada (experimento 4)	242
61.	Análisis de la varianza de las características productivas del experimento 5)	243
62.	Análisis de la varianza de la gravedad específica y de los porcentajes de grasa abdominal, canal "tipo mercado", canal eviscerada, humedad, proteína, grasa y cenizas de la canal	244
63.	Análisis de la varianza de los rendimientos de las porciones de la canal (experimento 5)	245
64.	Análisis de la varianza de las características productivas del experimento 6	246
65.	Análisis de la varianza del porcentaje de grasa abdominal y contenido de lípidos y DNA en el tejido adiposo retroperitoneal	247

66.	Peso vivo de las aves muestradas para las determinaciones en la canal, en el experimento 3	248
67.	Peso vivo de las aves muestradas para las determinaciones en la canal, en los experimentos 4 y 5	249

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre la ganancia de peso	193
2. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre el consumo de alimento	194
3. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre el consumo de energía	195
4. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre el consumo de proteína	196
5. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre la conversión alimenticia	197
6. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre la eficiencia energética	198
7. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre la eficiencia proteica	199
8. Efecto del nivel de energía y nivel de proteína sobre la ganancia económica por kilo de carne producida	200
9. Porcentaje de grasa abdominal (experimento 3)	201
10. Efecto del sexo sobre la grasa abdominal	202
11. Efecto del nivel de energía, nivel de proteína y sexo sobre el rendimiento de canal "tipo mercado"	203
12. Efecto del nivel de energía, nivel de proteína y sexo sobre el rendi---	

	miento de canal eviscerada	204
13.	Porcentaje de grasa abdominal (experimento 4)	205
14.	Porcentaje de grasa abdominal (experimento 5)	206
15.	Gravedad específica de la canal	207
16.	Porcentaje de humedad en la canal	208
17.	Porcentaje de proteína en la canal	209
18.	Porcentaje de grasa en en canal	210
19.	Porcentaje de cenizas en la canal	211
20.	Porcentaje de grasa abdominal (experimento 6)	212
21.	Gramos de lípidos en el tejido adiposo retroperitoneal	213
22.	Miligramos de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal	214
23.	Relación g de lípidos/mg de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal	215
24.	Relación mg de DNA / g de peso vivo	216

## 1. JUSTIFICACION

---

En la actualidad, los pollos de engorda son el producto de una prolongada selección para la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, con resultados espectaculares en los últimos treinta años. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de investigaciones realizadas con objeto de determinar sus requerimientos nutricionales, aún existen divergencias en cuanto a los niveles óptimos de energía y proteína, en dietas prácticas.

Summers y Lesson (222), Proudfoot y Hulan (183) y Moran (154) recomiendan dietas de iniciación con un máximo de 24% de proteína y 3000 a 3100 kcal/kg de energía metabolizable. Para la fase de finalización, los niveles de proteína y energía recomendados (222) son respectivamente de 20.5% y 3200 Kcal/kg, contrastando con las recomendaciones de Proudfoot y Hulan (183) quienes sugieren un igual nivel de energía, pero sólo 15.9% de proteína.

Moran (154), hace una diferencia entre sexos, recomendando 20% para los machos y 16% para las hembras.

Para las condiciones latinoamericanas hay cierta tendencia por parte de los autores (7, 42, 43, 69, 77, 211 y 232) en recomendar dietas con niveles más bajos de energía y proteína debido a los costos de los ingredientes ricos en energía. Por ejemplo: en México, que es un país importador de aceites vegetales el costo por caloría es aproximadamente tres veces más alto en el aceite que en el sorgo.

Asimismo, como a un nivel alto de energía le debe corresponder un nivel alto de proteína ( por el menor consumo de alimento ) y como el país no es autosuficiente en fuentes proteicas, aparentemente es mas redituable para el productor utilizar planes de alimentación menos concentrados, como el sugerido por Afuso (7).

Por otra parte, al manipular los niveles de energía y proteína de la dieta, la calidad de la canal puede ser alterada. Salmon ( 199) demostró, que paralelamente a un incremento en la acumulación de grasa abdominal ocurre una disminución en el rendimiento de canal y un aumento en las proporciones de piel y huesos, cuando disminuye el consumo de proteína.

Goodwin (79), relata que la mayor implicación esta relacionada con la acumulación de grasa abdominal, al aumentar la energía o disminuir la proteína de la dieta, por tratarse de un producto normalmente deshechado por el consumidor. Lyn et al. (131) mencionan que la utilización de nutrientes para la acumulación de grasa en los pollos, resulta en una disminución de la eficiencia de utilización de los alimentos y que los métodos a ser utilizados para la reducción de grasa en la canal y grasa abdominal es el mayor desafío que enfrentará la avicultura proximately.

Para lograr esos objetivos, los esfuerzos estan siendo dirigidos al área de nutrición, ya que la acumulación de grasa presenta una heritabilidad alta, pero es inversamente correlacionada con la ganancia de peso y eficiencia alimenticia.

Por lo tanto, la escasez de ingredientes de elevada densidad nutritiva - gluten de maiz, harina de pescado, aceites y grasas

animales -, obliga a encontrar niveles de energía y proteína que aunque no resultan en un máximo crecimiento y una mejor conversión alimenticia, sean los que resultan en menor costo por kilo de carne producida, pero sin afectar la calidad de la canal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. LA ENERGIA EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDA

2.1.1. EFECTO DE LA ENERGIA EN EL CONSUMO DE ALIMENTO

El sabor de los alimentos juega un papel importante en el consumo por parte de los mamíferos, pero no en el caso de las aves; por ejemplo, una ración que contenga micotoxinas será rechazada por los cerdos, pero será consumida por las aves. Aunque no son totalmente conocidos los mecanismos reguladores del apetito, en el hipotálamo, los mismos mecanismos que en los mamíferos, determinan el volumen de alimento que consume el animal para satisfacer sus necesidades energéticas (232).

En el caso del pollo de engorda, la necesidad absoluta de energía metabolizable depende de la edad, estirpe, sexo y temperatura ambiente (1, 39, 44, 182, 206). El organismo necesita consumir una dieta que contenga una concentración mínima de energía metabolizable, misma que es necesaria para sus funciones vitales, o sea, aproximadamente 2600 Kcal/Kg de alimento en climas moderados y 2300 a 2400 Kcal/Kg en climas tropicales (232).

Como las aves tienen un aparato digestivo relativamente corto y una capacidad limitada, el alimento consumido debe contener la energía metabolizable que necesita su organismo. Cuando una dieta contiene mucha fibra y poca energía, el alimento consumido llena



el aparato digestivo, pero en realidad el organismo no recibe suficiente energía para sus funciones vitales, aunque el ave no tenga apetito (191). Es por ello que una dieta para pollos de engorda debe contener alrededor de 1.5 Kcal de energía metabolizable (EM) por cada centímetro cúbico de ración y un peso específico no menor que 0.58 g (232).

Los pollos de engorda regulan casi correctamente el consumo de energía y lo hacen de acuerdo con el nivel energético de la dieta. Así, según Scott *et al.* (206) el consumo de alimento por pollo aumenta de 2.0 a 2.35 kg en la fase de iniciación, cuando la energía metabolizable se reduce de 3000 a 2800 Kcal/Kg y de 1.62 a 1.69 kg en la fase de finalización, cuando la energía disminuye de 3400 a 2900 Kcal/Kg, es decir, una diferencia de 17.5 y 16.6%, respectivamente.

Sin embargo, el mismo autor afirma que cuando las dietas contienen niveles altos de energía el consumo total de Kilocalorías será mayor que el requerido y que este exceso será acumulado en el organismo, en forma de grasa. Esto fue demostrado por Brown y McCartney (29), quienes al comparar dietas con niveles de energía metabolizable de 3100, 3400 y 3700 Kcal, encontraron que a medida que aumenta el nivel energético, disminuye el consumo de alimento, pero sucedía lo contrario con el consumo total de energía. Así, al aumentar el nivel de energía de 3100 a 3400 Kcal el total de Kilocalorías consumidas por pollo aumentó de 12,245 a 13,635.

Idénticos resultados fueron encontrados por Jackson *et al.* (112), quienes al cambiar el nivel de energía de 2600 a 3600 Kcal,

encontraron un aumento lineal en el consumo de calorías y en consecuencia, un aumento en la acumulación de grasa abdominal.

Por otra parte, es interesante señalar que al incrementar el nivel de energía de la dieta, la reducción en el consumo de alimento no es proporcional, mientras que el aumento en el consumo de energía si lo es; por ejemplo, Waldroup et al. (238) encontraron que al aumentar la energía metabolizable de la dieta de 2970 a 3740 Kcal, es decir, un incremento de 25.9%, resultaba en una disminución en el consumo de alimento de sólo 3.8%. Sin embargo, el consumo de energía, en valores absolutos, aumentó en 21.1%.

Otros autores, sin embargo, no han encontrado grandes cambios en el consumo de alimento, al aumentar la densidad energética de la dieta (3, 88, 142, 209 y 237).

La relación energía:proteína de la dieta también puede afectar el consumo de alimento; Griffiths et al. (85), observaron que el consumo de alimento aumenta con el incremento de la relación EM:PC, sugiriendo que los pollos aumentan el consumo para satisfacer sus necesidades de proteína. Lo mismo pasaría cuando determinado aminoácido se encuentra deficiente en la dieta, o en exceso (98 y 144).

También se ha demostrado que el consumo de alimento disminuye durante los períodos de alta temperatura. El hecho de que la ganancia de peso disminuye, junto con el consumo, sugiere que el animal no satisface sus necesidades energéticas. Esto posiblemente ocurre por las molestias causadas por el calor y representa un intento por parte del ave de reducir el calor corporal, el cual

debe disiparse. En estos casos se recomienda la utilización de grasas y aceites y un mejor balance de aminoácidos (5, 81, 91, 144, 193, 210 y 211).

### 2.1.2. EFECTO DE LA ENERGIA EN LA GANANCIA DE PESO Y EN LA CONVERSION ALIMENTICIA

El criterio de utilizar dietas altas en energía para pollos de engorda tuvo su origen en las investigaciones de Fraps (71). Posteriormente, Scott et al. (204), demostraron que tanto la tasa de crecimiento como la conversión alimenticia mejoraban con el empleo de dietas ricas en energía. Estos resultados fueron confirmados más tarde por otros investigadores (10, 27, 101, 223 y 235).

Con el empleo de aceites vegetales y grasas animales en las dietas avícolas, en la década de los cincuenta, estos estudios fueron profundizados; sin embargo, es importante hacer una diferenciación en cuanto a mejoras en la ganancia de peso y conversión alimenticia en lo que respecta a cambios en los niveles de energía en sí, y lo debido a los niveles de aceite utilizados (45). Por ejemplo, Carew et al. (31) observaron que los aceites de maíz y de soya estimulan el crecimiento, independientemente de cambios en los niveles de energía de la dieta.

Giurgius (76), demostró que la grasa de res inhibe el crecimiento si no es suplementada con aminoácidos. Farrel et al. (66), encontraron que niveles de lípidos mayores del 14% reducen la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Sin embargo, Bossard y Combs (27) obtuvieron mayores ganancias de peso para las dietas con 8, 14 y 20% de aceite de maíz, cuando fueron comparadas con

dietas con 2%.

Finalmente, Vermersch y Vanschoubroek (235), en una revisión sobre la utilización de aceites en dietas avícolas, concluyeron que los mismos mejoran la ganancia de peso, pero no proporcionalmente a la cantidad utilizada. Asimismo, mejoran la conversión alimenticia, en grados variables de acuerdo con el tipo de aceite o de grasa utilizada; esclarecen que la mejora promovida por aceites y grasas posiblemente esté relacionado con la presencia, en estos, de factores que incrementan la utilización de la energía, o que ejercerían una acción anabólica sobre la proteína.

Por otra parte, Cherry *et al.* (35) relatan que hay diferencias debidas al genotipo, en cuanto a la capacidad de utilización de dietas ricas en energía. Así, algunas estirpes pueden presentar pequeña o ninguna capacidad de compensar una dieta inicial baja en energía, mientras que otras presentan una ganancia compensatoria, al ser alimentadas con dietas de alta energía en la fase de finalización. Asimismo, las estirpes de crecimiento rápido presentan una ganancia compensatoria menor que aquellas de crecimiento lento.

Farrell (65), comparando dietas con niveles energéticos que variaban de 2300 a 3600 Kcal, encontró mejores resultados para los niveles cercanos a 3100 Kcal. En otro ensayo, el mismo autor (66) observó que niveles comprendidos en un rango de 2867 a 3225 Kcal son los ideales para maximizar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia.

Sin embargo, Brown y McCartney (29) encontraron valores más altos al comparar niveles energéticos de 3100, 3400 y 3700 Kcal, cuando el nivel de 3400 Kcal fue mejor que los demás. Coon et al. (41), al comparar dietas de alta y baja energía encontraron que 3410 Kcal en iniciación y 3465 Kcal en finalización, resultaban en mejores conversiones alimenticias que las dietas con 3135 y 3190 Kcal, respectivamente; la ganancia de peso, sin embargo, no fue afectada por el nivel energético.

Moran (156) menciona que en el futuro, en Estados Unidos (en donde tradicionalmente se utilizan dietas de alta energía) los productores tendrán que volver a utilizar dietas de baja densidad calórica y que esto será posible sin grandes pérdidas en los resultados de ganancia de peso, conversión alimenticia y calidad de la canal.

Para las condiciones Latinoamericanas, los resultados encontrados demuestran que los niveles de energía metabolizable, ideales, generalmente están por debajo de las recomendaciones del National Research Council (160). En México, Niankoy (162), al comparar niveles de 2800, 3000 y 3200 Kcal no encontró diferencias significativas entre los mismos en cuanto a la ganancia de peso, mientras que 3000 Kcal resultó en una mejor conversión alimenticia. Enriquez (58), utilizando los mismos niveles, encontró un efecto lineal de la energía para la ganancia de peso y la conversión alimenticia, mejorando estas con el incremento energético.

Afuso (7), al comparar niveles que variaban de 2600 a 3300

Kcal, encontró mejores ganancias para el nivel intermedio de 3100 Kcal; la conversión alimenticia mejoró linealmente hasta 3100, empeorando en los niveles de 3200 y 3300 Kcal.

En Cuba, Tzvetanov et al. (231) recomiendan niveles energéticos entre 3000 y 3200 Kcal, basados en investigaciones locales. En Brasil, Costa (42), al comparar dietas con niveles de energía de 2730 a 3360 Kcal encontró que 3100 Kcal sería el nivel óptimo para maximizar la ganancia de peso, mientras que la conversión alimenticia mejoraba linealmente con el incremento energético. Mendonca (142), por su parte, al comparar dietas de alta energía -3160 y 3220 Kcal- con dietas de baja energía - 2890 y 2900 Kcal, respectivamente para la fase de 1 a 21 y 22 a 56 días de edad, encontró mejores ganancias de peso y conversiones alimenticias para las dietas de alta energía. Posiblemente estos niveles más bajos encontrados en Latinoamérica sean debidos al tipo de dietas utilizadas y por el tipo y la calidad de los ingredientes, como por ejemplo, la calidad del aceite utilizado en las raciones de alta energía.

## 2.2. LA PROTEINA EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDA

Al revisar la literatura, en 1963 Heuser (97) encontró que cuando el nivel proteico de la dieta se incrementa de 13 a 21% ocurre una mejora en la ganancia de peso mientras que de 21 a 25% hay una disminución. Asimismo, menciona que el nivel óptimo estaría entre 20 y 21% con pequeñas variaciones dependiendo del valor biológico de la proteína, y que al disminuir esta de 21% a 13% ocurre un efecto mayor en la ganancia de peso que cuando el nivel es aumentado de 21 a 25%; aparentemente niveles de 16 a 19% serian mas económicos que 21%. Asimismo, señala que el incremento en la ganancia de peso al aumentar la proteína de 21 a 28% como lo encontrado por otros autores, probablemente se debería a factores tales como niveles de vitaminas, minerales o aminoácidos pues al adicionar nada mas que proteína a una dieta basal de 21% no hay ninguna respuesta en la ganancia de peso.

Spring y Wilkinson (216), al comparar niveles proteicos de 21, 25 y 28%, no encontraron diferencias significativas entre el nivel mas bajo y el mas alto, contrastando con las observaciones de Adams et al. (2) quienes encontraron una mejora en el crecimiento de los pollos al aumentar la proteína de 23 a 28%. Estos últimos autores mencionan que el requerimiento para una máxima ganancia de peso es de 18% y que al aumentar la proteína de 16 a 20% mejora la conversión alimenticia.

Adams y Rogler (4), compararon dietas isocalóricas con 14, 16 y 18%, encontrando que a medida que aumenta el nivel proteico de

la dieta mejora la conversión alimenticia; las diferencias entre los niveles de 18 y 20% fueron pequeñas y la eficiencia de utilización de la proteína (gramos de proteína consumida / gramos de ganancia) disminuyó con el aumento del nivel proteico. Como la proteína de la canal es afectada, los autores mencionan que se podría hacer una mejor evaluación a través de la relación proteína consumida/proteína acumulada en la canal.

Parson y Baker (170), al comparar niveles de 24, 20 y 16% encontraron que al disminuir la proteína de 24 a 20% no había efecto en la ganancia de peso y consumo de alimento, mientras que la conversión alimenticia mejoraba significativamente. Sin embargo, al disminuir a 16% , la ganancia de peso era afectada significativamente. En otro ensayo, no encontraron diferencias en estas variables entre dietas con 24, 21.5 y 19.5%. Igual que en el experimento anterior, el nivel bajo de proteína (16.5%) afectó la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Asimismo, concluyen que dietas deficientes en proteína originan un mayor consumo de alimento como una tentativa por parte del ave en ingerir mas proteína. Resultados similares fueron encontrados por Griffiths et al. (85) al comparar niveles proteicos de 15.8 , 18.6 y 21.4%.

Por su parte, Brown y McCartney (29) no encontraron diferencias entre niveles de 23 y 27% de proteína. Sin embargo, 31% resultó en una disminución en la ganancia de peso en relación a los niveles de 23 y 27% , mientras que el consumo de alimento no fue afectado por ninguno de los niveles estudiados; al considerar el consumo de proteína en valores absolutos, se encontró diferen-

cias entre los mismos; los pollos alimentados con la dieta de 23% consumieron la menor cantidad de proteína (844.1 g), mientras que con 31% el consumo fue mayor (1136.4 g).

Omolu y Offiong (167), al comparar dietas isocalóricas (bajo condiciones tropicales) en donde los niveles estudiados fueron de 17, 20, 23 y 26% en la fase de iniciación y finalización, encontraron una mejor ganancia de peso para el nivel de 23%, mientras la conversión mejoró a medida que aumentó el nivel proteico.

Costa (42), al comparar niveles proteicos de 21, 22, 23 y 24% encontró diferencias significativas entre 21% con los demás, que no presentaron diferencias entre sí, pero con tendencias de mejores resultados para el nivel de 23% en cuanto a la ganancia de peso; la conversión alimenticia mejoró a medida que aumentaba la proteína y el consumo de alimento no fue afectado. Oliveira (165), alimentó separadamente machos y hembras con dietas con 20, 18 y 16% encontrando mejores resultados para ganancia de peso y conversión alimenticia con 18 y 20% para los machos, mientras que las hembras no presentaron diferencias entre los tres niveles, presentando buenos resultados con el nivel bajo de 16%.

Junqueira (115), utilizando los mismos niveles en dietas con 3200 kcal encontró que los niveles proteicos, no afectan la ganancia de peso mientras que la eficiencia alimenticia mejora linealmente con el aumento de la proteína.

Twining et al. (229), reportaron que pollos alimentados con dietas bajas en proteína en la fase de iniciación presentaban peores resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia a

las 4 semanas de edad que aquellos que recibieron niveles adecuados. Sin embargo, al recibir una dieta con niveles óptimos en la fase de finalización hubo una ganancia compensatoria y a los 56 días de edad los resultados fueron equivalentes al de los pollos no restringidos.

En México, Afuso (7), al comparar niveles proteicos de 23 y 21% en iniciación y 20 y 18% en finalización, encontró mejores resultados en cuanto a ganancia de peso y conversión alimenticia para los niveles mas altos de proteína, en todos los niveles de energía estudiados (2600 a 3300 kcal).

Por su parte, Enriquez (58) al estudiar tres niveles de proteína - 20, 21.5 y 23% en iniciación - y 18, 19 y 20% en finalización -, encontró mejores ganancias de peso para los niveles bajos de proteína en todos los niveles de energía estudiados (2800, 3000 y 3200 kcal).

En cuanto a recomendaciones prácticas, el National Research Council recomendaba en 1966 (158), dietas con 20% de proteína de 1 a 56 días de edad. En 1971 (159) cambió los niveles para 23% en la fase de iniciación (1 a 5 semanas) y 20% para la fase de finalización (6 a 9 semanas). Ya en 1977 (160), las recomendaciones son para tres tipos de dieta, o sea, una para el período de 0 a 3 semanas con 23% de proteína, otra para el período de 3 a 6 semanas con 20% y finalmente para la fase de 6 a 9 semanas con 18%. Esos niveles son para un óptimo desarrollo en climas templados (16 a 24 C y 40 a 60% de humedad relativa), indicando que los requerimientos deben ser aumentados o disminuidos bajo condicio-

nes de altas o bajas temperaturas, respectivamente.

North (163) señala que teóricamente las dietas para pollos de engorda deberían contener 24% de proteína en la primera semana de edad y que a partir de ahí se debería bajar 1% a cada semana. Sin embargo, como esto no es práctico, él recomienda para las dietas de iniciación (1 a 28 días) niveles de 23 a 24% y para las de finalización (29 a 56 días), 20 a 21%. Cuca et al. (43) recomiendan para las condiciones de México raciones de iniciación (1 a 5 semanas) con 20 a 22% y raciones de finalización (6 a 9 semanas) con 18 a 20%.

### 2.3. LA RELACION ENERGIA:PROTEINA EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDA

Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorda no pueden ser establecidos sin antes conocer el nivel energético de la dieta, por el papel que representa la energía en el consumo de alimento. Cuando es expresada como porcentaje de la ración, la necesidad de proteína es afectada por cada uno de los factores que determinan la cantidad de alimento consumido. Como el requerimiento proteico se refiere a una cantidad definida diaria, en general se acepta que la proteína, como porcentaje de la ración, debe aumentar proporcionalmente con el nivel de energía (97, 206 y 238); algo similar se puede hacer para los demás nutrientes.

Sin embargo, algunas veces es difícil separar los efectos debidos a la relación energía:proteína de aquellos debido a la energía o proteína, aisladamente. La relación energía:proteína es nada mas una guía para el balanceo de estos nutrientes. No es posible asociarla con la ganancia de peso y la conversión alimenticia mientras no se conozcan los niveles de energía y proteína (97, 191, 194 y 221).

Heuser (97), señala que una relación energía productiva:proteína de 42:1 sería la ideal para maximizar la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, hasta la cuarta semana de edad. Al aumentarla, se observaría una disminución en la ganancia de peso y en la eficiencia alimenticia. Al disminuirla, no afectaría la ga-

nancia, pero sí la eficiencia y la cantidad de grasa acumulada en la canal. Para la fase de finalización, los resultados indicaban que se debería usar una relación de por lo menos 40:1.

Potter et al. (197), concluyeron que a medida que aumenta la relación energía productiva:proteína (al aumentar el nivel de energía y manteniendo constante el nivel de proteína), incrementa la ganancia de peso. Hill y Dansky (99), obtuvieron ganancias de peso normales con dietas bajas en proteína, luego de usar niveles igualmente bajos de energía. Sin embargo, al mantener el nivel de energía constante y bajar la proteína el crecimiento se -- redujo. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores ( 52 y 123).

Omolu y Offiong (167), encontraron que la ganancia de peso mejora linealmente a medida que la relación EM:PC disminuye, tanto en niveles bajos como normales o altos de energía ( 2800, 3000 o 3200 kcal) y asociados a niveles proteicos de 17, 20, 23 y 26%.

Costa (42), estudió el efecto de diferentes relaciones EM:PC , encontrando que a medida que las mismas aumentan (con el incremento del nivel de energía de la dieta), la ganancia de peso y la conversión alimenticia mejoran linealmente.

Fara Prestes (180), las dietas de iniciación deben tener relaciones de 130 a 139:1 y las de finalización, 147 a 155:1.

Froudfoot y Hulan (183), encontraron mejores ganancias de peso con relaciones de 116 y 124:1 en iniciación y 200 y 232:1 en la fase de finalización. Sin embargo, Griffiths et al (85) alimentaron pollos en el período de 4 a 8 semanas de edad con dietas de

2970 y 3190 kcal de EM y con relaciones energía:proteína de 139, 160 y 188:1, no encontrando diferencias entre las mismas en cuanto a la tasa de crecimiento; la conversión alimenticia fue mejor en las dietas de alta energía (relaciones más largas).

A pesar de que en algunas ocasiones se ha argumentado que el balance energía:proteína tiene poco valor en la formulación de dietas para aves, investigaciones en este sentido han logrado determinar las necesidades nutricionales de pollos de engorda, tanto en energía y proteína como en los demás nutrientes (11, 54, 193, 194 y 240). Lewis (128), menciona los tres principios básicos que son producto de las investigaciones realizadas:

a) Se obtienen mejores ganancias cuando hay una relación EM:PC adecuada;

b) A medida que disminuye el nivel de proteína de la dieta hay una tendencia en aumentar el consumo de alimento y como consecuencia hay una disminución en la eficiencia alimenticia y un aumento en la grasa de la canal;

c) Cuando hay un pequeño desbalance en la relación EM:PC la ganancia de peso no es afectada siempre y cuando el ave sea capaz de compensarlo con un aumento en el consumo. La conversión alimenticia si es afectada.

En los últimos años la relación energía:proteína ha cambiado considerablemente. Mientras en la década de los sesenta se proponía una relación de 130:1 y 150:1, respectivamente, para la fase de iniciación y finalización (232), hacia 1977 el National Research Council (160) propone valores de 139:1, 160:1 y 178:1,

respectivamente para los períodos de 0 a 3, 3 a 6 y 6 a 9 semanas de edad. Ese aumento posiblemente ocurrió debido a varios factores, destacando la utilización de niveles altos de energía, de aminoácidos sintéticos y de un mejor balance de aminoácidos, lo que permite el empleo de niveles proteicos más bajos (239).

Asimismo, nuevas evidencias empezaron a demostrar que la definición de la relación energía:proteína tiene sus limitaciones al considerarse el valor biológico de las proteínas de la dieta. Por lo tanto, la relación energía:aminoácidos parece ser la más adecuada para expresar los requerimientos nutricionales de los pollos de engorda, conforme lo señalado por algunos autores (11, 172, 193 y 239 y 240).

## 2.4. LA RELACION ENERGIA:AMINOACIDOS EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDA

El requerimiento proteico del ave es en realidad el requerimiento de cada uno de los aminoácidos esenciales junto con suficiente cantidad de compuestos nitrogenados que son utilizados en la síntesis de los aminoácidos no esenciales. De ahí deriva la importancia de la interrelación entre energía y proteína, energía y aminoácidos y proteína:aminoácidos.

En 1955 Baldini y Rosemberg (18) demostraron que el requerimiento de metionina, como porcentaje de la dieta, aumenta linealmente al incrementar la energía. Idénticas observaciones fueron hechas con respecto a lisina (202). Posteriormente se encontró (123) que el nivel de proteína también afecta la interrelación energía:aminoácidos, a pesar de que aparentemente no hay un efecto de la energía en los requerimientos de los aminoácidos azufrados cuando se utilizan niveles bajos de proteína. Esto fue confirmado mas tarde por Nelson *et al.* (161), usando niveles proteicos que variaban de 21.2 a 27.4% y niveles energéticos de 3100 a 3600 kcal.

Boomgaardt y Baker (26), compararon dietas con 2600, 3000 y 3400 Kcal de energía metabolizable con cinco niveles de aminoácidos azufrados. Encontraron que la suplementación de los mismos resultó en un incremento cuadrático en la ganancia de peso, en todos los niveles de energía. Asimismo, señalan que los valores óptimos obtenidos fueron menores que los encontrados en un ensayo anter-

rior (25) y que esto posiblemente se debió al nivel de aceite adicionado a las dietas, lo que limitó el consumo de alimento en aquella ocasión. Griminger *et al.* (86) y Scott y Forbes (205), observaron que los requerimientos de arginina, expresados como porcentaje de la dieta, aumentan a medida que incrementa la densidad energética de esta última.

Grau y Kamei (82) indican que el requerimiento de lisina aumenta con el incremento de la energía dietética, pero no proporcionalmente. Para Schwartz *et al.* (202), el aumento en el nivel de lisina debe ser de 0.07% para cada 200 kcal de energía productiva. Por su parte, Combs y Nicholson (40) encontraron que la cantidad de lisina para maximizar la ganancia de peso fue de 3.66 mg /kcal de energía metabolizable y 3.93 mg para la eficiencia alimenticia, ambos niveles para la fase de iniciación. Para Twining *et al.* (228), la necesidad de lisina es de 0.201% por cada Megacaloría de energía metabolizable en el período de 7 a 9 semanas de edad.

Waldroup *et al.* (238), usaron ocho diferentes niveles de energía, empezando con 2970 kcal y aumentando 110 kcal hasta llegar a 3740 kcal. El porcentaje de los aminoácidos esenciales, así como de calcio y fósforo fueron adecuados al nivel energético y encontraron una relación entre la concentración de nutrientes y la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia.

Con base en esas investigaciones se pasó a formular dietas adecuando los niveles de aminoácidos azufrados y lisina al nivel de energía, dejando libre el nivel de proteína. Sin embargo, esto

determina (239) la utilización de dietas con niveles excesivos de otros aminoácidos esenciales, lo que resulta en una disminución en el consumo de alimento y esto ocurre con mayor intensidad en climas calurosos. Así, al formular dietas en donde lisina y metionina fueron suplementadas sintéticamente, Waldroup *et al.* (239), lograron bajar el nivel de proteína de 24 a 20%, bajando paralelamente los niveles de los demás aminoácidos esenciales; con eso se obtuvo una mejora en la conversión alimenticia.

En cuanto a la relación proteína:aminoácidos, Almquist y Merritt (12), demostraron que los requerimientos por arginina, lisina y metionina son afectados por el nivel proteico de la dieta. Así, al variar el nivel de proteína de 5 a 45% encontraron que había un aumento en los requerimientos de estos aminoácidos, paralelamente al incremento proteico.

Koreleski y Rys (117), realizaron extensas investigaciones con el objeto de utilizar niveles subóptimos de proteína; concluyeron que niveles bajos, suplementados con lisina y metionina, proporcionan buenos, pero no óptimos resultados. Asimismo, señalan que este nivel no debe ser menor que 18-19% en la fase de iniciación y 17-16% en finalización.

Al estudiar el efecto de la temperatura ambiente, Resende *et al.* (188) no encontraron ventajas en suplementar lisina a dietas con bajo nivel proteico, ya que la suplementación de aminoácidos azufrados fue suficiente para maximizar la ganancia de peso. Los niveles proteicos utilizados fueron de 20 y 16%, respectivamente para la fase de iniciación y finalización.

En México, Flores y Avila (69) alimentaron pollos con dietas de iniciación con 18 y 20% de proteína; la dieta de 18% fue suplementada con lisina, metionina y treonina y concluyeron que la adición de aminoácidos sintéticos a dietas de bajo nivel proteico mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia y que permite la obtención de resultados similares a los presentados por dietas con niveles normales de proteína. En ese trabajo las dietas fueron a base de sorgo + pasta de soya. Asimismo, con base en investigaciones anteriores, afirman que es factible reducir el nivel de proteína de dietas de iniciación de 23 a 20 o 18%, sin detrimento de la ganancia de peso y eficiencia alimenticia, luego de suplementarse las dietas sorgo + soya con metionina.

Sin embargo, se ha demostrado que a pesar del efecto benéfico de la reducción del nivel proteico, determinando una disminución en los requerimientos de los aminoácidos esenciales, esto puede llevar a un aumento en los problemas relacionados con las interacciones entre aminoácidos (16 y 197).

## 2.5. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE CANAL DE POLLOS DE ENGORDA

### 2.5.1. GENOTIPO

Diferencias en el rendimiento de canal entre razas, estirpes y productos del cruzamiento entre estirpes han sido encontradas por varios autores (92, 93, 94, 108; 141, 149, 169 y 186). En el caso del pollo de engorda comercial, esto se explica por las diferencias existentes entre las razas puras y por los sistemas de cruzamientos utilizados para la obtención de los híbridos actuales (28, 46, 47, 198 y 217).

Malone et al. (132), al comparar pollos provenientes del cruzamiento de estirpes Hubbard X Hubbard, Hubbard X H & N , Hubbard X Shaver , Ross X Hubbard y Ross X Arbor Acres, encontraron diferencias entre los cruzamientos estudiados.

### 2.5.2. TIEMPO DE AYUNO Y PESO VIVO

Se ha observado que cuando el período de ayuno antes del sacrificio excede a 24 horas hay una disminución en el rendimiento, lo que no ocurriría cuando ese período es menor de 16 horas (214).

Con respecto al peso vivo del ave parece haber una relación lineal entre el mismo y el rendimiento, en donde las aves más pe-

sadas presentan mayores porcentajes de canal (137, 141, 142, 149 y 186).

### 2.5.3. MERMAS DURANTE EL SANGRADO Y DESPLUME

Las mermas durante el sangrado y desplume afectan directamente el rendimiento de canal. Las variaciones encontradas estan relacionadas con el genotipo de las aves (43, 72, 93 y 155) con el peso vivo (111 y 137) y con el sexo (6, 75, 149, 150 y 225). Las hembras presentan mayores mermas debido a una mayor cantidad de plumas (6 y 75) y las aves más pesadas presentan, relativamente, menores mermas que las más ligeras (142).

### 2.5.4. SEXO

Los resultados obtenidos en cuanto al efecto del sexo en el rendimiento de la canal son conflictivos. Algunos autores encontraron mayor rendimiento para los machos (21, 66, 75, 149, 150, y 165), otros para las hembras (22, 154 y 225), mientras que otros autores no han encontrado diferencias entre machos y hembras (6, 30, 142, 169 y 176).

### 2.5.5. NUTRICION

Se ha observado que dietas de alta energía resultan en mayores rendimientos de canal que dietas de baja energía (63,

66, 90, 113 y 142). Essary et al. (59), indican que eso puede estar relacionado con una mayor cantidad de grasa en la canal, determinada por las dietas de alta energía, o debido al mayor peso corporal de las aves. Moran (153 y 154), afirma lo mismo a pesar de haber encontrado mayores porcentajes para las aves alimentadas con dietas con valores de energía metabolizable 5 a 10% menores que las dietas testigo (de alta energía). Como la grasa abdominal fue quitada durante el proceso de evisceración, el autor menciona que esto puede haber llevado a resultados engañosos.

Oliveira (165), comparando diferentes niveles de proteína de la dieta obtuvo mayores rendimientos de canal para los machos (74.14%) con 18% de proteína que para las hembras (72.73%), alimentadas con 16% de proteína en la dieta.

Al adicionar 5% de aceite a una dieta con un nivel subóptimo de proteína, Marion y Woodroof (134) encontraron un aumento en el rendimiento de la canal. Sin embargo, Moran (151) menciona que cuando las alteraciones en los niveles de proteína y energía no afectan la ganancia de peso, los efectos de la nutrición sobre esta variable es mínima.

#### 2.5.6. ENFRIAMIENTO DE LA CANAL

Cuando la canal es enfriada en agua con hielo, la mayor absorción de agua afectará el rendimiento (142). Asimismo, ese factor está relacionado con el tipo de evisceración ya que cuando se hace un corte mas largo para la extracción de las vísc-

ceras, se absorbe una mayor cantidad de agua durante el enfriamiento (224). También se ha encontrado que ocurre una mayor absorción en aves de mayor tamaño y con una mayor cantidad de grasa en la canal (59 y 149). Taylor y Shaffner (226), mencionan que la absorción de agua generalmente es mayor en la piel, músculo, hueso y tejido graso, en ese orden.

Por otra parte, Mendonca (142) encontró una mayor absorción de agua (2.4%) en la canal de aves alimentadas con dietas de baja energía, que las de alta energía (2.0%).

Sin embargo, la cantidad de agua retenida durante el enfriamiento está muy relacionada con la duración de este período; puede ser de 4.2 a 5.6% para un enfriamiento de 4 horas (59, 149 y 150) y de 7.4% a 10.5% para un período de 20 horas (149 y 150).

En cuanto al sexo, se ha encontrado que las canales de las hembras absorben más agua que las de los machos (59, 142, 149 y 150).

## 2.6. FACTORES QUE AFECTAN EL RENDIMIENTO DE LAS PORCIONES DE LA CANAL DE POLLOS DE ENGORDA.

Las porciones principales de la canal son: pechuga, muslos, piernas y rabadilla mientras que las secundarias son alas, cuello y patas. Además se consideran las llamadas vísceras comestibles - hígado, molleja y corazón - (176).

Como en el caso del rendimiento de la canal entera, las porciones individualmente son afectadas por el genotipo y sexo (75 y

165). Malone et al. (132), al comparar pollos obtenidos del cruzamiento de diferentes estirpes encontraron diferencias entre los mismos en los rendimientos de pechuga, rabadilla, alas, piernas y muslos. Asimismo, se encontraron diferencias entre sexos para algunas de las características estudiadas, igual que lo observado por Groom y Farson (87) al comparar cuatro estirpes comerciales de pollos de engorda. Por su parte, Pezzato et al. (176), no encontraron diferencias para estas características entre cinco estirpes comerciales.

Sin embargo, en lo relacionado con el sexo parece haber una tendencia de mayor pechuga y alas por parte de las hembras (75, 132 y 176) y mayores rendimientos en piernas, muslo y rabadilla para los machos (75 y 176). Otros autores, sin embargo, no lograron encontrar diferencias entre machos y hembras para estos rendimientos (142 y 215).

En cuanto al efecto de la nutrición, aparentemente los niveles de energía y proteína de la dieta no afectan los rendimientos de las porciones (165).

## 2.7. METODOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACION Y ESTIMACION DE GRASA EN LA CANAL

El análisis de grasa en la canal de aves es más difícil que en otras especies, por la heterogeneidad de la canal, variación individual, muestreo y preparación de las muestras (68).

El método a ser utilizado dependerá del tipo de información deseada, costo, tiempo disponible y de la aplicación de los resultados. Los métodos actualmente utilizados se dividen en directos e indirectos. Los primeros comprenden básicamente una extracción de la grasa con solventes y son: Soxlet (15), Goldfish (15), Folch (70) y Banco (13 y 236). Son bien aceptados y utilizados como parámetro para evaluar los métodos indirectos. Los principales problemas presentados por los mismos son la preparación de las muestras, la elección del tipo de solvente a utilizar, el alto costo de los análisis, el tiempo necesario y la dificultad en trabajar un número grande de muestras.

Dentro de los métodos indirectos destacan: peso o porcentaje de la grasa abdominal, gravedad específica, humedad de la canal, agua tritiatada, utilización de paquímetro (u otros aparatos similares) y calificación visual (68). Según Becker *et al.* (22 y 23), el método indirecto ideal debe presentar alta correlación con la grasa verdadera de la canal, debe ser rápido, barato, de fácil ejecución y no debe inutilizar la canal.

Los métodos desarrollados para utilización en aves vivas, los de medición con aparatos y los de calificación visual (subjeti-

vos) no son precisos y presentan baja correlación con la grasa real de la canal (145 y 218). El uso de agua tritiatada es más confiable y se utiliza eventualmente a nivel de investigación, en aves vivas (68). Por lo tanto, los más utilizados, por su alta correlación con la grasa verdadera de la canal son: grasa abdominal, gravedad específica y humedad de la canal (24).

La densidad corporal de un animal es la masa por unidad de volumen, es decir, gramos por centímetro cúbico. El principio para utilizar esa medida como indicador de la cantidad de grasa corporal se basa en el hecho de que el organismo está constituido por grasa y tejido libre de grasa; así, la densidad de la canal entera dependerá de la densidad de cada uno de sus componentes. Como la grasa presenta una densidad menor, al aumentar su cantidad en el organismo la densidad de la canal entera será más baja.

La gravedad específica es utilizada para medir la densidad y se calcula dividiendo el peso de la canal en el aire por la diferencia entre el peso en el aire y el peso en el agua (24). Esta medida fue inicialmente utilizada en humanos y en animales de especies mayores (bovinos, ovinos y suinos), debido a las dificultades obvias en hacer determinaciones directas (73, 114 y 171).

En bovinos la cantidad de grasa corporal varía del 10 al 45% y la gravedad específica del 1.01 al 1.09 (24). En aves, la gravedad se determina en la canal eviscerada y a pesar de ser de fácil ejecución, existen controversias sobre la validez de la misma.

Por ejemplo, McNally y Spicknally (137) reportaron una correlación de -0.84 entre gravedad específica y grasa de la canal,

mientras que Fletcher (68) menciona valores de  $-0.93$  en canales con un porcentaje de grasa que varía de 5.4 a 20.7%. Becker et al. (24), encontraron correlaciones que variaban de  $-0.31$  a  $-0.69$ . Asimismo, al comparar este método con la determinación de grasa abdominal, reportaron una correlación más alta entre grasa abdominal y grasa total de la canal que la encontrada a través de la gravedad específica. Explican que la menor cantidad de grasa presente en los pollos (12 a 15%) en comparación con bovinos y ovinos (15 a 40%), probablemente determina que la gravedad específica sea un estimador poco eficiente de la grasa en los pollos.

Sin embargo, cabe mencionar que otros autores no recomiendan su utilización en bovinos y ovinos cuando estos presenten un porcentaje de grasa menor del 12% (74 y 181).

Por otra parte, Morán et al. (148) compararon la gravedad específica y la determinación de la grasa en la piel de la rabadilla con un método subjetivo de calificación visual (finish grade), encontrando correlaciones de 0.16 y  $-0.86$ , respectivamente, para gravedad específica vs. puntaje visual y grasa de la piel vs. puntaje visual.

## 2.8. FACTORES QUE AFECTAN LA ACUMULACION DE GRASA ABDOMINAL EN POLLOS DE ENGORDA

La principal responsable por una canal grasosa es la grasa acumulada en la región abdominal; luego, la determinación de esta es una medida más importante por su valor propio que por la correlación que presenta con la grasa total (0.5 a 0.9).

Esa medida es afectada por el genotipo, edad, sexo, nutrición y por el sistema de alojamiento (49, 118, 131, 189 y 234).

### 2.8.1. GENOTIPO

Goodwin (79), señala que la grasa abdominal presenta una heredabilidad por arriba del 50% y por lo tanto, debe ser considerada en el proceso de formación de las estirpes comerciales de pollos de engorda. Asimismo, afirma que desafortunadamente al hacer selección para ganancia de peso, automáticamente se estará seleccionando pollos que acumulan más grasa.

Eso fue demostrado por Malone et al. (132) y por Merkley et al. (143), quienes al comparar pollos provenientes del cruzamiento de varias estirpes comerciales encontraron diferencias entre estirpes para estas características; iguales resultados fueron encontrados por otros autores (87 y 203).

Hood et al. (106), compararon cuatro líneas seleccionadas para diferentes características; línea W para mayor ganancia de peso,

F para mayor consumo de alimento, E para mayor eficiencia alimenticia y C para otras características al azar. Encontraron que el volumen de células adiposas fue mayor en las líneas W y F que en E y C; mencionan que probablemente eso ocurrió por la mayor tasa de ganancia presentada por las líneas W y F.

Sin embargo, Mendes *et al.* (139) no encontraron diferencias entre cinco estirpes comerciales estudiadas.

### 2.8.2. SEXO

Normalmente las hembras presentan un mayor porcentaje de grasa abdominal que los machos (87, 139, 184 y 227) y eso se debe a la presencia de los estrógenos (119) o por el mayor metabolismo presentado por estos últimos (173).

Sin embargo, Plavinik y Hurwitz (178) observaron que a pesar de que la acumulación de grasa se incrementa con la edad de las aves, tanto en los machos como en las hembras, en estas hay un mayor aumento a partir de la séptima semana de edad y eso se debe a una pérdida en la capacidad de regular el consumo a partir de esa edad.

### 2.8.3. NUTRICION

Varias investigaciones han demostrado que al aumentar la relación EM:PC, incrementa la acumulación de grasa en la canal (20), confirmando los resultados pioneros de Donaldson

et al. (52), quienes lograron disminuir la grasa abdominal al reducir la relación energía:proteína. Sin embargo, ese fenómeno parece ser mas complejo y estaría relacionado con cambios en las dietas, como por ejemplo, la utilización de grasas animales y aceites. Así, Essary et al. (59) observaron que un incremento en los lípidos dietéticos resulta en una mayor acumulación de grasa y que para cada 2% de aceite adicionado corresponde 0.6% de grasa acumulada.

Idénticos resultados fueron obtenidos por Carew y Hill (32) y Carew et al. (33), quienes manteniendo las dietas isocalóricas, reemplazaron carbohidratos por aceite de maíz con un consecuente aumento en la grasa acumulada en la canal.

Por otra parte, Combs (38) menciona que al utilizar dietas bajas en proteína y altas en energía los pollos presentan un sobreconsumo de alimento que resulta en mayor cantidad de grasa. Eso fue confirmado mas tarde por Griffiths et al. (85), quienes al comparar relaciones EM:PC de 187, 159 y 138 encontraron un mayor consumo de alimento por parte de los pollos alimentados con las relaciones más largas, para satisfacer los requerimientos de proteína. Así, al aumentar la ingestión calórica, incrementó la grasa acumulada.

A pesar de Moran (152) haber logrado una reducción en la cantidad de grasa corporal a través de una restricción energética en la fase inicial de crianza, otros resultados obtenidos por Griffiths et al. (85) sugieren que la utilización de dietas de baja

energía, pero consumidas "ad libitum", no se traduce en menos grasa abdominal. Es probable que sea más factible controlar esa acumulación a través de cambios en los niveles de proteína, conforme a lo demostrado por Pfaff y Austic (177), quienes encontraron una disminución en la grasa abdominal al aumentar la proteína de la dieta. Asimismo, eso no sería debido sólo a una disminución en el consumo de alimento conforme lo explicado anteriormente (20), sino a una disminución de ciertas enzimas involucradas en la síntesis de lípidos, cuando un exceso de proteína es ingerido (147). Thomas et al. (227), señalan que el nivel de proteína en la fase de finalización debe ser por lo menos de 19% para evitar una acumulación elevada de grasa, principalmente en las hembras.

Sin embargo, otros autores han logrado disminuir la cantidad de grasa abdominal, con sólo bajar los niveles de energía y manteniendo constante la proteína (64, 80, 119 y 140).

Otro aspecto importante es el relacionado con el tipo de grasa formada; se sabe que los carbohidratos producen grasa menos saturada, y por lo tanto más firme, que las producidas por grasas animales y aceites (8 y 60). Lo anterior resulta en lo que se conoce como pollo grasoso ("oily bird") y se debe, además de un exceso de ácido linoleico dietético, a la utilización de dietas con relación EM:PC muy largas (56 y 57).

## 2.9. FACTORES QUE AFECTAN LA COMPOSICION QUIMICA DE LA CANAL DE POLLOS DE ENGORDA

La importancia de informaciones detalladas sobre la composición química de la canal fue reconocida, hace varios años, por Michell et al. (146). A partir de ahí varios autores han buscado determinar la composición en cuanto a humedad, proteína, grasa y cenizas como una forma de medir la respuesta de los pollos frente a diferentes planes de alimentación y sistemas de crianza (178).

Más recientemente, estos datos han sido utilizados en modelos de simulación, bastante populares hoy día en estudios de nutrición, y de evaluación de sistemas de producción de pollos de engorda (110).

Asimismo, algunos de esos parámetros han sido utilizados para predecir los valores de otros; por ejemplo, Summers et al. (220) y Summers y Fisher (219), señalan que la utilización de la relación nitrógeno:humedad y lípidos:proteína de la canal (en base seca) puede ser utilizada para predecir la cantidad de grasa, proteína y cenizas en la misma canal. Como varias investigaciones han demostrado que la relación nitrógeno:humedad es afectada por la raza, estirpe, sexo y dieta, Edwards et al. (56) afirman que la relación existente entre proteína y lípidos de la canal, cuando es correctamente determinada, presenta mayores ventajas que las demás, como medida predictiva.

### 2.9.1. EDAD, SEXO Y ESTIRPE

Se ha encontrado (57) que a medida que aumenta la edad del ave hay un incremento en la proteína y una disminución en la humedad de la canal, tanto en machos como en hembras. Asimismo, con el avance de la edad hay una relación inversa entre la proteína y la grasa de la canal (53 y 178). Lepore y Marks (124), encontraron que la grasa de la canal aumenta rápidamente en el período comprendido entre la 6a. y 8a. semana de edad. También se sabe que en ese período, además de aumentar la grasa, aumenta la proteína y disminuye la humedad y cenizas de la canal (61).

En cuanto a diferencias relacionadas con el sexo y estirpe, Evans et al. (61), al comparar cinco estirpes comerciales de pollo de engorda, encontraron interacciones sexo vs. estirpe. El porcentaje de cenizas fue mayor en los machos que en las hembras de dos estirpes, mientras que en las tres restantes se encontró lo contrario. No se encontraron diferencias entre sexos para la humedad, pero sí entre estirpes. Sin embargo, la proteína fue más alta en las hembras que en los machos en cuatro de las cinco estirpes estudiadas.

### 2.9.2. SISTEMA DE ALOJAMIENTO

Young y Manoukas (241), encontraron que los pollos alojados en jaulas presentan mayores porcentajes de grasa corpo-

ral (11 a 19%) que aquellos criados en piso (8 a 12%).

Por su parte, Evans et al. (61) observaron que los pollos criados en jaula presentan mayores porcentajes de humedad y proteína y menores de grasa, en comparación con aquellos criados en piso.

### 2.9.3. NUTRICION

Fraps (71) fue el primer investigador en demostrar que la composición de la canal puede ser alterada a través de la manipulación de los niveles de energía y proteína de la dieta. A partir de este primer estudio, otros investigadores establecieron la relación existente entre el porcentaje de grasa y de humedad de la canal (134, 230 y 233). Sin embargo, Jackson et al. (112) afirman que los efectos de la dieta en los niveles de proteína de la canal en realidad son menores que lo relatado en la literatura.

Seaton et al. (207), encontraron un incremento en la grasa y una disminución en la humedad de la canal al aumentar el nivel de energía de la dieta, mientras que la proteína no fue afectada.

Para Summers et al. (220), al aumentar el nivel de proteína de la dieta hay un incremento en la proteína de la canal y una disminución de la grasa; asimismo, al aumentar el nivel de aceite, en la dieta, hay un incremento en la grasa de la canal. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores (56, 112 y 134). Hill y Dansky (100), lograron disminuir el porcentaje de grasa de la canal de 26.8 a 16.1% al bajar el nivel de energía de la dieta.

con cascavilla de avena. También se ha encontrado (52) que un cambio en la relación energía:proteína de la dieta resulta en un aumento en la grasa y en una disminución de la humedad de la canal. Asimismo, señalan que hay una correlación positiva entre la relación energía:proteína de la dieta con la grasa y negativa con la proteína y humedad de la canal. En México, Niankoy (162) no encontró diferencias en los porcentajes de humedad, proteína, grasa y cenizas de la canal de pollos alimentados con diferentes niveles de energía.

Marion y Woodroof (134), estudiaron el efecto del nivel de proteína y del tipo de grasa presente en la dieta, en el porcentaje de grasa y composición en ácidos grasos de los lípidos de la canal; se encontró una mayor cantidad de ácido palmítico, linoleico y linolénico y menos palmitoleico y oleico en la canal de los pollos alimentados con dietas con alto nivel de proteína; la adición de 5% de aceite de coco, grasa de res, o aceite de girasol, alteró la composición de los lípidos de la canal, o sea, los ácidos grasos presentes en mayores proporciones en la dieta también lo fueron en la canal.

## 2.10. DESARROLLO CELULAR DEL TEJIDO ADIPOSO

La principal función de los lípidos en el organismo está relacionada con el almacenamiento de energía. Este tipo de almacenamiento no altera el equilibrio osmótico del animal, y es virtualmente ilimitado, en comparación con otras formas, como por ejemplo, cuando se da a través de la acumulación de glucógeno.

Antes de la domesticación de los animales, la acumulación de grasa en el organismo representaba un papel importante en la supervivencia, ya que la energía era almacenada en forma de triglicéridos en épocas de nutrición adecuada, para ser movilizada como ácidos grasos en épocas de carencia. Con la domesticación y consecuente aporte regular de energía, esa acumulación dejó de ser una ventaja para traducirse en un problema.

A pesar de ser originalmente considerado como metabólicamente inerte, hoy se sabe que el tejido adiposo sufre constantes movilizaciones y reemplazamientos en respuesta a factores hormonales, nutricionales y neurales. Existe un intercambio continuo de triglicéridos en las células adiposas, como consecuencia de la acción de la lipasa. En muchos mamíferos los sitios más importantes de síntesis de ácidos grasos son el hígado, tracto gastro intestinal y el propio tejido adiposo. En contraste, en las aves, el tejido adiposo es relativamente incapaz de sintetizar sus ácidos grasos, los cuales lo son en el hígado; de ahí, son transportados para el tejido adiposo para ser acumulados (78, 125 y 164).

Varias investigaciones han demostrado que el aumento de los depósitos grasos durante el crecimiento del animal, se debe tanto a un aumento en el tamaño como en el número de los adipocitos (9, 83, 103, 104, 105, 116 y 126). En ratas, la fase de hiperplasia termina alrededor de la 15a. semana de vida (102 y 107), mientras que en aves se ha encontrado una interrupción de la misma a las 12-15 semanas de edad (106 y 177).

A pesar de que esta edad puede ser alterada por la nutrición (17, 133 y 177), existen algunas evidencias de que la hiperplasia puede persistir más allá de la madurez sexual. Los mamíferos, en cambio, sí son capaces de acumular lípidos a través de la hiperplasia, en edades adultas.

Sin embargo, los cambios en el tejido adiposo de las aves, antes de la madurez sexual todavía no están bien claros. Pfaf y Austic (177), señalan que hasta las siete semanas de edad el aumento en la cantidad de grasa se debe tanto a una hiperplasia como a una hipertrofia, predominando de ahí en adelante una hipertrofia. En contraste, March y Hansen (133) observaron que el tamaño de los adipocitos permanece constante hasta las seis semanas.

Por su parte, Hood (106) encontró que el número de adipocitos aumenta rápidamente, y el tamaño lentamente, hasta las 14 semanas y que de ahí en adelante el número permanece constante. Cherry *et al.* (36), encontraron evidencias de una hiperplasia antes de las cuatro semanas. Asimismo, dietas con una relación EM:PC baja disminuyeron la hipertrofia a partir de esa edad.

Fyn y Solvins (184), compararon el desarrollo celular de líneas

seleccionadas para ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia; el número de células adiposas fue mayor en la línea seleccionada para ganancia de peso y menor en la seleccionada para eficiencia alimenticia. Eso fue atribuido por diferencias en la tasa de crecimiento de las aves.

Por otra parte, existen dos métodos para determinar el tamaño y número de los adipocitos; a través de la determinación de DNA en el tejido adiposo y a través del conteo y medición de las células. Ambos métodos presentan desventajas (120): el uso de DNA, para estimar el número de adipocitos presenta el problema de que parte del mismo proviene de tejido conectivo de sostén, que contiene vasos sanguíneos intactos, macrófagos y otras células de tejido conectivo. El examen de una sección de tejido adiposo al microscopio, a su vez, lleva a errores pues hay una variación muy grande de acuerdo con el plan de corte. Los métodos que utilizan el conteo a través de contadores electrónicos ("Coulter Counter"), posterior a la liberación de los adipocitos del tejido conectivo, presentan la desventaja de no contar células menores de 25 milimicrones de diámetro (104).

### 3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

3.1. Evaluar la respuesta de pollos de engorda a diferentes niveles de energía, niveles de proteína y relaciones energía:proteína a través de la ganancia de peso, consumo de alimento, consumo de energía, consumo de proteína, conversión alimenticia, eficiencia energética, eficiencia proteica, rendimiento de canal y de las porciones, composición química de la canal y acumulación de grasa abdominal.

3.2. Determinar el nivel de energía, nivel de proteína y relación energía:proteína que resulta en mayores ingresos sobre los costos de alimentación.

3.3. Determinar el efecto del nivel de energía de la dieta, sobre los mecanismos de acumulación de lípidos en el tejido adiposo retroperitoneal, a través de la relación lípidos:DNA y DNA / peso vivo (indicadores de hipertrofia e hiperplasia, respectivamente).

#### 4. MATERIAL Y METODOS

---

##### 4.1. EXPERIMENTO 1.

Este experimento tuvo un carácter exploratorio y en el se buscó determinar los niveles de energía y proteína que presentan tendencias de mejores resultados, tanto para las características productivas como de canal.

##### 4.1.1. Local e instalaciones

El experimento se llevó a cabo en la Sección Experimental de Granjas Avícolas Rosana, ubicada en Tezoyuca, Estado de Morelos.

Las aves fueron alojadas en corrales, sobre piso, con dimensiones de 2 x 2.5 m y durante las tres primeras semanas de vida se utilizaron campanas de gas como fuente de calor. Para proveer agua y alimento se utilizaron bebederos automáticos y comederos tipo colgante, respectivamente.

##### 4.1.2. Animales

Fueron utilizados pollitos de la estirpe Indian River, no sexados, provenientes de una misma parvada de reproductoras. Las aves fueron distribuidas aleatoriamente en 16 lotes de 24 pollitos cada uno, dando un total de 384. Se identificaron al primer día de edad mediante placas metálicas en el ala derecha, numeradas secuencialmente.

#### 4.1.3. Tratamientos

Los tratamientos, en número de 16, lo constituyeron dietas con 2 niveles de energía metabolizable y 8 niveles de proteína, como se puede observar en el Cuadro 1.

Cada tratamiento fue asignado aleatoriamente a un lote de 24 aves; el experimento tuvo una duración de 56 días, dividido en dos fases: una de iniciación, de 1 a 35 días de edad y otra de finalización, de 36 a 56 días.

#### 4.1.4. Dietas experimentales

Son presentadas en los Cuadros 2 y 3 y fueron formuladas por programación lineal, usándose un programa de formulación de mínimo costo (96). Los niveles de los aminoácidos más críticos, calcio y fósforo, fueron adecuados al nivel de energía conforme ha sido sugerido por Scott et al. (206) y Waldroup et al. (238 y 239). Así, para cada Megacaloría de energía metabolizable se usó 3.33 g de lisina, 2.56 g de metionina + cistina, 3.0 g de calcio y 1.50 g de fósforo, en la fase de iniciación. En la fase de finalización estos niveles fueron, respectivamente, de 2.79 g, 2.25 g, 2.97 g y 1.35 g, de acuerdo con las recomendaciones de McGinnis y Quest (136). Sin embargo, como se puede observar en los Cuadros 2 y 3 los niveles de lisina del tratamiento 1 fueron ligeramente superiores a los demás.

Antes de la formulación y preparación de las dietas los ingredientes fueron analizados químicamente en cuanto a materia

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CUADRO 1.

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO 1

TRATAMIENTO	INICIACION			FINALIZACION		
	1	2		1	2	
	EM	PC	EM:PC	EM	PC	EM:PC
1	2900	25	116	3000	22	136
2	2900	24	120	3000	21	142
3	2900	23	126	3000	20	150
4	2900	22	131	3000	19	157
5	2900	21	136	3000	18	166
6	2900	20	145	3000	17	176
7	2900	19	152	3000	16	187
8	2900	18	161	3000	15	200
9	3100	25	124	3200	22	145
10	3100	24	129	3200	21	152
11	3100	23	134	3200	20	160
12	3100	22	140	3200	19	168
13	3100	21	147	3200	18	177
14	3100	20	155	3200	17	188
15	3100	19	163	3200	16	200
16	3100	18	172	3200	15	213

1= Energía Metabolizable (kcal/kg)

2= Proteína Cruda (%)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 2.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS EN LA FASE DE INICIACION, EN EL EXPERIMENTO 1 (a)

INGREDIENTES	T R A T A M I E N T O S															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SORGO, MELIDO	55.45	57.16	59.65	61.95	63.67	65.34	67.38	69.39	48.19	51.94	55.34	58.40	61.47	64.55	67.64	70.72
PASTA DE SOYA	19.79	16.18	17.64	17.83	14.14	10.43	8.60	7.66	16.68	21.59	22.40	19.84	17.38	14.72	12.16	9.60
PASTA DE AJONJOLI	8.90	6.63	3.61	3.60	5.49	7.39	8.00	8.00	13.73	5.17	1.18	0.95	0.72	0.49	0.26	0.03
PASTA DE GIRASOL	2.12	2.86	3.60	3.60	5.49	7.39	8.00	8.00	13.73	5.17	1.18	0.95	0.72	0.49	0.26	0.03
GLUTEN DE MAIZ	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
HAR. DE PESCADO	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
ACEITE HIDROL.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
ROCA FOSFORICA	1.86	1.89	2.16	2.45	2.48	2.48	2.49	2.50	2.33	2.45	2.53	2.58	2.64	2.69	2.74	2.79
DL-METIONINA	---	0.02	0.08	0.12	0.16	0.18	0.22	0.26	0.02	0.10	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31
L-LISINA HCl	---	---	---	0.02	0.10	0.18	0.23	0.27	0.05	---	---	0.01	0.06	0.15	0.22	0.29
PREMEZCLA (b)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ANÁLISIS CALCULADO

ENERGÍA METAB.	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	2900	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
PROTEÍNA (%)	25.00	24.00	23.00	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	25.00	24.00	23.00	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00
ENHFC	116	120	126	131	136	145	152	161	124	129	134	140	147	155	163	172
LISINA (%)	1.20	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21	1.21
MEI. + DIST. (%)	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
CALCIO TOTAL (%)	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.18	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
FOSFORO DIÉS. (%)	0.46	0.44	0.47	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
COSTO/kg (Pesos)	18.97	18.43	18.15	17.90	17.68	17.47	17.25	17.04	21.02	20.81	20.24	19.90	19.56	19.22	18.88	18.53

a = 1 a 35 días de edad.

b = Composición de la premezcla como se muestra en el Cuadro 4.

CUADRO 3.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS EN LA FASE DE FINALIZACION, EN EL EXPERIMENTO 1 (A)

INGREDIENTES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SORGO, MOLIDO	62.43	65.87	68.77	71.30	72.98	74.67	76.35	78.52	56.06	59.34	62.43	65.50	68.58	71.66	74.61	77.51
PASTA DE SOYA	7.90	9.56	9.90	11.55	7.85	4.15	0.45	---	11.50	11.07	6.51	5.95	3.39	0.83	---	---
PASTA DE AJONJOLÍ	13.27	8.33	4.96	---	---	---	---	---	10.56	7.95	7.72	7.49	7.26	7.03	4.93	1.92
PASTA DE GIRASOL	---	---	---	0.31	2.20	4.10	5.99	5.66	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
GLUTEN DE MAIZ	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
HAR. DE PESCADO	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
ACEITE HIDROL.	0.53	0.21	---	---	---	---	---	---	5.60	5.22	4.77	4.33	3.89	3.45	3.15	2.93
ROCA FOSFORICA	1.87	2.03	---	2.31	2.73	2.74	2.76	2.77	2.28	2.95	2.40	2.45	2.80	2.55	2.75	3.00
DL- METIONINA	---	---	0.04	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	---	0.04	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.26
L-LISINA HCl	---	---	0.22	0.20	0.10	0.18	0.26	0.29	---	0.03	0.10	0.17	0.24	0.31	0.35	0.38
PREMEZCLA (b)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ANALISIS CALCULADO	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
ENERGIA METAB.	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
PROTEINA (%)	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00	16.00	15.00	22.00	21.00	20.00	19.00	18.00	17.00	16.00	15.00
EM:PC	136	142	150	157	166	176	187	200	145	152	160	168	177	188	200	213
LISINA (%)	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
MET + CIST. (%)	0.81	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
CALCIO TOTAL (%)	1.04	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.09	1.04	1.04	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06
FOSFORO DISP. (%)	0.45	0.45	0.47	0.50	0.49	0.49	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.45	0.48	0.48	0.49	0.50
COSTO/kg (Pesos)	17.34	16.61	16.24	15.97	15.75	15.54	15.32	15.11	19.09	18.71	18.37	18.03	17.69	17.35	17.02	16.71

a- 30 a 56 dias de edad.

b- Composición de la premezcla como se muestra en el Cuadro 4.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

seca, proteína, extracto etéreo, cenizas, calcio y fósforo. Los niveles de energía fueron tomados de tablas (96) y la composición de la premezcla se presenta en el Cuadro 4.

#### 4.1.5. Controles efectuados

##### 4.1.5.1. Ganancia de peso

Las aves fueron pesadas individualmente en el inicio y final de cada fase experimental y de esta manera se obtuvo, por diferencia, la ganancia de peso en la fase de iniciación, fase de finalización y en el período total (1 a 56 días de edad).

##### 4.1.5.2. Consumo de alimento

Para cada tratamiento se asignó una cantidad fija de alimento, el cual fue proporcionado paulatinamente, pesándose los residuos al final de cada fase.

##### 4.1.5.3. Conversión alimenticia

Fue calculada tomándose como base el consumo de alimento del lote dividido por la ganancia de peso, en cada fase experimental y en el período total.

##### 4.1.5.4. Consumo de energía

Se tomó el consumo de alimento, en cada

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

fase, multiplicado por las kilocalorías de energía respectivas, contenidas en la dieta.

#### 4.1.5.5. Consumo de proteína

Se consideró el consumo de alimento, multiplicado por el contenido proteico de la dieta respectiva, en cada fase experimental.

#### 4.1.5.6. Eficiencia energética

Se calculó dividiendo el consumo de energía, en kilocalorías, por la ganancia de peso.

#### 4.1.5.7. Eficiencia proteica

Se calculó dividiendo el consumo de proteína, en gramos, por la ganancia de peso.

#### 4.1.5.8. Ganancia económica por kilo de carne producida

Se utilizaron los datos de ganancia de peso y consumo de alimento en la fase de iniciación y finalización, costo de las dietas respectivas y precio de venta del pollo vivo. La resolución del problema por el procedimiento matemático se hizo a través de la siguiente función:

$$f = (\text{Peso del pollo} \times \text{Precio de venta}) - (\text{Consumo de alimento} \times \text{Precio de la dieta}).$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 4.

COMPOSICION DE LA PREMEZCLA UTILIZADA EN LA  
(a)  
FORMULACION DE LAS LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTE	INICIACION	FINALIZACION
VIT. A (UI)	9'000,000.00	4'000,000.00
VIT. D3 (UI)	2'000,000.00	1'000,000.00
VIT. E (UI)	6,000.00	4,000.00
MENADIONA BIS.SODICO (g)	4.00	3.50
RIBOFLAVINA (mg)	4,850.00	4,850.00
VIT. B12 (mg)	9,900.00	4,950.00
NIACINA (g)	20.00	18.00
D-PANTOT. DE CALCIO(g)	18.00	8.10
CLORURO DE COLINA 50% (g)	700.00	---
MANGANESO (ppm)	55.00	55.00
ZINC (ppm)	51.00	51.00
FIERRO (ppm)	25.00	25.00
COBRE (ppm)	5.00	5.00
COBALTO (ppm)	0.50	0.50
YODO (ppm)	1.00	1.00
CLORURO DE SODIO (g)	2,500.00	2,500.00

a= Cantidades adicionados por tonelada de alimento.

CUADRO 5

PRECIO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA  
FORMULACION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTE	PRECIO/KILO (1)
SORGO	8.50
PASTA DE SOYA	31.00
PASTA DE GIRASOL	29.00
GLUTEN DE MAIZ	18.50
GLUTEN DE SORGO	38.00 (*)
HARINA DE PESCADO	38.00
ACEITE HIDROLIZADO	45.00
ROCA FOSFORICA	6.00
CARBONATO DE CALCIO	2.50
DL-METIONINA	600.00
L-LISINA HCl	338.00

1= Precios promedios en el mercado, en febrero de 1983

\*= Precio en marzo de 1984

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los precios de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas son presentados en el Cuadro 5 y son precios promedios encontrados en el mercado en febrero de 1983, así como el precio del pollo vivo, que fue de 80.00 pesos/kilo.

#### 4.1.5.9. Evaluación de la canal

Para las diferentes determinaciones en la canal se utilizó una muestra de 8 aves por tratamiento (4 machos y 4 hembras), escogidas al azar a los 56 días para su sacrificio en rastro después de un período de ayuno de 14 horas.

Las aves fueron sacrificadas en el rastro de la Cia. RAMVEL, ubicado en Amecameca, Estado de México, distante 120 km de la granja experimental.

Las aves fueron pesadas individualmente antes del sacrificio e identificadas mediante anillos en la pata; el peso fue apuntado y utilizado posteriormente para el cálculo de los rendimientos, en porcentaje. Después de sacrificadas, desplumadas y hecha la limpieza de rutina las canales, sin eviscerar, fueron enfriadas en hielo por 3 horas. A seguir, fueron pesadas y de esa manera se obtuvo el porcentaje de canal no eviscerada ("tipo mercado"); inmediatamente fueron evisceradas, pesadas y destazadas; pesándose separadamente la pechuga, alas, muslos + piernas, rabadilla, hígado, molleja, corazón y grasa abdominal.

Los pesos respectivos fueron utilizados para el cálculo de los rendimientos, en porcentajes, tomándose como base

el peso vivo antes del sacrificio. Fue considerada como grasa abdominal, la grasa adherente a la molleja y corazón y la grasa presente en la región retroperitoneal (región de la bolsa de Fabricio). La grasa abdominal fue quitada antes de pesar la canal eviscerada.

#### 4.1.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico

Se hizo solamente un análisis descriptivo de los resultados encontrados mediante el uso del paquete estadístico "Statistical Analysis System" - SAS - (201), presentándose los promedios por tratamiento, el coeficiente de variación (C.V.) y la desviación estandar (DE), por cada nivel de energía.

## 4.2. EXPERIMENTO 2

En este experimento, también exploratorio, se aumentaron los niveles de energía y disminuyeron los de proteína, utilizados en el experimento 1, como una manera de ampliar la búsqueda de tendencias resultantes del empleo de diferentes niveles de energía y proteína en la dieta, sobre las características productivas.

### 4.2.1. Local e instalaciones

Los descritos en el experimento 1.

### 4.2.2. Animales

Con las características descritas en el experimento 1.

### 4.2.3. Tratamientos

Los tratamientos, en número de 16, estuvieron constituidos por dietas con 4 niveles de energía metabolizable y 4 niveles de proteína y pueden ser observados en el Cuadro 6. Como en el experimento anterior, los 16 tratamientos fueron asignados aleatoriamente a los 16 lotes de 24 aves cada uno. El experimento tuvo una duración de 35 días, probándose las dietas experimentales sólo en la fase de iniciación (1 a 35 días de edad).

### 4.2.4. Dietas experimentales

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
DIFERENTES USADAS EN EL EXPERIMENTO 2 (a)

TRATAMIENTO	ENERGIA (Kcal/kg)	PROTEINA (%)	EM:PC
1	2900	24	120
2	2900	23	126
3	2900	22	131
4	2900	21	136
5	3000	24	125
6	3000	23	130
7	3000	22	140
8	3000	21	143
9	3100	24	129
10	3100	23	134
11	3100	22	140
12	3100	21	147
13	3200	24	133
14	3200	23	139
15	3200	22	145
16	3200	21	152

a= Fase de Iniciación (1 a 35 días) .

CUADRO 7.

## COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO 2 (a)

INGREDIENTS	T R A T A M I E N T O S															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SURCOO, MOLIDO	57.13	59.65	61.95	63.67	55.30	58.40	61.61	64.69	51.94	55.34	58.40	61.47	52.07	55.43	58.51	61.58
PASTA DE SOYA	16.18	17.54	17.83	14.14	19.18	18.30	15.75	13.19	21.59	22.40	19.84	17.28	12.93	13.59	11.03	8.47
PASTA DE AJONJOLÍ	8.63	3.61	---	---	7.16	5.05	4.82	4.58	5.17	1.18	0.95	0.72	10.04	6.22	5.99	5.76
PASTA DE GIRASOL	2.12	2.86	3.60	5.49	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
GLUTEN DE MAÍZ	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
HAF, PES, FESGADO	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
ACEITE HIDROL.	---	---	---	---	2.12	1.72	1.26	0.84	4.75	4.40	3.96	3.52	6.00	5.84	5.20	4.78
ROCA FOSFORICA	1.89	2.16	2.45	2.45	2.18	2.25	2.30	2.33	2.45	2.53	2.98	2.64	1.81	1.89	1.93	1.79
DL-METIONINA	0.02	0.08	0.13	0.16	0.06	0.10	0.13	0.17	0.10	0.16	0.19	0.22	0.08	0.13	0.17	0.20
L-LISINA HCl	---	---	0.02	0.10	---	0.04	0.11	0.18	---	0.01	0.08	0.15	0.08	0.10	0.17	0.24
PREMEZCLA BSA	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ANÁLISIS CALCULADO																
ENERGÍA METAB.	2900	2900	2900	2900	3000	3000	3000	3000	3100	3100	3100	3100	3200	3200	3200	3200
PROTEÍNA (%)	24.00	23.00	22.00	21.00	24.00	23.00	22.00	21.00	24.00	23.00	22.00	21.00	24.00	23.00	22.00	21.00
ERFPC	120	126	131	136	125	130	140	143	129	134	140	147	133	139	148	152
LISINA (%)	1.13	1.13	1.13	1.13	1.17	1.17	1.17	1.17	1.21	1.21	1.21	1.21	1.25	1.25	1.25	1.25
NET. + CIST. (%)	0.87	0.87	0.87	0.87	0.90	0.90	0.90	0.90	0.93	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96
CALCULO TOTAL (%)	0.99	0.96	0.96	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.11	1.06	1.06	1.06
FOSFORO DISP. (%)	0.46	0.47	0.49	0.49	0.48	0.48	0.48	0.48	0.50	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51
COSTO/kg (Pesos)	18.43	18.15	17.90	17.68	19.46	19.10	18.75	18.41	20.61	20.24	19.90	19.56	21.28	20.51	20.57	20.23

a= Fase de iniciación (1 a 35 días)

b= Composición de la premezcla como se muestra en el Cuadro 4.

Son presentadas en el Cuadro 7 y fueron formuladas y preparadas como se describió en el experimento 1.

4.2.5. Controles efectuados

- 4.2.5.1. Ganancia de peso
- 4.2.5.2. Consumo de alimento
- 4.2.5.3. Conversión alimenticia
- 4.2.5.4. Consumo de energía
- 4.2.5.5. Consumo de proteína
- 4.2.5.6. Eficiencia energética
- 4.2.5.7. Eficiencia proteica
- 4.2.5.8. Ganancia económica por kilo de carne  
producida

Como fue descrito en el experimento 1.

4.2.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico

Como fue descrito en el experimento 1.

### 4.3. EXPERIMENTO 3

El objetivo principal de este experimento, fue determinar el efecto del nivel de energía metabolizable y proteína de la dieta, así como de la relación EM:PC sobre las características productivas y de la canal, usándose los niveles que presentaron tendencias de mejores resultados en el experimento 1. Asimismo, como en la fase de finalización ocurre un mayor consumo de alimento, y por lo tanto con mayores repercusiones en el costo de producción, y como algunos autores han sugerido que la cantidad de grasa abdominal puede ser controlada con la manipulación de los niveles nutricionales (14), las dietas experimentales fueron probadas sólo en la fase de finalización.

#### 4.3.1. Local e instalaciones

Descritos en el experimento 1.

#### 4.3.2. Animales

Se utilizaron 432 pollos, mitad machos y mitad hembras, de la estirpe Indian River, distribuidos en 18 lotes de 24 aves cada uno y con las características descritas en el experimento 1.

Durante la fase de iniciación (1 a 28 días de edad) todas las aves recibieron igual manejo y una dieta con 3100 Kcal, de energía metabolizable, y 23% de proteína (niveles que presentaron tendencias de mejores resultados en los experimentos 1 y 2)

#### 4.3.3. Tratamientos

Los tratamientos, en número de 6, estuvieron constituidos por dietas con 2 niveles de energía y 3 niveles de proteína y son presentados en el Cuadro 8. La duración del experimento fue de 28 días (29 a 56 días de edad).

#### 4.3.4. Dietas experimentales

Son presentadas en el Cuadro 9 y fueron formuladas y preparadas como se señaló en el experimento 1.

#### 4.3.5. Controles efectuados

4.3.5.1. Ganancia de peso

4.3.5.2. Consumo de alimento

4.3.5.3. Conversión alimenticia

4.3.5.4. Consumo de energía

4.3.5.5. Consumo de proteína

4.3.5.6. Eficiencia energética

4.3.5.7. Eficiencia proteica

4.3.5.8. Ganancia económica por kilo de carne  
producida

Como se describió en el experimento 1.

4.3.5.9. Rendimiento de canal "tipo mercado", canal  
eviscerada y porcentaje de grasa abdominal

**LEGIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

CUADRO 8.

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO 3 (a).

TRATAMIENTOS	NIVEL DE ENERGIA	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC
1	2900	20	145
2	2900	19	152
3	2900	18	161
4	3100	20	155
5	3100	19	163
6	3100	18	172

a= Fase de finalización (29 a 56 días)

## CUADRO 9.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
 UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO 3 (\*)

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
SORGO, MOLIDO	66.411	68.591	71.285	67.789	71.098	74.306
PASTA DE SOYA	9.732	7.259	6.813	12.169	9.958	7.075
PASTA DE AJONJOLI	5.933	4.030	-----	0.844	-----	-----
PASTA DE GIRASOL	5.878	7.923	9.391	-----	-----	-----
GLUTEN DE MAIZ	2.000	2.000	2.000	6.000	6.000	6.000
HARINA DE PESCADO	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
ACEITE HIDROL.	-----	-----	-----	2.365	1.923	1.451
ROCA FOSFORICA	1.864	1.899	1.969	2.473	2.536	2.590
CARBONATO CALCIO	0.183	0.258	0.412	0.295	0.318	0.308
DL-METIONINA	-----	0.041	0.098	0.066	0.102	0.131
L-LISINA HCl	-----	-----	0.032	-----	0.065	0.139
PREMEZCLA (**)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

## ANALISIS CALCULADO

ENERGIA (Kcal/Kg)	2900	2900	2900	3100	3100	3100
PROTEINA (%)	20.00	19.00	18.00	20.00	19.00	18.00
EM:PC	145	152	161	155	163	172
LISINA (%)	0.960	0.900	0.900	0.960	0.960	0.960
MET.+ CISTINA(%)	0.725	0.725	0.725	0.775	0.775	0.775
CALCIO TOTAL (%)	0.960	0.960	0.960	1.020	1.020	1.020
FOSFORO DISP. (%)	0.435	0.435	0.435	0.460	0.460	0.460
COSTO/KILO (M/N)	15.496	14.990	14.646	16.659	16.279	15.910

\* = Fase de finalización (29 a 56 días).

\*\*= Composición de la premezcla, ya presentada en el Cuadro 4.

Se evaluaron como se mencionó en el experimento 1, con excepción de que el período de ayuno fue de 6 horas y que se tomó como base para el cálculo el peso vivo de las aves al inicio del período de ayuno. Asimismo, se utilizó una muestra de 12 aves por réplica (6 machos y 6 hembras), con un total de 36 aves por tratamiento.

#### 4.3.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico.

Para las características productivas, se utilizó un modelo completamente al azar con seis tratamientos y tres réplicas de 24 aves cada una, por tratamiento, en un arreglo factorial 2 X 3 (2 niveles de energía y 3 de proteína). El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + (EP)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Ganancia de peso o consumo de alimento o conversión alimenticia o consumo de energía o consumo de proteína o eficiencia energética o eficiencia proteica o ganancia económica por kilo de carne producida.

$\mu$  = Media general

$E_i$  = Efecto del  $i$ ésimo nivel de energía

$$E = 0$$

$$i = 1, 2$$

P = Efecto del  $i$ ésimo nivel de proteína  
j

$$E = 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

(EP) = Interacción del  $i$ ésimo nivel de energía con el  $j$ ésimo nivel de proteína  
ij

e = Error aleatorio  
ijkl

Para las características de la canal se utilizó un arreglo factorial 2 x 3 x 2 (2 niveles de energía, 3 niveles de proteína y 2 sexos) con 3 réplicas de 6 aves cada una; el modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + P_j + (EP)_{ij} + S_k + (ES)_{ik} + (PS)_{jk} + (EPS)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Donde:

Y<sub>ijkl</sub> = Rendimiento de canal "tipo mercado", canal eviscerada y grasa abdominal

$\mu$  = Media General

E<sub>i</sub> = Efecto del  $i$ ésimo nivel de energía

$$E = 0$$

$$i = 1, 2$$

P<sub>j</sub> = Efecto del  $j$ ésimo nivel de proteína

$$P = 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

(EP)<sub>ij</sub> = Interacción del <sup>i</sup>ésimo nivel de energía con el <sup>j</sup>ésimo nivel de proteína

S<sub>k</sub> = Efecto del <sup>k</sup>ésimo sexo

$$S = 0$$

$$k = 1, 2$$

(ES)<sub>ik</sub> = Interacción del <sup>i</sup>ésimo nivel de energía con el <sup>k</sup>ésimo sexo

(PS)<sub>jk</sub> = Interacción del <sup>j</sup>ésimo nivel de proteína con el <sup>k</sup>ésimo sexo

(EPS)<sub>ijk</sub> = Triple interacción

e<sub>ijkl</sub> = Error aleatorio

Las diferencias entre los promedios de los tratamientos fueron comparadas a través de la prueba de Tukey (201). Tanto para las características productivas como de canal, los grados de libertad para el efecto de la proteína fueron desdoblados, buscándose un efecto lineal o cuadrático; los resúmenes del análisis de la varianza llevado a cabo pueden ser observados en los Cuadros 57 y 58, donde se presentan: fuente de variación (FV), cuadrado medio (CM), nivel de significancia estadística (Sig.), coeficientes de variación (C.V.), promedio general (Prom.General) y desviación estándar (DE). Niveles de significancia superiores al 5% no fueron aceptados como estadísticamente significativos.

#### 4.4. EXPERIMENTO 4

El objetivo principal de este experimento, fue verificar el efecto de la concentración energética de la dieta sobre las características productivas y de canal (especialmente sobre la grasa abdominal), pero intentando eliminar el efecto de la relación energía:proteína, dejándola fija en 155:1.

##### 4.4.1. Local e instalaciones

Descritos en el experimento 1.

##### 4.4.2. Animales

Se utilizaron 360 pollos con 28 días de edad, mitad machos y mitad hembras, de la estirpe Indian River; fueron distribuidos en 15 lotes de 24 aves cada uno, como se describió en el experimento 1.

Como en el experimento anterior, en el período de 1 a 28 días de edad todas las aves recibieron una dieta con 23% de proteína y 3100 kcal/kg de energía metabolizable.

##### 4.4.3. tratamientos

Los tratamientos, en número de 5, son presentados en el Cuadro 10 y lo constituyeron dietas con 5 concentraciones energéticas.

La duración del experimento fue de 28 días (29 a 56 días de edad).

CUADRO 10.

---

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
(\*)  
DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO 4

TRATAMIENTOS	NIVEL DE ENERGIA	** DE PROTEINA	EM:PC
1	2800	18.06	155
2	2900	18.71	155
3	3000	19.35	155
4	3100	20.00	155
5	3200	20.64	155

\*= Fase de finalización (29 a 56 días).

\*\*= En Kcal/Kg

CUADRO 11.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO 4 (\*)

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
SORGO, MOLIDO	66.432	69.918	70.904	67.801	61.890
PASTA DE SOYA	13.092	8.139	11.027	12.169	12.730
PASTA DE AJONJOLI	-----	-----	2.969	0.840	3.351
PASTA DE GIRASOL	12.000	8.000	-----	-----	-----
GLUTEN DE MAIZ	1.192	3.104	4.000	6.000	6.000
HARINA DE PESCADO	3.000	7.000	7.000	7.000	7.000
ACEITE HIDROL.	-----	-----	0.362	2.361	5.145
ROCA FOSFORICA	3.152	2.873	2.679	2.473	2.678
CARBONATO CALCIO	-----	-----	-----	0.295	0.152
DL-METIONINA	0.111	0.066	0.059	0.061	0.055
L-LISINA HCl	0.021	-----	-----	-----	-----
PREMEZCLA (**)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
ANALISIS CALCULADO					
ENERGIA (Kcal/kg)	2800	2900	3000	3100	3200
PROTEINA (%)	18.060	18.710	19.350	20.000	20.640
EM:PC	155	155	155	155	155
LISINA (%)	0.870	0.900	0.930	0.960	0.990
MET.+ CISTINA (%)	0.700	0.720	0.750	0.770	0.800
CALCIO TOTAL (%)	0.920	0.996	0.990	1.020	1.060
FOSFORO DISP. (%)	0.457	0.505	0.480	0.460	0.480
COSTO/KILO (M/N)	14.655	14.883	15.627	16.658	18.056

\* = Fase de finalización (29 a 56 días).

\*\*= Composición de la premezcla ya presentada en el  
Cuadro 4.

#### 4.4.4. Dietas experimentales

Son presentadas en el Cuadro 11 y fueron formuladas y preparadas como se describió en el experimento 1.

#### 4.4.5. Controles efectuados

Los mencionados en el experimento 3. Para la determinación de los porcentajes de canal y de grasa abdominal se siguieron los mismos criterios descritos en el experimento 3, con excepción de que el tamaño de la muestra fue de 14 aves por réplica (7 machos y 7 hembras), con un total de 42 aves por tratamiento. El período de ayuno antes del sacrificio fue de 6 horas.

#### 4.4.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico

Para las características productivas, se utilizó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 3 réplicas de 24 aves, cada una, por tratamiento. Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el paquete mencionado en el experimento 1 (201) y el modelo empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Ganancia de peso o consumo de alimento o conver-

si3n alimenticia o consumo de energa o consumo de protea o eficiencia energtica o eficiencia proteica o ganancia econ3mica por kilo de carne producida.

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ ésimo tratamiento

$$T_i = 0$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$e_{ij}$  = Error aleatorio

Para el análisis estadístico de las características de canal se utilizó un arreglo factorial 5 x 2 (5 niveles de energía y 2 sexos), con 3 réplicas de 7 aves cada una, por tratamiento; el modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + (TS)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ ésimo tratamiento

$$T_i = 0$$

$$i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$S_j$  = Efecto del  $j$ ésimo sexo

$$S = 0$$

$$j = 1, 2$$

(TS)<sub>ij</sub> = Interacción del <sub>sexo</sub> <sup>ésimo</sup> tratamiento con el <sup>ésimo</sup> <sub>j</sub>

e<sub>ijk</sub> = error aleatorio

Las diferencias entre los promedios de los tratamientos fueron comparadas a través de la prueba de Tukey (201). Asimismo, tanto para las características productivas como de canal, los grados de libertad de tratamiento fueron desdoblados buscándose el efecto lineal o cuadrático (Cuadros 59 y 60) y se tomó como unidad experimental el promedio de la réplica y no el ave.

#### 4.5. EXPERIMENTO 5

El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de la relación energía:proteína de la dieta sobre las características productivas y de canal, principalmente sobre la acumulación de grasa abdominal y composición química de la canal. Asimismo, se buscó determinar cual de los parámetros - grasa abdominal o gravedad específica de la canal-, es más efectivo para estimar la cantidad total de grasa en la canal eviscerada.

##### 4.5.1. Local e instalaciones

Descritos en el experimento 1.

##### 4.5.2. Animales

Como se señaló en el experimento 4.

##### 4.5.3. Tratamientos

Los tratamientos, en número de 5, son presentados en el Cuadro 12 y lo constituyeron dietas con 5 relaciones energía:proteína.

##### 4.5.4. Dietas experimentales

Son presentadas en el Cuadro 13 y fueron formuladas y preparadas como se mencionó en el experimento 1.

CUADRO 12.

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO 5<sup>(\*)</sup>

TRATAMIENTOS	NIVEL DE ENERGIA <sup>**</sup>	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC
1	2800	20.00	140
2	2900	20.00	145
3	3000	20.00	150
4	3100	20.00	155
5	3200	20.00	160

\* - Fase de finalización (29 a 56 días)

\*\* - En Kcal/Kg

CUADRO 13.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
(\*)  
UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO 5

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
SORBO, MOLIDO	63.272	66.411	68.716	67.789	64.349
PASTA DE SOYA	7.703	9.732	9.679	12.169	13.554
PASTA DE AJONJOLI	0.673	5.933	6.919	0.844	-----
PASTA DE GIRASOL	16.382	5.878	-----	-----	-----
GLUTEN DE MAIZ	2.000	2.000	4.000	6.000	6.000
HARINA DE PESCADO	7.000	7.000	7.000	7.000	7.000
ACEITE HIDROL.	-----	-----	0.389	2.365	4.966
ROCA FOSFORICA	1.513	1.864	2.218	2.473	2.570
CARBONATO CALCIO	0.457	0.183	0.069	0.295	0.276
DL-METIONINA	-----	-----	0.010	0.066	0.098
L-LISINA HCl	-----	-----	-----	-----	0.008
PREMEZCLA (**)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
<b>ANALISIS CALCULADO</b>					
ENERGIA (Kcal/Kg)	2800	2900	3000	3100	3200
PROTEINA (%)	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
EM:PC	140	145	150	155	160
LISINA (%)	0.969	0.960	0.930	0.960	0.990
MEF. + CISTINA (%)	0.700	0.725	0.750	0.775	0.800
CALCIO TOTAL (%)	0.920	0.960	0.990	1.020	1.060
FOSFORO DISP. (%)	0.420	0.435	0.450	0.460	0.480
COSTO/KILO (pesos)	15.004	15.496	15.863	16.659	17.775

\* = Fase de finalización (29 a 56 días).

\*\* = Composición de la premezcla ya presentada en el

Cuadro 4.

#### 4.5.5. Controles efectuados

Fueron los ya descritos en el experimento 3; para la determinación del rendimiento de canal "tipo mercado" y del porcentaje de grasa abdominal, el tamaño de la muestra utilizada fue de 14 aves por réplica ( 7 machos y 7 hembras), con un total de 42 aves por tratamiento. Igual que en los experimentos 3 y 4 , el período de ayuno antes del sacrificio fue de 6 horas. Además, se hicieron las siguientes mediciones para el control de:

- 4.5.5.1. Rendimiento de canal eviscerada
- 4.5.5.2. Rendimiento de las porciones de la canal
- 4.5.5.3. Análisis químico de la canal
- 4.5.5.4. Gravedad específica de la canal

Para estas variables se utilizó una muestra de 4 canales por réplica (2 machos y 2 hembras), con un total de 12 por tratamiento, apartadas aleatoriamente del grupo de canales utilizadas para la determinación de grasa abdominal.

Los porcentajes de las porciones de la canal - pechuga, alas, muslos + piernas, rabadilla, patas, cabeza, cuello, hígado, molleja y corazón - fueron calculados como se describió en el experimento 1, tomándose como base el peso vivo en el inicio del período de ayuno ( 6 horas).

Para la determinación de la gravedad específica se utilizaron las canales evisceradas (después de quitada la grasa abdominal); fueron inicialmente pesadas (peso en el aire) y posteriormente

pesadas de nuevo dentro de una cubeta con agua, cuya densidad era igual a 1 (peso en el agua).

El resultado final fue calculado usándose la siguiente fórmula (59):

$$\text{Gravedad Específica} = \frac{\text{Peso en el aire}}{(\text{Peso en el aire} - \text{Peso en el agua})}$$

A continuación, las canales fueron secadas con papel absorbente, destazadas, pesadas las porciones y estas fueron almacenadas en un congelador a -12 C para posterior determinación de la composición química de la canal.

Para la determinación de humedad, proteína, grasa (extracto etéreo) y cenizas se practicó el siguiente procedimiento: las canales destazadas fueron picadas con sierra eléctrica y molidas dos veces en un molino de carnicería marca "Hobbbard", quitándose antes los picos y patas. Luego fueron homogenizadas y se apartó una muestra de alrededor de 250 g, para las determinaciones químicas. Antes de los análisis químicos, realizados de acuerdo con las normas de la Association of Official Agricultural Chemists (15), las muestras fueron descongeladas a temperatura ambiente.

Para la determinación de humedad, las muestras fueron colocadas en estufa ventilada por 24 horas, a 100 C; la determinación de grasa se hizo en un aparato "Soxlet", usándose éter como solvente, por un período de 4 horas. Todas las determinaciones químicas se hicieron por duplicado. Tanto para las determinaciones

químicas en la canal como para la gravedad específica, se utilizaron canales evisceradas y sin grasa abdominal, ya que esta fue apartada para otras determinaciones que finalmente no fueron realizadas por problemas técnicos.

#### 4.5.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico.

Para las características productivas, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 5 tratamientos y 3 réplicas de 24 aves cada una por tratamiento; para las características de canal, se empleó un arreglo factorial  $5 \times 2$  (5 niveles de energía y 2 sexos), con 3 réplicas por tratamiento. El número de aves por réplica fue de 7 para el porcentaje de grasa abdominal y de canal "tipo mercado" y de 4 para los rendimientos de canal eviscerada y de las porciones, así como para el análisis químico de la canal.

Tanto para las características productivas, como de la canal, los modelos estadísticos utilizados fueron similares a los detallados en el experimento 4 y el esquema del análisis de la varianza llevado a cabo se muestra en los Cuadros 61 y 62. Asimismo, igual que en los experimentos 3 y 4, para el análisis de la varianza se consideró como unidad experimental el promedio de la réplica y no el ave o la determinación química.

#### 4.6. EXPERIMENTO 6

El objetivo principal de este experimento fue estudiar el desarrollo del tejido adiposo en cuanto a la multiplicación y crecimiento de los adipocitos, como consecuencia de la utilización de dietas con un nivel alto y otro bajo de energía.

##### 4.6.1. Local e instalaciones

Los descritos en el experimento 1.

##### 4.6.2. Animales

Fueron utilizados 240 pollitos de engorda Indian River de un día de edad, no sexados y divididos en 6 lotes de 40 aves cada uno, conforme lo descrito en el experimento 1.

##### 4.6.3. Tratamientos

Los tratamientos, en número de 2, lo constituyeron dietas con 2900 y 3200 Kcal de EM y pueden ser observados en el Cuadro 14. La duración del experimento fue de 56 días y para efecto de control fue dividido en tres fases: 1 a 14, 15 a 35 y 36 a 56 días. Las dietas de iniciación y de finalización (Cuadro 17) fueron suministradas durante el período de 1 a 35 y de 36 a 56 días, respectivamente.

##### 4.6.4. Dietas experimentales

Formuladas y preparadas como se menciona en el expe-

CUADRO 14.

NIVELES DE ENERGIA Y PROTEINA DE LAS  
DIETAS USADAS EN EL EXPERIMENTO 6

TRATAMIENTOS	INICIACION (a)			FINALIZACION (b)		
	EM	PC	EM:PC	EM	PC	EM:PC
1	2900	23	126	2900	20	145
2	3200	23	139	3200	20	160

a = 1 a 35 días de edad.

b = 36 a 56 días de edad.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

rimento 1 y son presentadas en el Cuadro 15.

#### 4.6.5. Controles efectuados

En cuanto a las características productivas, fueron los ya descritos en el experimento 1. Además, se hicieron las siguientes mediciones para el control de:

##### 4.6.5.1. Grasa abdominal

A los 14, 35 y 56 días de edad fue escogida al azar una muestra de 4 machos por réplica, con un total de 12 por tratamiento; las aves fueron sacrificadas por dislocación cervical y el sexo confirmado por el examen del aparato reproductivo. La grasa abdominal fue inmediatamente apartada y pesada. Posteriormente, se apartó la grasa retroperitoneal, de cada ave, la cual fue pesada y envuelta en papel aluminio y almacenada dentro de bolsas de plástico, en congelación a  $-12^{\circ}\text{C}$ , para posterior determinación de lípidos y DNA.

##### 4.6.5.2. Lípidos en el tejido adiposo retroperitoneal

Se hizo de acuerdo con el método propuesto por March y Hansen (133); inicialmente se tomó una muestra de 2 g para ser secada en estufa ventilada, a  $100^{\circ}\text{C}$ , durante 24 horas. Posteriormente se hizo la extracción de los lípidos con éter, en un aparato "soxlet" durante 4 horas. Ambas determinaciones se hicieron por duplicado y los resultados, originalmente expresados como porcentaje, fueron posteriormente convertidos a gramos tota-

CUADRO 15.

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES  
UTILIZADAS EN EL EXPERIMENTO 6

INGREDIENTES	INICIACION (a)		FINALIZACION (b)	
	T R A T A M I N T O S			
	1	2	1	2
SORGO, MOLIDO	57.898	55.318	65.760	59.210
PASTA DE SOYA	18.829	13.884	13.200	10.750
PASTA DE AJONJOLI	12.563	3.984	8.780	12.320
PASTA DE GIRASOL	-----	-----	2.790	-----
GLUTEN DE SORGO	-----	6.000	-----	-----
HAR. DE PESCADO	7.000	12.000	7.000	9.000
ACEITE HIDROL.	0.979	6.500	-----	6.190
ROCA FOSFORICA	1.677	1.029	1.470	1.500
DL-METIONINA	0.054	0.189	-----	0.040
L-LISINA HCl	-----	0.095	-----	-----
PREMEZCLA (c)	1.000	1.000	1.000	1.000

## ANALISIS CALCULADO

ENERGIA (kcal/kg)	2900	3200	2900	3200
PROTEINA (%)	23.000	23.000	20.000	20.000
EM:FC	126	139	145	160
LISINA (%)	1.130	1.250	0.980	0.992
MET. + CISTINA (%)	0.870	0.960	0.725	0.800
CALCIO TOTAL (%)	1.122	1.108	1.092	1.178
FOSFORO DISP. (%)	0.460	0.510	0.493	0.540
COSTO/KG (Pesos)	18.349	22.070	15.982	18.659

a= 1 a 35 días de edad.

b=36 a 56 días de edad.

c= Composición de la premezcla ya presentada en el Cuadro 4.

les de lípidos en el tejido adiposo retroperitoneal, en base seca.

#### 4.6.5.3. Determinación de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal

La determinación se realizó en los laboratorios del Departamento de Biología de la Reproducción del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubiran".

De las muestras, previamente secadas, desengrasadas y homogenizadas se pesó una submuestra de 20 miligramos (mg), para la determinación de DNA de acuerdo con el método propuesto por Santoianni y Ayala (200); los principales pasos seguidos fueron los siguientes:

- 1- Colocar una muestra de 20 mg en tubo de ensayo, añadir 0.5 mililitros (ml) de agua deionizada y romper las partículas y homogenizar el tejido con una varilla metálica, con punta de plástico (con el diámetro del tubo) y adaptada a un taladro con controlador de rotaciones.
- 2- Pasar la muestra homogenizada a viales y añadir 0.1 ml de albúmina, cuya concentración era de 1 mg/ml.
- 3- Añadir 0.2 ml de ácido tricloroacético (TCA) al 40% y agitar.
- 4- Dejar en reposo durante 12 horas en refrigeración.
- 5- Centrifugar a 33.33 Hz durante 10 minutos a 4 C.
- 6- Aspirar el sobrenadante y eliminarlo.
- 7- Añadir 0.5 ml de TCA al 10%.

- 8- Agitar
- 9- Centrifugar durante 10 minutos a 4 C.
- 10- Aspirar el sobrenadante y eliminarlo.
- 11- Añadir 20 microlitros de ácido 3,5 diaminobenzoico (DABA),  
(\*)  
previamente tratado con carbon.
- 12- Cubrir los tubos con "parafilm" y poner en baño María a 60 C por 30 minutos.
- 13- Parar la reacción añadiendo 1.5 ml de ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>) al 0.6 N y agitar.
- 14- Centrifugar a 33.33 Hz durante 10 minutos a temperatura ambiente.
- 15- Leer las muestras en espectrofluorómetro, poniendo en la celdilla el sobrenadante.  
(\*\*)

- \*- Pesar 676 mg de ácido 3,5 DABA y ponerlo en 2 ml de agua, agitar, agregar un poco de carbón dextrán, agitar, centrifugar 10 minutos a 33.33 Hz a temperatura ambiente, filtrar en papel filtro "Wathman", dejando caer en tubo de plástico. El rendimiento es de 500 microlitros para cada 2 ml y debe ser usado acabado de preparar.
- \*\* - Curva estándar: preparar 10 tubos con volumen de 10 microlitros de DNA de esperma de salmón con 0.1 , 0.5 , 1.0, 2.0 , 3.0 , 4.0 , 5.0 , 6.0 , 7.0 , 8.0 , 9.0 y 10.0 microgramos. Evaporar a sequedad y agregar a cada uno 20 microlitros de 3,5 DABA. Baño María junto con los demás tubos durante 30 minutos a 60 C y parar la reacción añadiendo

1.5 ml de ácido perclórico. Leer. Blanco: 10 microlitros de NH<sub>4</sub> OH en tubo de ensayo y seguir la misma técnica utilizada en los demás.

---

Las determinaciones se hicieron por triplicado y los resultados originalmente se expresaron en microgramos de DNA por mg - de tejido seco y desengrasado; posteriormente, estos valores fueron convertidos a mg totales de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal, en base seca.

#### 4.6.6. Diseño experimental, análisis estadístico y modelo estadístico

Para las características productivas se utilizó un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos y 3 réplicas de 40 aves cada una, por tratamiento; el modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Ganancia de peso o consumo de alimento o consumo de energía o consumo de proteína o conversión alimenticia o eficiencia energética o eficiencia proteica o ganancia económica por kilo de carne producida.

$\mu$  = Media general

$E_i$  = Efecto del  $i$ ésimo nivel de energía de la dieta

$$E_i = 0$$

$$i = 1, 2$$

$e_{ij}$  = Error aleatorio.

Para las demás variables se utilizó un arreglo factorial 2 x 3 (2 niveles de energía y 3 períodos), con 3 réplicas de 4 aves (machos) cada una; para el análisis estadístico se tomó como unidad experimental el promedio de la réplica y el modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + P_j + (EP)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$\mu$  = Media general

$E_i$  = Efecto de  $i$ ésimo nivel de energía

$$E_i = 0$$

$$i = 1, 2$$

$P_j$  = Efecto del  $j$ ésimo período (edad)

$$P_j = 0$$

$$j = 1, 2, 3$$

$(EP)_{ij}$  = Interacción del  $i$ ésimo nivel de energía con el  $j$ ésimo período.

Los grados de libertad de período fueron desdoblados y el esquema del análisis de la varianza se presenta en los Cuadros 64 y 65.

86

**ANÁLISIS CON  
FALLA DE ORIGEN****5. RESULTADOS Y DISCUSION****5.1. EXPERIMENTO I****4.1.1. Ganancia de peso**

Los resultados, para la fase de iniciación, fase de finalización y para el período total (1 a 56 días), son presentados en el Cuadro 16.

En la fase de iniciación, al agruparse los niveles de proteína en altos (25 y 24%), normales (23, 22 y 21%) y bajos (20, 19 y 18%), se observa una tendencia en disminuir la ganancia de peso con la disminución del nivel proteico de la dieta con el nivel bajo energía (2900 kcal), mientras que en el nivel alto (3100 kcal), hay una tendencia de mejores resultados para los niveles considerados como normales.

Sin embargo, cuando se consideran los niveles proteicos independientemente del nivel energético de la dieta, las ganancias de peso tienden a disminuir a medida que estos disminuyen, pero no de una manera proporcional. Por ejemplo, al bajar la proteína de 25 a 18%, la ganancia de peso disminuye sólo 5%; al comparar los niveles de energía entre sí se observa una ganancia de peso mayor (12.6%) para el nivel alto de energía.

En la fase de finalización, se mantienen las tendencias en cuanto al efecto de la proteína, pero los resultados no sugieren que en esta fase, la energía afecte la ganancia de peso. Sin embargo, las tendencias de mejores resultados encontradas en la fa-

CUADRO 16.

RESULTADOS DE GANANCIA DE DE PESO OBTENIDOS EN EL EXPERIMENTO 1 (g)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION		FASE DE FINALIZACION		PERIODO		TOTAL				
	Nivel de Energía		Nivel de Energía		Nivel de Energía						
	2900	3100	3000	3200	3000	3200	Promedios				
NIVEL INIC. FINAL.											
ALTO	25	22	942	1049	995	1039	1127	1083	1981	2177	2079
	24	21	965	994	980	998	1120	1059	1963	2115	2039
	Promedios		953	1022	988	1018	1124	1071	1972	2146	2059
NORMAL	23	20	911	1109	1010	1050	1135	1092	1961	2245	2103
	22	19	927	1021	974	999	1021	1025	1926	2072	1999
	21	18	836	979	908	837	1078	1071	1901	2058	1980
	Promedios		892	1036	964	1037	1088	1063	1930	2125	2027
BAJO	20	17	885	1036	961	1058	1036	1039	1943	2057	2000
	19	16	890	1018	954	1045	1005	1025	1935	2024	1979
	18	15	879	935	942	1058	991	1039	1937	1926	1981
	Promedios		884	996	940	1053	1005	1029	1938	2002	1970
Promedios Generales											
Por nivel de energía	904	1018	1039	1066					1944	2084	
Índice Relativo (%)	100.0	112.6	100.0	102.6					100.0	107.2	
Coeff. de Variación (%)	4.47	5.06	2.52	5.4					1.28	4.64	
Desviación Estándar	40.52	51.55	26.19	57.69					24.88	96.85	

1- En kcal/kg

se de iniciación, para el nivel mas alto de energía, se reflejan en el período total, con el nivel de 3100 kcal lo que determinó una ganancia de peso 7.2% superior al nivel de 2900.

#### 5.1.2. Consumo de alimento, Consumo de energía y Consumo de proteína

Aparentemente, las aves consumieron alimento para llenar sus necesidades de energía, en la fase de iniciación; así, al aumentar el nivel energético de la dieta, el consumo de alimento disminuyó (Cuadro 17), pero el consumo de calorías se mantuvo constante (Cuadro 18).

Por otra parte, al disminuir el nivel proteico de la dieta, bajó el consumo de proteína (Cuadro 19), a pesar de haber una ligera tendencia en aumentar el consumo de alimento, en la fase de finalización y en el período total.

#### 5.1.3. Conversión alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia proteica

Al aumentar el nivel energético de la dieta se observa una mejora en la conversión alimenticia, eficiencia energética y eficiencia proteica ( Cuadros 20, 21 y 22 ); por otra parte, como lo encontrado para la ganancia de peso, este efecto es más marcado en la fase de iniciación. Sin embargo, los resultados sugieren que en el período de finalización, la energía de la dieta afecta

ALTIMENTO CONSUMIDO EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION Y PERIODO TOTAL, EN EL EXPERIMENTO 1 (9)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION		FASE DE FINALIZACION		PERIODO TOTAL	
	Nivel de Energia	Prom.	Nivel de Energia	Prom.	Nivel de Energia	Prom.
NIVEL INIC. FINAL.	2900	3100	3000	3200	2900	3100
	3000	3200	3000	3200	3000	3200
ALTO	25	22	1918	1918	2430	2165
	24	21	1854	1949	2426	2290
Promedios			2004	1933	2428	2227
	23	20	1934	1994	2372	2229
NORMAL	22	19	1863	1903	2509	2322
	21	18	1791	1882	2439	2383
Promedios			1950	1926	2440	2311
	20	17	2028	1869	2615	2386
BAJO	19	16	2095	1918	2466	2265
	18	15	2100	1790	2504	2545
Promedios			2074	1859	2528	2398
Promedios Generales			2010	1876	2470	2323
Por nivel de energia			100.00	93.33	100.00	94.04
Indice Relativo (%)			3.16	4.44	2.97	5.01
Coef. de Variación (%)			63.60	83.48	73.50	116.56
Desviación Estándar						

1- En kcal/kg

FALLA DE ORIGEN

ENERGIA CONSUMIDA EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION  
Y PERIODO TOTAL EN EL EXPERIMENTO 1 (Kcal)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION		FASE DE FINALIZACION		PERIODO TOTAL	
	Nivel de Energía	Prom.	Nivel de Energía	Prom.	Nivel de Energía	Prom.
NIVEL INIC. FINAL.	2900	3100	3000	3200	2900	3100
					3000	3200
ALTO	25	5747	7290	6928	13037	12675
	22	5747	7290	6928	13037	12675
	24	5875	7278	7328	13153	13142
	Promedios	5811	5775	7284	7128	7206
	23	5608	7116	7132	12724	13500
NORMAL	22	5634	5705	7430	13161	13205
	19	5775	5705	7430	13161	13205
	21	5721	5636	7317	13038	13177
	Promedios	5655	5776	7320	7358	12975
	20	5861	5837	7845	13726	13429
BAJO	19	6075	6010	7398	13473	13193
	18	6090	5549	7512	13602	13647
	Promedios	6015	5762	7585	7675	7630
Promedios Generales		5829	5816	7410	7434	13239
Por nivel de energía						
Indice Relativo (%)		100.00	99.77	100.00	100.32	100.00
Coef. de Variacion (%)		3.16	4.44	2.97	5.01	2.52
Desviación Estándar		184.46	258.79	220.50	372.99	334.37

1- En Kcal/Kg

PROTEINA CONSUMIDA EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION  
Y PERIODO TOTAL EN EL EXPERIMENTO 1 (g)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION			FASE DE FINALIZACION			PERIODO TOTAL		
	NIVEL INIC. FINAL.	Nivel de Energia		Nivel de Energia		Nivel de Energia		Nivel de Energia	
		2900	3100	3000	3200	2900	3100	3000	3200
		From.	From.	From.	From.	From.	From.	From.	From.
ALTO	25	495	463	534	476	505	1030	939	984
	24	486	449	509	480	495	995	930	962
	Promedios	490	456	522	478	500	1012	934	973
NORMAL	23	444	472	474	445	460	919	918	913
	22	427	409	476	441	458	904	851	877
	21	414	376	439	428	433	853	805	829
	Promedios	428	419	463	438	451	892	858	875
BAJO	20	405	373	444	405	425	850	779	814
	19	398	364	394	362	378	792	726	759
	18	378	322	375	381	378	753	703	728
	Promedios	393	353	404	383	394	798	736	767
Promedios Generales Por nivel de energia		431	404	456	427		887	831	
Indice Relativo (%)		100.00	93.73	100.00	93.64		100.00	93.68	
Coef. de Variacion (%)		9.69	13.31	11.85	9.90		10.67	11.13	
Desviacion Estandar		41.80	53.79	54.06	42.36		94.73	92.58	

l- En kcal/Kg

TEMAS CON  
FALLA DE ORIGEN

mas la conversión alimenticia que la ganancia de peso.

En cuanto al efecto de la proteína, se puede observar que hay una tendencia en mejorar la conversión alimenticia y la eficiencia energética, al aumentar el nivel proteico de la dieta; sin embargo, ocurre lo contrario con la eficiencia proteica. Eso podría llevar a la suposición de que ocurrió un desperdicio de proteína en los niveles más altos, pero aparentemente está más relacionado con el consumo de proteína en sí (en valores absolutos) - que realmente a una mejor eficiencia de utilización de este nutriente. Es posible que al compararse niveles tan distantes como son 25% y 18% , la conversión alimenticia es un parámetro de evaluación más válido que la eficiencia proteica.

Esto se confirma por los resultados económicos ( Cuadro 23 ) que demuestran que a pesar del mayor costo de producción ( por el mayor consumo de proteína y mayor costo de las dietas), los niveles proteicos normales y altos resultaron en mayores ingresos por kilo de carne producida.

#### 5.1.4 Ganancia económica por kilo de carne producida

A pesar del mayor costo de las dietas de alta energía, los resultados encontrados (Cuadro 23) muestran que la mayor ganancia de peso y la mejor conversión alimenticia, presentada por los niveles más altos de proteína y por el nivel alto de energía, fueron suficientes para maximizar la ganancia económica por kilo de carne producida.

CONVERSION ALIMENTICIA EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION

Y PERIODO TOTAL, EN EL EXPERIMENTO 1 (Consumo/Ganancia)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION		FASE DE FINALIZACION		PERIODO TOTAL			
	Nivel de Energía		Nivel de Energía		Nivel de Energía			
	2900	3100	3000	3200	2900	3100		
NIVEL INIC. FINAL.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.	Prom.		
ALTO	25	22	2.83	1.91	2.12	2.26	1.84	2.03
	24	21	2.43	2.04	2.23	2.26	1.96	2.11
	Promedios							
			2.38	1.98	2.18	2.24	1.90	2.07
NORMAL	23	20	2.25	1.96	2.11	2.19	1.90	2.05
	22	19	2.51	2.20	2.35	2.31	2.01	2.16
	21	18	2.29	2.20	2.24	2.31	2.02	2.17
	Promedios							
			2.35	2.12	2.24	2.27	1.98	2.12
BAJO	20	17	2.47	2.33	2.40	2.38	2.06	2.22
	19	16	2.35	2.51	2.30	2.35	2.06	2.21
	18	15	2.36	2.56	2.46	2.37	2.25	2.31
	Promedios							
			2.39	2.38	2.39	2.37	2.12	2.25
Promedios Generales								
Por nivel de energía	2.22	1.84	2.37	2.18		2.30	2.01	
Indice Relativo (%)	100.00	82.80	100.00	91.98		100.00	87.39	
Coef. de Variación (%)	5.97	2.62	3.66	9.70		3.06	6.02	
Desviación Estándar	0.13	0.04	0.08	0.21		0.07	0.12	

1- En Kcal/Kg

EFICIENCIA ENERGETICA EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION

Y PERIODO TOTAL, EN EL EXPERIMENTO 1 (Cons. Energía / Gan. Peso)

NIVEL INIC. FINAL.	PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION			FASE DE FINALIZACION			PERIODO TOTAL			
		Nivel de Energía			Nivel de Energía			Nivel de Energía			
		2900	3100	Prom.	3000	3200	Prom.	2900	3100	3200	Prom.
ALTO	25	6.10	5.47	5.78	7.01	6.14	6.57	6.57	5.82	6.19	
	24	6.08	5.83	5.95	7.29	6.54	6.91	6.69	6.20	6.45	
	Promedios	6.09	5.65	5.87	7.15	6.34	6.74	6.63	6.01	6.32	
NORMAL	23	6.15	5.74	5.94	6.77	6.27	6.52	6.48	6.01	6.24	
	19	6.07	5.65	5.86	7.53	7.06	7.30	6.83	6.37	6.60	
	18	6.83	5.66	6.25	6.87	7.06	6.96	6.85	6.40	6.62	
	Promedios	6.35	5.68	6.02	7.06	6.80	6.93	6.72	6.26	6.49	
BAJO	20	6.64	5.58	6.11	7.41	7.47	7.44	7.06	6.52	6.79	
	16	6.82	5.83	6.33	7.07	7.20	7.14	6.96	6.51	6.74	
	15	6.92	5.93	6.42	7.09	8.21	7.65	7.02	7.10	7.06	
	Promedios	6.79	5.78	6.29	7.19	7.63	7.41	7.01	6.71	6.86	
Promedios Generales											
For nivel de energía		6.45	5.71		7.13	6.99		6.81	6.37		
Indice Relativo (%)		100.00	88.52		100.00	98.03		100.00	93.53		
Coef. de Variación (%)		5.97	2.62		3.66	9.70		3.06	6.07		
Desviación Estándar		0.38	0.14		0.26	0.67		0.20	0.38		

1- En Kcal/Kg

CUADRO 22.

EFICIENCIA PROTEICA EN LA FASE DE INICIACION, FASE DE FINALIZACION  
Y PERIODO TOTAL, EN EL EXPERIMENTO 1 (Cons. Proteina / Gan. Peso)

PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION			FASE DE FINALIZACION			PERIODO TOTAL				
	Nivel de Energia			Nivel de Energia			Nivel de Energia				
NIVEL INIC. FINAL.	2900	3100	Prom.	3000	3200	Prom.	2900	3100	3200	Prom.	
ALTO	25	22	0.52	0.44	0.48	0.51	0.42	0.46	0.51	0.43	0.47
	24	21	0.50	0.45	0.47	0.51	0.42	0.46	0.50	0.43	0.47
Promedios			0.51	0.44	0.48	0.51	0.42	0.46	0.51	0.43	0.47
NORMAL	23	20	0.48	0.42	0.45	0.45	0.39	0.42	0.46	0.40	0.43
	22	19	0.56	0.40	0.43	0.47	0.41	0.44	0.46	0.41	0.43
	21	18	0.49	0.38	0.43	0.41	0.39	0.40	0.44	0.39	0.41
Promedios			0.48	0.40	0.44	0.44	0.40	0.42	0.46	0.40	0.43
BAJO	20	17	0.45	0.36	0.40	0.42	0.39	0.40	0.43	0.37	0.40
	19	16	0.44	0.35	0.40	0.37	0.36	0.36	0.40	0.35	0.38
	18	15	0.42	0.34	0.38	0.35	0.38	0.37	0.38	0.36	0.37
Promedios			0.44	0.35	0.39	0.38	0.38	0.38	0.41	0.36	0.38
Promedios Generales Por nivel de energia			0.47	0.39		0.43	0.40		0.45	0.39	
Indice Relativo (%)			100.00	82.97		100.00	93.02		100.00	86.66	
Coef. de Variación (%)			6.77	10.27		13.39	5.66		9.82	7.43	
Desviación Estándar			0.03	0.04		0.05	0.02		0.04	0.02	

1- En Kcal/kg

RESULTADOS DE GANANCIA ECONOMICA POR KILO DE CARNE  
 PRODUIDA, EN EL EXPERIMENTO 1 (Pesos / Kg)

NIVEL	PROTEINA (%)	FASE DE INICIACION		FASE DE FINALIZACION		PERIODO TOTAL				
		Nivel de Energía	From.	Nivel de Energía	From.	Nivel de Energía	From.			
ALTO	25	37.77	44.99	41.01	48.89	44.95	78.78	93.89	86.33	
	24	39.88	40.97	40.43	39.56	46.77	43.16	79.44	87.75	83.60
	Promedios	38.83	42.98	40.90	40.28	47.83	44.06	79.11	90.82	84.97
NORMAL	23	37.83	47.15	42.49	45.46	49.90	47.88	83.30	97.06	90.18
	22	39.44	44.62	42.03	39.85	42.23	41.04	79.29	86.86	83.07
	21	32.91	43.31	38.11	46.75	44.15	45.45	79.66	87.46	83.56
	Promedios	36.73	45.02	40.88	44.02	45.43	44.72	80.75	90.46	85.60
BAJO	20	35.41	47.00	41.20	44.00	41.05	42.52	79.41	88.06	83.73
	19	35.05	45.25	40.15	45.82	41.90	43.86	80.87	87.15	84.01
	18	34.56	41.62	38.09	46.80	36.74	41.77	81.37	78.36	79.86
	Promedios	35.01	44.62	39.81	45.54	39.90	42.72	80.55	84.52	82.54
Promedios Generales		36.61	44.36		43.65	43.96		80.27	88.82	
Indice Relativo (%)		100.00	121.16		100.00	100.71		100.00	110.02	
Coef. de Variación (%)		6.79	5.11		7.02	10.00		1.86	6.21	
Desviación Estándar		7.48	2.27		3.06	4.39		1.49	5.49	

1- En Kcal/kg

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Sin embargo, al considerarse sólo la fase de finalización, se encontró que el nivel más bajo de energía, asociado a niveles bajos de proteína, resultó más económico; esto refleja los pequeños cambios ocurridos en la ganancia de peso en esta fase, al aumentar el nivel energético y proteico de la dieta.

#### 5.1.5. Grasa abdominal

Como se puede observar en el Cuadro 24 hay un efecto marcado de la energía y de la proteína de la dieta sobre la acumulación de grasa abdominal. Así, al aumentar la energía y disminuir la proteína, el porcentaje de grasa aumenta, con una tendencia lineal y aparentemente este efecto es más marcado en los niveles bajos de proteína. Por ejemplo, al agruparlos en altos, normales y bajos, se observa que el valor encontrado para los primeros es de 1.64% , mismo que se incrementa a 1.84 y 2.5% en los niveles normales y bajos, respectivamente.

Es posible, que esté relacionado con el consumo de energía y proteína, pues al disminuir el nivel proteico de la dieta hay un aumento en el consumo de calorías y una disminución en el consumo de proteína (Cuadros 18 y 19). Por otra parte, al comparar los niveles de energía, independientemente del nivel proteico, se observa que el consumo de calorías permaneció constante. Luego, se puede suponer que la acumulación de grasa abdominal estaría más relacionada con la ingestión de proteína que de energía, hipótesis a ser confirmada, o no, en los siguientes experimentos.

CUADRO 24.

PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL  
(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1			2			
		BAJO			ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	1.44	1.51	1.48	1.22	1.90	1.56
	24	21	1.14	2.02	1.58	1.69	1.77	1.73
	Promedios		1.29	1.76	1.53	1.46	1.83	1.64
NORMAL	23	20	1.49	2.10	1.79	1.26	1.33	1.29
	22	19	1.38	1.98	1.68	1.49	2.14	1.81
	21	18	1.40	2.02	1.71	2.14	2.66	2.40
	Promedios		1.42	2.04	1.73	1.63	2.04	1.84
BAJO	20	17	1.90	1.85	1.88	2.20	2.67	2.44
	19	16	2.50	2.70	2.60	2.38	2.62	2.50
	18	15	2.28	3.17	2.73	2.63	3.05	2.84
	Promedios		2.23	2.57	2.40	2.40	2.78	2.59
Promedios Generales por Nivel de Energía				1.93		2.07		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>				100.00		107.25		
Coef. de Variación (%)				38.51		36.49		
Desviación Estándar				0.74		0.75		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización  
 2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización  
 3- En relación al nivel bajo de energía

Finalmente, cabe mencionar que los coeficientes de variación, encontrados para esta variable, son altos; sin embargo, concuerdan con los valores encontrados en la literatura. Por ejemplo Ricard (189), obtuvo un valor de 60.3%, mientras que Griffiths et al. (85) y Becker et al. (23) encontraron valores de 40.3 y 24%, respectivamente.

#### 5.1.6. Rendimiento de canal y de las porciones

Los rendimientos de canal no eviscerada ("tipo mercado"), canal eviscerada (sin patas cabeza y cuello) y de las diversas porciones de la canal son presentadas en los Cuadros 25, 26, 27, 28 y 29).

Como se puede deducir de los Cuadros 25 y 26, aparentemente los niveles proteicos y energéticos de la dieta, así como el sexo de las aves, no afectan el rendimiento de canal "tipo mercado". Sin embargo, el rendimiento de canal eviscerada fue ligeramente menor (65.56% vs. 66.45%), en las aves alimentadas con las dietas de alta energía. Esto podría estar relacionado con una mayor cantidad de grasa, ya que al consumir una dieta más fibrosa, se supone que el tamaño del aparato digestivo debería ser mayor (232).

En cuanto al rendimiento de las porciones (Cuadros 31, 32 y 33), el nivel alto de energía determinó resultados ligeramente superiores que el bajo, para muslos + piernas, rabadilla, pechuga, hígado y molleja; lo contrario se dio para el rendimiento de

**RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO" (%)**

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1			2			
		BAJO			ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	88.74	89.12	88.93	89.07	88.83	88.70
	24	21	87.70	88.16	87.93	87.37	88.28	87.82
	Promedios		88.22	88.64	88.43	88.22	88.31	88.26
NORMAL	23	20	88.37	88.87	88.62	88.21	88.96	88.59
	22	19	89.76	88.85	89.30	89.22	87.71	88.47
	21	18	86.36	88.55	88.46	89.33	88.41	88.87
	Promedios		88.83	88.76	88.79	88.92	88.36	88.64
BAJO	20	17	88.90	89.02	88.96	90.01	89.33	89.67
	19	16	90.24	88.94	89.59	89.70	90.00	89.85
	18	15	88.72	89.67	89.20	87.83	89.45	88.64
	Promedios		89.29	89.21	89.25	89.18	89.59	89.39
Promedios Generales por Nivel de Energía				88.87		88.83		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>				100.00		99.95		
Coef.de Variación(%)				1.82		1.65		
Desviación Estándar				1.62		1.46		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

## CUADRO 26.

## RENDIMIENTO DE CANAL EVisCERADA (%)

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1			2			
		BAJO			ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	65.77	65.48	65.63	64.77	67.17	65.97
	24	21	66.04	66.40	65.22	65.40	65.71	65.56
	Promedios		65.90	65.94	65.92	65.09	66.44	65.76
NORMAL	23	20	67.65	66.30	66.97	63.75	64.17	63.96
	22	19	67.42	67.49	67.46	65.39	65.46	65.43
	21	18	63.46	66.03	64.74	66.97	66.16	66.57
	Promedios		66.18	66.61	66.39	65.27	65.33	65.32
BAJO	20	17	65.32	67.74	66.53	66.85	66.20	66.52
	19	16	67.80	66.77	67.29	65.78	63.42	64.60
	18	15	65.88	67.59	66.74	64.73	66.97	65.85
	Promedios		66.33	67.37	66.85	65.78	65.53	65.66
Promedios Generales por Nivel de Energía				66.45		65.56		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>				100.00		98.66		
Coef. de Variación (%)				4.37		3.12		
Desviación Estándar				2.90		2.05		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

## CUADRO 27.

## RENDIMIENTO DE MUSLOS + PIERNAS (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)			NIVEL DE ENERGIA					
			1			2		
			BAJO			ALTO		
NIVEL INIC.	FINAL.		MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.
ALTO	25	22	21.95	21.41	21.68	22.18	21.48	21.83
	24	21	22.16	20.72	21.44	21.93	21.18	21.55
	Promedios		22.05	21.06	21.56	22.06	21.33	21.69
NORMAL	23	20	22.67	21.16	21.91	20.40	20.99	20.70
	22	19	22.67	20.71	21.69	21.97	19.98	20.97
	21	18	20.93	21.44	21.19	22.34	20.09	21.22
Promedios		22.09	21.10	21.60	21.57	20.36	20.96	
BAJO	20	17	21.92	21.95	21.92	21.34	21.62	21.48
	19	16	22.07	19.69	20.88	21.59	19.88	20.73
	18	15	22.38	21.22	21.80	20.68	20.89	20.78
Promedios		22.12	20.95	21.54	21.20	20.79	21.00	
Promedios Generales por Nivel de Energía					21.56	21.16		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>					100.00	98.14		
Coef. de Variación (%)					5.89	6.31		
Desviación Estándar					1.27	1.33		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

## CUADRO 28.

## RENDIMIENTO DE FECHUGA (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1- BAJO			2- ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	17.26	17.56	17.41	16.42	18.77	17.60
	24	21	16.46	18.93	17.69	17.42	18.32	17.87
	Promedios		16.86	18.24	17.55	16.92	18.54	17.73
NORMAL	23	20	18.58	17.60	18.09	17.08	17.48	17.28
	22	19	17.44	18.98	18.21	17.16	18.60	17.88
	21	18	16.84	17.70	17.27	17.10	17.99	17.54
	Promedios		17.62	18.09	17.85	17.11	18.02	17.57
BAJO	20	17	16.74	17.59	17.17	16.72	17.29	17.01
	19	16	17.83	17.79	17.81	15.65	17.02	16.33
	18	15	16.96	17.23	17.10	16.76	17.75	17.25
	Promedios		17.18	17.54	17.36	16.38	17.35	16.88
Promedios Generales por Nivel de Energía					17.59		17.35	
Indice relativo (%)					100.00		98.63	
Coef. de Variación (%)					8.52		7.61	
Desviación Estándar					1.49		1.32	

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

CUADRO 29.

## RENDIMIENTO DE RABADILLA (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1			2			
		BAJO			ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	16.94	16.37	16.66	16.48	16.58	16.53
	24	21	17.50	16.11	16.80	16.53	16.16	16.35
	Promedios		17.22	16.24	16.73	16.51	16.37	16.44
NORMAL	23	20	16.57	16.74	16.65	16.78	15.83	16.30
	22	19	17.00	17.36	17.18	15.88	16.19	16.04
	21	18	15.98	16.80	16.39	16.75	16.91	16.83
Promedios		16.52	16.97	16.74	16.47	16.31	16.39	
BAJO	20	17	16.44	17.52	16.98	17.78	15.89	16.83
	19	16	17.17	18.52	17.84	17.58	16.00	16.79
	18	15	15.84	16.98	16.41	16.20	16.73	16.47
Promedios								
Promedios Generales por Nivel de Energía				16.86		16.52		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>				100.00		97.98		
Coef. de Variación (%)				7.97		8.44		
Desviación Estándar				1.34		1.39		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

## CUADRO 30.

## RENDIMIENTO DE ALAS (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1- BAJO			2- ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMRAS	PROMED.	MACHOS	HEMRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	8.16	8.62	8.39	8.44	8.43	8.43
	24	21	8.77	8.60	8.69	7.81	8.26	8.04
	Promedios		8.47	8.61	8.54	8.13	8.35	8.24
NORMAL	23	20	8.32	8.68	8.50	8.22	8.52	8.37
	22	19	8.92	8.44	8.68	8.88	8.52	8.70
	21	18	8.29	8.04	8.17	8.62	8.50	8.56
	Promedios		8.51	8.39	8.45	8.57	8.51	8.54
BAJO	20	17	8.30	8.83	8.56	8.78	8.70	8.74
	19	16	8.22	8.06	8.14	8.56	7.89	8.22
	18	15	8.40	8.97	8.69	8.44	8.54	8.49
	Promedios		8.30	8.62	8.46	8.59	8.38	8.49
Promedios Generales por Nivel de Energía				8.48		8.44		
Indice relativo (%)				100.00		99.52		
Coef. de Variación (%)				8.01		8.12		
Desviación Estándar				0.67		0.68		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

CUADRO 31.

## RENDIMIENTO DE HIGADO (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEÍNA (%)		NIVEL DE ENERGÍA						
		1			2			
		BAJO			ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	2.00	2.07	2.04	1.77	1.98	1.88
	24	21	2.04	2.43	2.24	1.71	1.95	1.83
	Promedios		2.02	2.25	2.14	1.74	1.96	1.85
NORMAL	23	20	1.84	2.04	1.94	2.02	1.99	2.00
	22	19	1.89	1.84	1.87	2.02	1.74	1.88
	21	18	1.76	1.84	1.80	1.98	2.02	2.00
	Promedios		1.83	1.91	1.87	2.01	2.04	1.96
BAJO	20	17	1.91	1.85	2.05	1.84	2.05	1.94
	19	16	1.95	2.11	2.03	2.04	2.03	2.04
	18	15	2.05	1.93	1.99	1.83	2.15	1.99
	Promedios		1.97	2.08	2.02	1.90	2.08	1.99
Promedios Generales por Nivel de Energía				1.99		1.95		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>				100.00		97.98		
Coef. de Variación (%)				14.17		9.86		
Desviación Estándar				0.28		0.19		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

CUADRO 32.

## RENDIMIENTO DE MOLLEJA (%).

(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)		NIVEL DE ENERGIA						
		1- BAJO			2- ALTO			
NIVEL INIC.	FINAL.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	
ALTO	25	22	2.32	2.20	2.26	2.71	2.05	2.38
	24	21	2.31	2.37	2.34	2.28	2.36	2.32
	Promedios		2.32	2.29	2.30	2.49	2.20	2.35
	23	20	2.78	2.75	2.76	2.15	2.14	2.15
NORMAL	22	19	2.40	2.40	2.40	2.33	2.34	2.33
	21	18	2.09	2.47	2.28	2.25	2.33	2.29
	Promedios		2.43	2.54	2.48	2.24	2.27	2.26
BAJO	20	17	2.39	2.50	2.45	2.24	2.21	2.23
	19	16	2.42	2.48	2.45	2.22	2.49	2.36
	18	15	2.48	2.59	2.54	2.28	2.20	2.24
	Promedios		2.43	2.52	2.48	2.25	2.30	2.28
Promedios Generales por Nivel de Energía				2.44		2.29		
Indice relativo (%)				100.00		93.85		
Coef.de Variación(%)				15.93		14.05		
Desviación Estándar				0.38		0.32		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

CUADRO 33.

RENDIMIENTO DE CORAZON (%).  
(EXPERIMENTO 1)

PROTEINA (%)			NIVEL DE ENERGIA					
			1			2		
NIVEL INIC. FINAL.			BAJO			ALTO		
			MACHOS	HEMBRAS	PROMED.	MACHOS	HEMBRAS	PROMED.
ALTO	25	22	0.50	0.50	0.50	0.54	0.54	0.54
	24	21	0.51	0.47	0.49	0.47	0.52	0.49
	Promedios		0.50	0.49	0.49	0.50	0.53	0.52
NORMAL	23	20	0.55	0.54	0.54	0.50	0.51	0.51
	22	19	0.52	0.50	0.51	0.55	0.51	0.53
	21	18	0.50	0.49	0.50	0.48	0.48	0.48
Promedios		0.52	0.51	0.52	0.51	0.50	0.52	
BAJO	20	17	0.52	0.52	0.52	0.52	0.54	0.53
	19	16	0.54	0.54	0.54	0.53	0.54	0.54
	18	15	0.57	0.58	0.58	0.51	0.55	0.53
Promedios		0.55	0.55	0.55	0.52	0.54	0.53	
Promedios Generales por Nivel de Energía					0.52	0.52		
Indice relativo (%) <sup>3</sup>					100.00	100.00		
Coef. de Variación (%)					14.97	10.98		
Desviación Estándar					0.07	0.05		

1- 2900 Kcal en iniciación y 3000 Kcal en finalización

2- 3100 Kcal en iniciación y 3200 Kcal en finalización

3- En relación al nivel bajo de energía

alas.

Sin embargo, la proteína no aparenta ejercer algún efecto sobre el rendimiento de las porciones.

En cuanto al sexo, existe una ligera tendencia de mayores rendimientos por parte de los machos, de muslos + piernas (21.82% vs. 20.90%) y rabadilla (16.72% vs. 16.67%), mientras que las hembras resultaron superiores en pechuga (17.91% vs. 17.03%), alas (8.48% vs. 8.45%), hígado (2.02% vs. 1.92%) y molleja (2.37% vs. 2.35%).

## 5.2. EXPERIMENTO 2

### 5.2.1. Ganancia de peso

Como se puede observar en el Cuadro 34, existe una tendencia de aumento en la ganancia de peso con el incremento del nivel energético de la dieta hasta 3100 kcal; lo mismo ocurre con lo que respecta a la proteína, hasta el nivel de 23%. El nivel de 24%, por su parte, presentó resultados inferiores al nivel más bajo (21%).

Por lo tanto, los resultados encontrados sugieren que las dietas de iniciación con 23% de proteína y 3100 kcal serían las más adecuadas para maximizar la ganancia de peso.

Al comparar los niveles energéticos de 2900 y 3100 kcal, asociados a niveles proteicos de 24, 23, 22 y 21%, mismos que fueron utilizados en el experimento 1, se observa una igual tendencia en ambos experimentos.

### 5.2.2. Consumo de alimento, Consumo de energía y consumo de proteína

Diferente de lo encontrado en el experimento anterior, el nivel energético de la dieta no determinó mayores cambios en el consumo de alimento (Cuadro 34). Sin embargo, se da una tendencia de mayor consumo de alimento para el nivel proteico de 23%, lo que hasta cierto punto no es lógico, ya que varias in-

CUADRO 34.

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y  
CONVERSION ALIMENTICIA ( EXPERIMENTO 2)

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (Kcal/Kg)				PROME- DIOS	INDICE (1) RELATIVO
	2900	3000	3100	3200		
Ganancia de peso (g)						
21	689	766	876	842	793	100.00
22	732	781	831	885	807	101.76
23	813	790	928	920	863	108.82
24	683	759	908	805	789	99.49
Promedios	729	774	886	863		
Ind.Rel. (2)	100.00	106.17	121.53	118.38		
Coef.Var. (%)	8.16	1.80	4.79	5.79		
Desv.Est.	59.60	13.98	42.52	50.09		
Consumo de alimento (g)						
21	1893	1654	1750	1695	1748	100.00
22	1645	1739	1754	1991	1782	101.94
23	1966	2033	1833	1913	1936	110.75
24	1705	1813	1700	1865	1770	101.25
Promedios	1802	1809	1759	1866		
Ind.Rel. (2)	100.00	100.38	97.61	103.55		
Coef.Var. (%)	8.42	8.97	3.12	6.71		
Desv.Est.	151.91	162.39	54.96	125.26		
Conversion alimenticia (consumo/ganancia)						
21	2.74	2.15	1.99	2.01	2.22	100.00
22	2.24	2.22	2.11	2.24	2.20	99.09
23	2.41	2.57	1.99	2.07	2.26	101.80
24	2.49	2.38	1.87	2.31	2.26	101.80
Promedios	2.47	2.33	1.98	2.16		
Ind.Rel. (2)	100.00	94.33	80.16	87.44		
Coef.Var. (%)	8.36	7.91	4.93	6.56		
Desv.Est.	0.20	0.18	0.09	0.14		

1-En relación al nivel de 21 % de proteína

2-En relación al nivel de 2900 Kcal

CUADRO 35.

CONSUMO DE ENERGIA, CONSUMO DE PROTEINA  
Y EFICIENCIA ENERGETICA (EXPERIMENTO 2).

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (Kcal/Kg)				PROME- DIOS	INDICE (1) RELATIVO
	2900	3000	3100	3200		
Consumo de energía (kcal)						
21	5489	4962	5425	5424	5325	100.00
22	4770	5217	5437	6371	5449	102.32
23	5701	6099	5682	6121	5901	110.81
24	4944	5439	5270	5968	5405	101.50
Promedios	52.26	5429	5453	5971		
Ind.Rel.(2)	100.00	103.88	104.34	114.25		
Coef.Var.(%)	8.42	8.97	3.12	6.71		
Desv.Est.	440.55	487.17	170.38	400.85		
Consumo de proteína (g)						
21	397	347	367	355	367	100.00
22	361	382	385	438	392	108.81
23	452	467	421	439	445	121.25
24	409	435	408	447	424	115.53
Promedios	405	408	395	420		
Ind.Rel.(2)	100.00	100.74	97.53	103.70		
Coef.Var.(%)	9.18	13.12	6.03	10.26		
Desv.Est.	37.22	53.57	23.89	43.15		
Eficiencia energética (cons. energía/gan. peso)						
21	7.95	6.47	6.19	6.43	6.76	100.00
22	6.51	6.67	6.54	7.19	6.73	99.55
23	7.01	7.71	6.11	6.64	6.87	101.61
24	7.23	7.16	5.80	7.40	6.90	102.07
Promedios	7.17	7.00	6.16	6.91		
Ind.Rel.(2)	100.00	97.62	85.91	96.37		
Coef.Var.(%)	8.36	7.91	4.93	6.56		
Desv.Est.	0.60	0.55	0.30	0.45		

1-En relación al nivel de 21 % de proteína

2-En relación al nivel de 2900 Kcal

investigaciones han demostrado que al disminuir la proteína de la dieta aumenta el consumo de alimento (85 y 170).

En cuanto al consumo de energía (Cuadro 35), se encontró que este sufrió un incremento de 14.2%, a medida que aumentó el nivel energético de la dieta de 2800 a 3200 Kcal; este resultado difiere de lo observado en el experimento 1 (Cuadro 18), donde se mantuvo constante.

Por otra parte, el consumo de proteína, igual que en el experimento 1, presenta una tendencia a decrecer con la disminución del nivel proteico de la dieta.

#### 5.2.3. Conversión alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia proteica

En el Cuadro 34 se puede observar que el nivel de energía de la dieta afecta la conversión alimenticia, pero el efecto del nivel proteico es casi nulo.

Por otra parte, el nivel energético de 2900 kcal resultó en una tendencia de mejor eficiencia energética y proteica que los demás (Cuadros 35 y 36). En cuanto al efecto de la proteína sobre estos parámetros, aparentemente la eficiencia energética no es afectada, pero la eficiencia proteica sí lo es.

#### 4.2.3. Ganancia económica por kilo de carne producida

Las dietas con un nivel de 3100 kcal resultaron en

CUADRO 36.

EFICIENCIA PROTEICA Y GANANCIA ECONOMICA POR  
KILO DE CARNE PRODUCIDA (EXPERIMENTO 2)

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (Kcal/Kg)				PROME- DIOS	INDICE (1) RELATIVO
	2900	3000	3100	3200		
Eficiencia Proteica (cons. proteína/gan. peso)						
21	0.57	0.45	0.41	0.42	0.46	100.00
22	0.49	0.48	0.46	0.49	0.48	104.34
23	0.55	0.59	0.45	0.47	0.51	110.86
24	0.59	0.57	0.44	0.55	0.54	117.39
Promedios	0.556	0.52	0.44	0.48		
Ind.Rel. (2)	100.00	94.54	80.00	87.27		
Coef.Var. (%)	8.06	12.56	4.29	11.24		
Desv.Est.	0.04	0.06	0.44	0.05		
Ganancia económica por kilo de carne producida (pesos/kilo)						
21	21.70	30.84	35.84	33.14	30.38	100.00
22	29.14	29.85	31.58	29.90	30.12	99.14
23	29.34	24.37	37.17	33.62	31.13	102.46
24	23.26	25.44	37.61	24.77	27.77	91.40
Promedios	25.86	27.63	35.55	30.37		
Ind.Rel. (2)	100.00	106.84	137.47	117.44		
Coef.Var. (%)	15.29	11.57	7.74	13.44		
Desv.Est.	3.95	3.19	2.75	4.08		

1-En relación al nivel de 21 % de proteína

2-En relación al nivel de 2900 Kcal

un mayor retorno económico que los demás (Cuadro 36). Al comparar los niveles energéticos de 2900 y 3100 kcal, se observa que este último presentó una ganancia económica por kilo de carne producida 37.47% superior que el primero, confirmando las tendencias encontradas en el experimento 1.

Por otra parte, el nivel proteico más alto (24%) determinó menores ganancias económicas, resultando más redituable el nivel de 23%. Por lo tanto, tomándose en cuenta los precios del momento de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas se puede suponer que para las condiciones mexicanas las raciones de iniciación (cuando formuladas de la manera utilizada en este estudio) deben tener 3100 Kcal de EM y 23% de proteína.

### 5.3. EXPERIMENTO 3

#### 5.3.1. Ganancia de peso

Los resultados encontrados son presentados en el Cuadro 37. El análisis de la varianza no acusó diferencias significativas entre los niveles de energía, niveles de proteína ni tampoco para la interacción energía x proteína.

Sin embargo, como se puede observar en la Figura 1, hay una tendencia no significativa de menores ganancias de peso a medida que disminuye el nivel proteico, en ambos niveles de energía.

Waldroup et al (238), mencionan que con el aumento en la edad de los pollos, el grado de respuesta a diferentes niveles energéticos disminuye. Nakhata y Anderson (157), señalan que los pollos presentan una necesidad determinada de energía, para una situación específica, y que si la relación energía:nutrientes es mantenida constante, los cambios en el nivel energético de la dieta afectan la conversión alimenticia, pero no la ganancia de peso.

En México, Niankoy (162) al comparar niveles energéticos de 2800, 3000 y 3200 kcal en la fase de finalización, no logró encontrar diferencias significativas entre los mismos. Enriquez (58) tampoco encontró diferencias entre niveles energéticos de 2900, 3000 y 3100 kcal asociados a niveles proteicos de 20 y 19%, en la fase de finalización. Resultados similares fueron obtenidos por Afuso (7), quien no encontró diferencias significativas entre ni-

## CUADRO 37.

GANANCIA DE PESO Y GANANCIA ECONOMICA  
 POR KILO DE CARNE PRODUCIDA  
 (EXPERIMENTO 3)

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (Kcal/kg)			INDICE RELATIVO
	2900	3100	PROMEDIOS	
GANANCIA DE PESO (g)				
20	1373	1416	1394a	100.00
19	1335	1342	1349a	96.77
18	1323	1337	1330a	95.41
	----A	----A		
Promedios	1350	1365		
Ind.Relat.	100.00	101.11		
GANANCIA ECONOMICA (Pesos/Kilo)				
20	58.12	58.91	58.61a	100.00
19	58.66	54.37	56.51a	96.68
18	58.92	56.22	57.57a	98.39
	----A	----A		
Promedios	58.57	56.50		
Ind.Relat.	100.00	96.47		

A,B =Letras mayúsculas comparan promedios en un mismo renglón.  
 a,b =Letras minúsculas comparan promedios en una misma columna.

veles proteicos de 21 y 18%, en la fase de finalización.

Omolu y Offiong (167), al comparar niveles proteicos de 17, 20, 23 y 26%, asociados a niveles energéticos de 2800, 3000 y 3200 Kcal, no encontraron diferencias entre los distintos tratamientos.

En el presente experimento los niveles de los aminoácidos más limitantes (lisina y metionina + cistina) fueron adecuados al nivel de energía y entraron en igual proporción en los tres niveles proteicos estudiados, dentro de cada uno de los dos niveles de energía. Luego, es posible que la tendencia de mejores resultados para los niveles proteicos más altos fue determinada por la mayor cantidad de nitrógeno disponible para la síntesis de aminoácidos no esenciales. También se podría pensar que existió un exceso de aminoácido (s) limitante (s) en las dietas con el nivel más alto de energía. En este caso, Harper et al. (91), señalan que los mecanismos de degradación de los aminoácidos no responden adecuadamente (cuando hay un exceso de un determinado aminoácido en una dieta de baja proteína). El consumo del aminoácido en exceso, asociado a un consumo proteico bajo, resultaría en la acumulación de este aminoácido en el torrente sanguíneo, lo que determinaría una reducción en el consumo de alimento.

Sin embargo, esta hipótesis deberá ser tomada con reservas, en el presente experimento, ya que las diferencias entre los tratamientos, para consumo de alimento y consumo de proteína (Cuadro 38), no fueron significativas (y tampoco se determinaron químicamente los aminoácidos).

### 5.3.2. Consumo de Alimento, Consumo de Energía y Consumo de Proteína

Los resultados son presentados en el Cuadro 38 y Figuras 2, 3 y 4. El análisis de la varianza no acusó efecto significativo del nivel de energía, nivel de proteína o de la interacción energía x proteína, sobre el consumo de alimento.

Sin embargo, hay un efecto significativo del nivel energético sobre el consumo de energía ( $P < 0.05$ ) y del nivel proteico sobre el consumo de proteína ( $P < 0.01$ ).

En el presente experimento no se confirmó lo encontrado por otros autores (63, 65, 85 y 100) quienes demostraron que los pollos, cuando son alimentados con dietas con diferentes niveles de energía, regulan el consumo de alimento para satisfacer sus necesidades energéticas. Sin embargo, concuerda con lo encontrado por Groote (88) y Sibbald y Slinger (299), quienes afirman que el contenido energético de la dieta no siempre determina grandes cambios en el consumo de alimento.

Por otra parte, cuando se considera el consumo de energía se observa que a medida que aumenta el nivel energético de 2900 a 3100 kcal el consumo de kilocalorías se incrementa de 9534 a 10037 ( $P < 0.01$ ), indicando un sobreconsumo de energía, mientras que el consumo de proteína se mantuvo prácticamente constante. Resultados similares fueron encontrados por otros autores (62, 99, 123, 142, y 206).

Al descomponer la suma de cuadrados de proteína, se encontró

CUADRO 38.

CONSUMO DE ALIMENTO, CONSUMO DE ENERGIA  
Y CONSUMO DE PROTEINA (EXPERIMENTO 3).

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (Kcal/kg)			INDICE RELATIVO
	2900	3100	PROMEDIOS	
CONSUMO DE ALIMENTO (g)				
20	3337	3265	3301a	100.00
19	3321	3258	3290a	99.66
18	3205	3190	3197a	96.84
	----A	----A		
Promedios	3288	3238		
Ind.Relat.	100.00	98.47		
CONSUMO DE ENERGIA (Kcal)				
20	9678	10122	9900a	100.00
19	9632	10100	9866a	99.65
18	9244	9890	9592a	96.88
	----A	----B		
Promedios	9534	10037		
Ind.Relat.	100.00	105.27		
** CONSUMO DE PROTEINA (g)				
20	667	653	660a	100.00
19	631	619	625a	94.69
18	576	574	575b	87.12
	----A	----A		
Promedios	625	615		
Ind.Relat.	100.00	98.40		

A,B =Letras mayúsculas comparan promedios en un mismo renglón.

a,b =Letras minúsculas comparan promedios en una misma columna.

\*\* =Efecto lineal del nivel de proteína (P<0.01) 2  
Ecuación:  $Y = -184.83 + 42.35 X$  (r = 0.74)  
Donde: Y = Consumo de proteína, en gramos  
X = Nivel de proteína de la dieta, en %

un efecto lineal ( $P < 0.01$ ), disminuyendo el consumo de proteína con la disminución del nivel proteico de la dieta. Esto difiere de lo observado por Parsons y Baker (170), quienes señalan que los pollos que reciben dietas moderadamente deficientes en proteína consumen más alimento, que aquellos que son alimentados con niveles adecuados; este aumento en el consumo, sería una tentativa por parte del ave de consumir más del nutriente limitante, es decir, proteína.

### 5.3.3. Conversión alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia proteica

Los resultados pueden ser observados en el Cuadro 39 y figuras 5, 6 y 7. Se encontró un efecto significativo del nivel de energía de la dieta sobre la eficiencia energética ( $P < 0.05$ ) y del nivel proteico sobre el consumo de proteína ( $P < 0.01$ ).

En cuanto a la conversión alimenticia, a pesar de que no existen diferencias significativas, hay una tendencia de mejores resultados para las dietas con un nivel alto de energía. Varias investigaciones han demostrado que la conversión alimenticia mejora con el incremento del nivel energético de la dieta (27, 35, 48, 53, 58, 65, 88, 142, 162, 166, 213 y 238); lo mismo se da con el incremento del nivel proteico (2 y 4), diferente de lo observado en el presente experimento.

CUADRO 39.

CONVERSION ALIMENTICIA, EFICIENCIA ENERGETICA  
Y EFICIENCIA PROTEICA (EXPERIMENTO 3).

NIVEL de PROTEINA	NIVEL DE ENERGIA (kcal/kg)			INDICE RELATIVO
	2900	3100	PROMEDIOS	
CONVERSION ALIMENTICIA (consumo/ganancia de peso)				
20	2.43	2.30	2.36a	100.00
19	2.45	2.42	2.43a	102.96
18	2.42	2.38	2.40a	101.69
	----A	----A		
Promedios	2.43	2.37		
Ind.Relat.	100.00	97.53		
EFICIENCIA ENERGETICA (cons. energía/gan. peso)				
20	7.05	7.14	7.10a	100.00
19	7.11	7.52	7.31a	102.95
18	7.02	7.39	7.21a	101.54
	----A	----B		
Promedios	7.06	7.35		
Ind.Relat.	100.00	104.10		
EFICIENCIA PROTEICA (cons.proteína/gan.peso) <span style="float: right;">**</span>				
20	0.48	0.46	0.47a	100.00
19	0.46	0.46	0.46a	97.87
18	0.43	0.42	0.43b	91.48
	----A	----A		
Promedios	0.46	0.45		
Ind.Relat.	100.00	97.82		

A,B =Letras mayúsculas comparan promedios en un mismo renglón.

a,b =Letras minúsculas comparan promedios en una misma columna.

\*\* = Efecto lineal del nivel de proteína (P<0.01) 2  
Ecuación:  $Y = 0.23 + 0.0166 X$  (r = 0.52)

Bonde: Y = Eficiencia proteica

X = Nivel proteico de la dieta, en %

Sin embargo, los resultados concuerdan con lo obtenido por Enriquez (58), quien no encontró diferencias significativas entre niveles proteicos de 20 y 19% , en la fase de finalización, para esta característica.

Por otra parte, la eficiencia de utilización de la energía y de la proteína para la ganancia de peso, mejoró con la disminución de los respectivos niveles de inclusión en la dieta. Resultados similares fueron encontrados por Adams y Rogler (4), quienes explican que eso se debe al sobreconsumo de energía y al subconsumo proteína. Asimismo, señalan que esto hasta cierto punto carece de importancia ya que una mejor evaluación sería dada por las relaciones energía consumida:energía acumulada en la canal y proteína consumida:proteína acumulada.

Sin embargo, Jackson et al. (112) encontraron igual efecto para la proteína, es decir, la proteína acumulada en la canal disminuyó con la reducción del nivel proteico de la dieta mientras que para la energía encontraron lo contrario. Los resultados encontrados en este experimento sugieren que la utilización de la energía está inversamente relacionada con el consumo de proteína.

Por otra parte, Velu et al. (233) observaron que la utilización de la proteína no se incrementa con el aumento del nivel energético de la dieta lo que confirma los resultados del presente experimento. Sin embargo, la utilización de la energía mejora con el aumento en el nivel proteico, diferente a lo encontrado en este experimento.

#### 5.3.4. Ganancia económica por kilo de carne producida

No se encontró efecto significativo del nivel de energía, nivel de proteína o de la interacción energía x proteína para esta variable.

Sin embargo, hay una tendencia de mayores retornos económicos (3.53%) para el nivel de 2900 Kcal, como se puede observar en el Cuadro 37 y Figura 8; lo mismo se dio con el nivel más alto de proteína y estos resultados reflejan las pequeñas diferencias encontradas en la ganancia de peso y consumo de alimento.

Luego, tomándose esta variable como parámetro y con base en los precios de los ingredientes y en el precio del pollo vivo utilizado, se puede asumir que no hay ninguna ventaja en utilizar niveles altos de energía en la dieta de pollos engorda, en la fase de finalización.

Sin embargo, como las dietas de alta energía fueron apenas 6.16% más caras que las de baja energía, y como esa diferencia fue dada básicamente por el precio del aceite y del sorgo, las ventajas o desventajas de usar una u otra fórmula dependerá de los precios de estos ingredientes en el momento de su utilización. Asimismo, el precio de venta del pollo vivo debe ser considerado, ya que trabajos realizados han demostrado que esto puede cambiar completamente la respuesta económica (7).

Numerosas investigaciones se han desarrollado con el objeto de predecir los niveles energéticos y proteicos más económicos para pollos de engorda (84, 135 y 157); para comparar los resul-

tados se ha utilizado análisis de la varianza, análisis de regresión y métodos de simulación (195). En el último caso, normalmente se asumen dos hipótesis: la primera de que el nivel de energía no afecta la ganancia de peso y la conversión alimenticia y la segunda de que sí lo afecta.

Por ejemplo, McDonald y Evans (135), usando un programa de simulación y dietas que variaban de 2790 a 3390 kcal de energía metabolizable en la fase de finalización, demostraron que el nivel óptimo, cuando se considera que la energía afecta el crecimiento es de 3290 Kcal y de 3090 Kcal, cuando no lo afecta. El nivel de 3290 Kcal concuerda con las recomendaciones de North (163), pero resulta mas bajo que lo señalado por Farrell *et al.* (63) quienes recomiendan un nivel de 3080 Kcal.

Por otra parte, otros autores proponen acrecentar otras variables al modelo, como por ejemplo, el número de lotes por año, el retorno por unidad de área de la caseta y la época de cambio de la dieta de iniciación a la de finalización (212).

### 5.3.5. Grasa abdominal

Se encontró un efecto significativo de la proteína ( $P < 0.01$ ), aumentando linealmente el porcentaje de grasa abdominal con la disminución del nivel proteico de la dieta (Cuadro 40 y Figura 9); también se encontró que las hembras acumulan significativamente (Figura 10) más grasa que los machos (3.00% vs. 2.56%). Sin embargo, el análisis de la varianza no mostró efecto significativo para la energía y para las interacciones energía x proteína, energía x sexo, proteína x sexo y para la triple interacción.

Kubena et al. (119) y Deaton et al. (51), encontraron que el porcentaje de grasa abdominal aumenta con el incremento energético de la dieta. Sin embargo, se ha observado que esto está muy relacionado con la cantidad de energía consumida, ya que al aumentar la energía de la dieta incrementa el consumo calórico, lo que resulta en una mayor acumulación de grasa como lo señalado por Scott et al. (206).

En el presente experimento, a pesar de un aumento en el consumo de Kilocalorías (Cuadro 38), posiblemente esto no fue lo suficientemente grande para determinar diferencias significativas entre los tratamientos, en la cantidad de grasa.

Diversos autores han buscado disminuir la cantidad de grasa abdominal a través de una restricción energética, principalmente durante las primeras semanas de vida de los pollos. Por ejemplo, Griffiths et al. (85), suministraron una dieta de baja energía durante la primera, segunda o tercera semana de edad y provocaron

CUADRO 40.

PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL  
(EXPERIMENTO 3)

NIVEL de ENERGIA	SEXO	NIVEL DE PROTEINA**			
		20	19	18	PROMED.
2900	M	2.40	2.37	2.81	2.52
	H	2.71	2.80	3.18	2.89
	Prom.	2.55	2.58	3.00	2.71
3100	M	2.48	2.66	2.64	2.59
	H	2.89	2.86	3.54	3.10
	Prom.	2.68	2.76	3.09	2.84
Prom./Nivel de Proteína		2.62a	2.67a	3.04b	

A,B =Letras mayúsculas comparan promedios en una misma columna

a,b =Letras minúsculas comparan promedios en un mismo renglón

\*\* = Efecto lineal del nivel de proteína (P<0.01) 2

Ecuación:  $Y = 6.495 - 0.195 X$  (r = 0.16)

Donde: Y = Grasa abdominal, en %

X = Nivel proteico de la dieta, en %

una reducción en la cantidad de kilocalorías consumidas, pero sin ningún logro sobre la acumulación de grasa a los 56 días. Beane et al. (21), limitaron el consumo de alimento a 85% durante el período de 14 a 42 días y encontraron que la grasa aumentó en los machos a los 56 días de edad. Cherry et al. (35), observaron que suministrando dietas de baja energía durante la fase de iniciación la grasa abdominal puede disminuir, aumentar o no ser afectada, dependiendo de la estirpe de las aves.

Sin embargo, Hargis y Creger (89) encontraron que la grasa abdominal puede ser reducida al no adicionar aceites o grasas en las dietas durante los primeros siete días de vida. Mollison et al. (147), observaron que reduciendo el consumo de alimento a 90%, durante la primera semana, disminuía la grasa abdominal a los 49 días de edad; en un segundo ensayo, al reducir el consumo de aceite durante la primera semana de vida no lograron disminuir la grasa abdominal, pero sí lo lograron al reducir la relación EM:PC de la dieta en la fase de finalización.

Por otra parte, el aumento en la grasa con la disminución del nivel proteico de la dieta, encontrado en el presente experimento, ratifica lo observado por Lima y Uzu (129), quienes compararon dietas de baja proteína, suplementadas o no con aminoácidos; explican que el aumento en la cantidad de grasa abdominal en las dietas con bajo nivel proteico, no suplementadas, se debió a una deficiencia de aminoácidos esenciales (50%) y no esenciales (50%) pues con la suplementación de lisina y metionina se logró disminuir la grasa acumulada.

Para Pfaff y Austic (177), la disminución en la grasa abdominal, con el aumento del nivel proteico de la dieta, se debe a una reducción en el consumo de alimento y además a una reducción en la producción y actividad de ciertas enzimas involucradas en la síntesis de lípidos, cuando un exceso de proteína es ingerida.

La mayor acumulación de grasa en las hembras ( $P < 0.01$ ) confirma una vez más que este tipo de respuesta está asociada con la presencia de las hormonas sexuales, y con el menor metabolismo presentado por las mismas (119 y 131). Resultados similares fueron encontrados por otros autores (51, 87, 138, 187 y 227).

#### 5.3.6. Rendimiento de canal "tipo mercado"

El análisis de la varianza no indicó efecto significativo del nivel de energía, nivel de proteína, sexo e interacciones.

Los niveles de 2900 y 3100 Kcal presentaron resultados prácticamente iguales (87.78% vs. 87.82%), como se puede observar en el Cuadro 41 y Figura 11. Esto difiere de lo encontrado por Chen et al. (34), quienes al comparar niveles energéticos de 3100 y 3325 Kcal, encontraron rendimientos de canal no eviscerada mayores para el nivel más alto (91.98% vs. 90.28%). También Mendonca (142), al comparar dietas de baja y alta energía encontró mayores rendimientos para las últimas (86.9% vs. 85.8%).

Sin embargo, es bien conocido que las pérdidas debidas al sangrado y desplume son afectadas por el peso vivo de las aves,

CUADRO 41.

RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO" Y DE  
 CANAL EVISCERADA (EXPERIMENTO 3)

NIVEL de ENERGÍA	SEXO	NIVEL DE PROTEÍNA			
		20	19	18	PROMED.
<b>RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO" (%)</b>					
2900	M	87.28	87.73	88.32	87.77
	H	87.58	87.42	88.36	87.79
	Prom.	87.43	87.57	88.34	87.78
3100	M	87.60	88.07	88.00	87.89
	H	88.40	87.11	87.72	87.74
	Prom.	88.00	87.59	87.86	87.82
Prom./Nivel de Proteína		87.72a	87.58a	88.10a	
<b>RENDIMIENTO DE CANAL EVISCERADA (%)</b>					
2900	M	74.08	74.57	73.75	74.13
	H	73.22	73.28	73.30	73.27
	Prom.	73.65	73.93	73.52	73.70
3100	M	73.77	74.04	73.20	73.67
	H	73.24	72.85	72.79	72.96
	Prom.	73.50	73.44	73.00	73.21
Prom./Nivel de Proteína		73.58a	73.68a	73.26a	

A,B =Letras mayúsculas comparan promedios en una misma columna  
 a,b =Letras minúsculas comparan promedios en un mismo renglón

disminuyendo a medida que este aumenta (111, 137, 142 y 190). Como en el presente experimento los pesos vivos de las aves sacrificadas fueron muy similares (Cuadro 66), tal vez eso explique los resultados encontrados. Moran (152), señala que cuando la variable peso vivo es removida, se minimizan las diferencias en los rendimientos, normalmente atribuidas a la nutrición, estirpe y sexo. Esto fue demostrado por Bouwkamp *et al.* (28), quienes al agrupar las aves por peso, encontraron que las diferencias inicialmente encontradas entre diversas estirpes desaparecieron.

Por otra parte, los resultados encontrados en cuanto al sexo concuerdan con los obtenidos por Campos y Chquiloff (30) y Orr (169) quienes no encontraron diferencias entre machos y hembras, pero difieren de otros autores, quienes encontraron mayores rendimientos para los machos (75, 142, 150 y 225).

Sin embargo, como ha sido mencionado, el mayor peso vivo de los machos puede llevar a resultados engañosos a pesar de la mayor proporción de plumas, normalmente presentada por las hembras (16 y 75). Además, hay que considerarse que las canales menores absorben una mayor cantidad de agua (59), proporcionalmente, durante el proceso de enfriamiento (por la mayor superficie proporcional de las mismas). Luego, como en el experimento 1 se encontró una tendencia de mayores rendimientos para las aves alimentadas con niveles bajos de proteína, tendencia que se repite, pero que no se confirma en el presente experimento ( $P > 0.05$ ), lo que hace pensar que esto no necesariamente estaría relacionado con el nivel proteico de la dieta.

### 5.3.7. Rendimiento de canal eviscerada

Se encontró un efecto significativo del nivel de energía ( $P < 0.05$ ) y del sexo ( $P < 0.01$ ), pero no de la proteína y de las interacciones.

Como se puede observar en el Cuadro 41 y Figura 12, los machos presentaron un mayor porcentaje de canal eviscerada que las hembras (73.90% vs 73.11%).

Por otra parte, el mayor rendimiento encontrado en las aves alimentadas con las dietas con 3100 kcal y en los machos, diferente de lo observado para el rendimiento de canal no eviscerada, podría estar relacionado con la mayor cantidad de grasa visceral presentada por las hembras, como lo indicó Essary *et al.* (59).

Cabe mencionar que como la grasa abdominal fue quitada junto con las vísceras, esto puede haber afectado el rendimiento. Por lo tanto, con base en estos resultados se puede concluir que desde el punto de vista del productor o del rastro, la cantidad de grasa abdominal (y demás grasa visceral) puede ser importante cuando las canales son comercializadas en forma eviscerada; sin embargo, el consumidor será afectado al comprar canales no evisceradas, pues la grasa abdominal se constituye en producto de deshecho.

En lo que respecta al sexo, los resultados encontrados son similares a los obtenidos por Ghion (75), Moran y Orr (150) y Oliveira (165) quienes encontraron mayores rendimientos para los machos. Sin embargo, otros autores no han encontrado diferencias

entre sexos (6, 30, 141 y 176), mientras que otros lo encontraron para las hembras (154 y 225).

Por otra parte, los resultados observados en cuanto al efecto del nivel de proteína concuerdan con Moran (153), quien no encontró diferencias significativas para esta característica, entre niveles de 24, 22 y 20% , en la fase de iniciación, asociados a un nivel único de 20% , en la fase de finalización.

## 5.4. EXPERIMENTO 4

### 5.4.1. Ganancia de Peso

Los resultados son presentados en el Cuadro 42 y Figura 1; el análisis de la varianza, al descomponer la suma de cuadrados de tratamientos, mostró un efecto lineal ( $P < 0.05$ ) de la energía, aumentando la ganancia de peso con el incremento energético de la dieta.

Estos resultados son en parte similares a los encontrados por Waldroup *et al.* (238), quienes al comparar dietas con ocho niveles de energía, variando de 2970 a 3740 kcal, encontraron un efecto lineal del nivel energético de la dieta sobre la ganancia de peso; sin embargo, en un segundo ensayo, al reducir los niveles a cinco, desaparecieron las diferencias entre los mismos, en la fase de finalización. En ambos experimentos, los niveles de aminoácidos, calcio y fósforo fueron adecuados al nivel de energía, sin establecer un nivel mínimo de proteína.

También otros autores (67, 157, 173, 175 y 192) han señalado que al incrementar el nivel energético de la dieta, aumenta la ganancia de peso.

Fisher y Wilson (67), basados en la revisión de literatura, afirman que este tipo de respuesta obtenida con dietas en forma de harina, se incrementa al utilizar dietas empastilladas. Por ejemplo, Reddy *et al.* (187), al diluir dietas con celulosa, encontraron que la ganancia de peso se reducía con el alimento en

GANANCIA DE PESO Y GANANCIA ECONOMICA  
 POR KILO DE CARNE PRODUCIDA  
 (EXPERIMENTO 4)

NIVEL DE ENERGIA	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC	GANANCIA DE PESO		GANANCIA ECONOMICA	
			GRAMOS	IND.REL.	PESOS/KILO	IND.REL.
2800	18.06	155	1108	100.00	37.07	100.00
2900	18.70	155	1138	102.70	40.99	110.57
3000	19.35	155	1186	107.03	42.98	115.94
3100	20.00	155	1188	107.22	41.18	111.08
3200	20.64	155	1206	108.80	40.65	109.65

NS = (P>0.05)

\* = Efecto lineal (P<0.05)

Ecuación:  $Y = 425.5 + 0.246 X$

Donde : Y = Ganancia de peso, en gramos

X = Nivel de energía metabolizable, en Kcal/Kg

2

(r = 0.30)

harina, pero no cuando este era empastillado. Los autores explican que la reducción en la ganancia de peso se da por el mayor gasto de energía en el proceso de ingestión del alimento y no por la capacidad del aparato digestivo, como generalmente se piensa. También señalan que es bien conocido el hecho de que los pollos tardan más en consumir un alimento en harina que el mismo alimento empastillado.

Por otra parte, al considerarse apenas los niveles de 2900 y 3100 kcal, mismos que fueron utilizados en los experimentos 1 y 3, la ausencia de diferencias significativas entre ellos confirman los resultados del experimento 3.

#### 5.4.2. Consumo de Alimento, Consumo de energía y Consumo de Proteína

Los resultados son presentados en el Cuadro 43 y Figuras 2, 3 y 4; se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ) para el consumo de alimento, disminuyendo este con el incremento del nivel de energía de la dieta, mientras que el consumo de energía y el consumo de proteína no fueron afectados.

Al incrementarse la densidad calórica de la dieta, el consumo de alimento disminuyó de una manera casi proporcional; por ejemplo, al aumentar la energía en 14.28% (2800 a 3200 Kcal), el consumo se redujo en 12.19%. En consecuencia, el consumo de energía y de proteína se mantuvo prácticamente constante en todos los

CONSUMO DE ALIMENTO, CONSUMO DE ENERGIA Y CONSUMO DE PROTEINA

(EXPERIMENTO 4)

NIVEL de ENERGIA	NIVEL de PROTEINA	EM:PC	CONSUMO DE ALIMENTO		CONSUMO DE ENERGIA		CONSUMO DE PROTEINA	
			GRAMOS	IND. REL.	Kcal	IND. REL.	GRAMOS	IND. REL.
2800	18.06	155	3520	100.00	9858	100.00	636	100.00
2900	18.70	155	3377	95.93	9794	99.35	632	99.37
3000	19.35	155	3320	94.31	9962	101.05	642	100.90
3100	20.00	155	3236	91.93	10032	101.76	647	101.72
3200	20.64	155	3091	87.81	9893	100.35	638	100.31

137

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

NS= (P>0.05)

\*\*\* Efecto lineal del nivel de energia (P<0.01) <sup>2</sup>

Ecuación: Y = 6309 - 1.0 X (r = 0.55)

Donde: Y = Consumo de alimento, en gramos

X = Nivel de energia metabolizable, en Kcal/Kg

niveles de energía.

Esto confirma las tendencias encontradas en la literatura de que pollos alimentados con dietas de diferentes niveles energéticos regulan el consumo de alimento para satisfacer sus necesidades de energía (85, 100 y 122).

Sin embargo, los resultados están en desacuerdo con Waldroup et al. (238) quienes observaron que al aumentar la energía de 2970 a 3740 kcal (un aumento de 25.9%), el consumo de alimento disminuía sólo 3.8%, resultando en un aumento directamente proporcional en el consumo de energía.

Por otra parte, otros autores mencionan que el contenido energético de la dieta no determina grandes cambios en el consumo de alimento (37, 88, 196 y 209).

Es posible que lo anterior esté relacionado con los niveles de energía y proteína, ya que al comparar los niveles de 2900 y 3100 kcal, la ausencia de diferencias significativas entre ellos confirman los resultados encontrados en el experimento 3 y los obtenidos por Mendonca (142), al comparar niveles energéticos de 2900 y 3200 kcal. Asimismo, otros factores deben ser considerados cuando se comparan los resultados de la literatura, como por ejemplo, el tipo de dieta utilizada (168).

Así, al utilizar una dieta tipo maíz + soya o sorgo + soya, es preciso emplear cantidades altas de aceite para alcanzar niveles altos de energía; se ha demostrado que niveles altos de aceite o aceite de mala calidad, pueden determinar una reducción en el consumo de alimento, independientemente del nivel energético de

la dieta (235).

Por otra parte, al utilizar dietas prácticas, puede haber una sobre o subestimación en la cantidad o en la disponibilidad de aminoácidos llevando a un desbalance no previsto, lo que determinará una alteración en el consumo de alimento, como lo demostrado por Lewis (127 y 128).

#### 5.4.3. Conversión alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia proteica

Los resultados son presentados en el Cuadro 44 y Figuras 5, 6 y 7; se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ) del nivel de energía de la dieta sobre la conversión alimenticia, mientras que la eficiencia energética y la eficiencia proteica no fueron afectadas.

La mejora en la conversión alimenticia, de una manera proporcional al incremento calórico de la dieta, concuerda con lo encontrado por diversos autores (27, 35, 48, 53, 65, 88, 142, 166, 213 y 238).

Sin embargo, al comparar sólo los niveles de 2900 y 3100 Kcal entre sí, la ausencia de diferencias significativas entre ellos, confirman los resultados encontrados en el experimento 3.

Por otra parte, a pesar de no ser significativa, hay una fuerte tendencia en mejorar la eficiencia energética y eficiencia proteica, con el incremento calórico de la dieta; esto es conse-

CUADRO 44.

CONVERSION ALIMENTICIA (Cons./Gan.), EFICIENCIA ENERGETICA (Cons.Energia/Gan.Peso)  
 Y EFICIENCIA PROTEICA (Cons.Prot./Gan.Peso)

(EXPERIMENTO 4)

NIVEL de ENERGIA	NIVEL de PROTEINA	EM:P	CONV. ALIMENTICIA			EFIC. ENERGETICA			EFIC. PROTEICA		
			C/G	IND.REL.	IND.REL.	C/G	IND.REL.	IND.REL.	C/G	IND.REL.	IND.REL.
2800	18.06	155	3.18	100.00	100.00	8.90	100.00	100.00	0.57	100.00	NS
2900	18.70	155	2.97	93.39	96.94	8.61	96.94	96.49	0.55	96.49	NS
3000	19.35	155	2.81	88.36	94.49	8.41	94.49	94.73	0.54	94.73	NS
3100	20.00	155	2.73	85.84	94.94	8.45	94.94	94.73	0.54	94.73	NS
3200	20.64	155	2.56	80.50	92.13	8.20	92.13	91.22	0.52	91.22	NS

NS = (P>0.05)

\*\* = Efecto lineal del nivel de energia (P<0.01) 2

Ecuación:  $Y = 7.7393 - 0.00149 X$  (r = 0.82)

Donde: Y = Conversión alimenticia

X = Nivel de energia metabolizable, en kcal/Kg

cuencia del aumento paralelo en la ganancia de peso, a pesar de que el consumo de energía y el consumo de proteína permanecieron prácticamente constantes.

En el experimento 3, se encontró que la eficiencia energética y la eficiencia proteica mejoraban con la disminución de los respectivos niveles de inclusión de esos nutrientes en la dieta, resultados que no son confirmados en el presente experimento. Es más, en cuanto a la eficiencia energética hay una tendencia a contradecir aquellos resultados. Sin embargo, al desaparecer las diferencias significativas en el presente experimento (aparentemente como consecuencia de un igual consumo de energía y proteína en todos los niveles de energía estudiados), refuerza la hipótesis ya discutida de que las diferencias resultan del consumo de energía o de proteína en sí, y no de una mejor utilización de estos nutrientes.

#### 5.4.4. Ganancia económica por kilo de carne producida

El análisis de la varianza no indicó efecto significativo del nivel de energía sobre esta variable. Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 42 y Figura 8, las dietas con niveles por arriba de los 2900 kcal resultaron en retornos económicos mayores que el nivel de 2800 kcal (al rededor de 10% a más) con una tendencia de mejores resultados para el nivel intermedio de 3000 kcal.

Estos resultados difieren de lo encontrado por Afuso (7),

quien observó que en la fase de finalización, un nivel bajo de energía (2600) asociado a un nivel también bajo de proteína (18%) resultaba más económico, a pesar de no ser el mejor nivel en cuanto a la ganancia de peso.

Sin embargo, si se considera que con ese tipo de parámetro - el análisis estadístico no es muy válido (por las múltiples posibilidades de confusión asociadas a la variable, como por ejemplo, precio de los ingredientes, precio del pollo, etc.) se puede asumir que las dietas latinoamericanas realmente deben tener niveles de energía más bajos que las norteamericanas, pero no menos de 2900 kcal, en la fase de finalización.

#### 5.4.5. Grasa abdominal

El análisis de la varianza mostró un efecto significativo del nivel de energía de la dieta ( $P < 0.05$ ) y del sexo ( $P < 0.01$ ). Como se puede observar en el Cuadro 45 y Figura 13, el nivel más bajo de energía presentó un porcentaje de grasa menor que el nivel más alto, mientras que las hembras acumularon más grasa que los machos; sin embargo, la interacción energía x sexo no fue significativa.

Asimismo, al descomponer la suma de cuadrados de energía, se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ), aumentando la grasa con el incremento calórico de la dieta. Aparentemente, esto no puede ser atribuido a un aumento en el consumo de energía y/o a una disminución en el consumo de proteína, ya que ambos permanecieron cons-

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO 45.

PORCENTAJE DE GRASA ABOMINAL, RENDIMIENTO DE CANAL  
 "TIPO MERCADO" Y DE CANAL EVISCERADA"  
 (EXPERIMENTO 4)

SEXO	NIVELES DE ENERGIA (Kcal) Y PROTEINA (%)					PROM.
	2800	2900	3000	3100	3200	
	18.06	18.70	19.35	20.00	20.64	

\*\*

GRASA ABDOMINAL (%)						
M	1.62	1.69	1.67	1.84	1.90	1.74 A
H	1.97	1.96	2.27	2.44	2.50	2.23 B
Prom.	1.79a	1.82ab	1.97ab	2.14ab	2.20b	

RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO" (%)						
M	87.03	86.37	87.27	87.26	87.26	87.04 A
H	86.45	86.16	85.46	87.34	87.02	86.48 A
Prom.	86.74a	86.26a	86.37a	87.30a	87.14a	

RENDIMIENTO DE CANAL EVISCERADA (%)						
M	74.96	74.78	74.69	74.21	73.95	74.52 A
H	73.14	73.17	72.69	73.41	73.84	73.25 B
Prom.	74.05a	73.97a	73.69a	73.81a	73.90a	

AB = Letras mayúsculas comparan promedios en la misma columna  
 ab = Letras minúsculas comparan promedios en en mismo renglón  
 \*\* = Efecto lineal del nivel de energía (P<0.01) 2  
 Ecuación:  $Y = -1.4033 + 0.00113 X$  (r = 0.37)  
 Donde: Y = Grasa abdominal, en %  
 X = Nivel energético de la dieta, en Kcal/Kg

tantes (Cuadro 43). Como tampoco se alteró el consumo de aminoácidos limitantes, se puede pensar que otro factor estuvo presente ahí, posiblemente la mayor cantidad de aceite en las dietas de alta energía, como lo señalado por Deaton et al. (50).

Estos resultados permiten concluir que la manipulación de los niveles nutricionales, en la fase de finalización, permiten controlar la cantidad de grasa abdominal, como lo sugerido por Arafa (14) y Lima y Uzu (129).

#### 5.4.6. Rendimiento de canal "tipo mercado"

Al igual que en el experimento 3, no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de energía, entre sexos, ni tampoco para la interacción energía x sexo.

Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 45 y Figura 11, hay una ligera tendencia de mayores rendimientos para los niveles más altos de energía.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Pezzato et al. (176) y Orr (169), pero difieren de lo obtenido por Essary et al. (59), quienes encontraron diferencias significativas en favor de las dietas de alta energía y para los machos en relación a las hembras.

#### 5.4.7. Rendimiento de canal eviscerada

Se encontró un efecto significativo del sexo ( $P < 0.01$ ) pero no del nivel de energía y de la interacción energía x sexo.

Como se puede observar en el Cuadro 45 y Figura 12, los machos presentaron un porcentaje de canal eviscerada más alto que las hembras (74.52% vs. 73.25%). Sin embargo, como fue discutido anteriormente, los resultados encontrados en la literatura en cuanto al efecto del nivel de energía de la dieta y del sexo sobre esta característica, son contradictorios. Al encontrar un mayor porcentaje para los machos, pero no en el experimento 3, la controversia persiste.

Sin embargo, este tipo de resultado apoya la suposición de Heath et al. (95), quienes piensan que antes que nada esas diferencias son debidas al peso de las aves en sí. Por ejemplo, en el experimento 3, las aves muestradas pesaban 2030 gramos (machos) y 1745 gramos (hembras), con una diferencia de 285 gramos (Cuadro 66); en el experimento 4 (Cuadro 67), la diferencia es de 329 g - 2000 vs. 1671 g -. Luego, es posible que este aumento en la diferencia en los pesos vivos determinó la significancia estadística, ya que las diferencias en los porcentajes de grasa abdominal son prácticamente iguales en ambos experimentos (2.56% vs. 3.00% y 1.74% vs. 2.23%, respectivamente para machos y hembras y en los experimentos 3 y 4), así como el grado de variación de los resultados (C.V. de 12.74% y 12.62%, respectivamente).

## 5.5. EXPERIMENTO 5

### 5.5.1. Ganancia de Peso

El análisis de la varianza no mostró efecto significativo del nivel de energía de la dieta (relación EM:PC).

Sin embargo, el nivel más alto de energía (3200 Kcal) fue 6.84% superior al nivel de 2800 kcal (Cuadro 46 y Figura 1).

Como se discute en la página 118, es posible que el consumo de alimento y el consumo de energía expliquen estos resultados; así, al disminuir el consumo de alimento, con el incremento en el nivel de energía de la dieta, disminuyó la ingestión de proteína (Cuadro 47). Luego, es posible que al haber una menor disponibilidad de nitrógeno para la síntesis de proteína, la ganancia de peso fue afectada. Asimismo, como los aminoácidos más limitantes fueron adecuados al nivel energético de la dieta existe la posibilidad de algún desbalance, como consecuencia del menor consumo de proteína.

Algunos trabajos han demostrado (167 y 179) que la ganancia de peso mejora linealmente con el aumento de la relación EM:PC (lograda con el aumento del nivel de energía de la dieta), pero cuando los niveles de aminoácidos limitantes son ajustados al nivel de proteína.

Por otra parte, Hill y Dansky (99) demostraron que al emplear niveles bajos de energía, asociados a niveles igualmente bajos de proteína, se obtienen ganancias de peso normales; sin embargo, al

CUADRO 4a.

GANANCIA DE PESO Y GANANCIA ECONOMICA  
 POR KILO DE CARNE PRODUCIDA  
 (EXPERIMENTO 5)

NIVEL DE ENERGIA	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC	NS		NS	
			GANANCIA DE PESO GRAMOS	IND. REL.	GANANCIA ECONOMICA PESOS/KILO	IND. REL.
2800	20.00	140	1315	100.00	50.23	100.00
2900	20.00	145	1290	98.09	46.33	92.23
3000	20.00	150	1309	99.54	50.14	99.82
3100	20.00	155	1323	100.60	48.86	97.27
3200	20.00	160	1405	106.84	53.75	105.65

NS = (P>0.05).

mantener fija la energía y bajar la proteína, la ganancia disminuye.

Lewis (128), menciona que cuando hay un pequeño desbalance en la relación EM:PC el crecimiento no es afectado siempre que el ave sea capaz de compensarlo con un aumento en el consumo de alimento.

Sin embargo, los resultados del presente experimento coinciden con lo encontrado por Griffiths et al. (85) quienes al utilizar relaciones EM:PC de 139, 160 y 188, en la fase de finalización, no encontraron diferencias significativas entre las mismas. Asimismo, estos resultados, aliados a los obtenidos en el experimento 3, confirman lo encontrado por Waldroup et al. (238) quienes afirman que el nivel de energía de la dieta ejerce poca influencia sobre la ganancia de peso, en la fase de finalización.

#### 5.5.2. Consumo de alimento, Consumo de energía y Consumo de proteína

Se encontró un efecto lineal del nivel de energía de la dieta (relación EM:PC) sobre el consumo de alimento ( $P < 0.01$ ) y sobre el consumo de proteína ( $P < 0.01$ ), que disminuyeron con el incremento energético, mientras que el consumo de energía no fue afectado.

Como se puede observar en el Cuadro 47 y Figuras 2, 3 y 4, el dato es diferente al encontrado en el experimento 4, ya que la

CUADRO 47.

CONSUMO DE ALIMENTO, CONSUMO DE ENERGIA Y CONSUMO DE PROTEINA

(EXPERIMENTO 5)

NIVEL DE ENERGIA	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC	CONS. DE ALIMENTO		CONS. DE ENERGIA		CONS. DE PROTEINA	
			GRAMOS	IND.REL.	Kcal	IND.REL.	GRAMOS	IND.REL.
2800	20.00	140	3665	100.00	10263	100.00	733	100.00
2900	20.00	145	3670	100.13	10643	103.70	734	100.13
3000	20.00	150	3440	93.86	10322	100.57	688	93.86
3100	20.00	155	3420	93.31	10603	103.31	684	93.31
3200	20.00	160	3342	91.18	10697	104.22	668	91.13

NS = (P>0.05)

1,2= Efecto lineal del nivel de energía

Ecuaciones:  $Y_1 = 6197 - 0.8967 X$  (r = 0.41) 2

$Y_2 = 1231 - 1767 X$  (r = 0.41)

Donde:  $Y_1$  y  $Y_2$  = Consumo de alimento y consumo de proteína, respectivamente (g)

$X$  = Nivel de energía metabolizable, en Kcal/Kg

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

reducción en el consumo de alimento no fue proporcional al incremento energético de la dieta; por ejemplo, al aumentar la energía 14.28% (de 2800 a 3200 Kcal) el consumo disminuyó en sólo 9.82%. Esto puede ser explicado por las relaciones EM:PC diferentes, ya que al mantenerlas fijas en el experimento 4, el consumo proteico se mantuvo constante (Cuadro 43), no afectando el consumo de alimento.

Por otra parte, se observa una ligera tendencia a aumentar el consumo de energía con el incremento calórico de la dieta, diferente de lo encontrado en el experimento 4, en donde se mantuvo constante.

Finalmente, los resultados encontrados en el presente experimento difieren de los obtenidos por Griffiths et al. (85), quienes observaron que al alargar la relación EM:PC (incrementando la energía y manteniendo fija la proteína), el consumo de alimento aumentaba como una tentativa por parte de los pollos en consumir más proteína. Sin embargo, Mendonca (142) en idénticas condiciones, no encontró diferencias en el consumo de alimento y de calorías.

### 5.5.3. Conversión alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia proteica

Se encontró un efecto lineal del nivel de energía de la dieta para la conversión alimenticia ( $P < 0.05$ ) y eficiencia proteica ( $P < 0.01$ ), mejorando ambas con el incremento ca-

CUADRO 48.

CONVERSION ALIMENTICIA (Cons. / Gan.), EFICIENCIA ENERGETICA (Cons. Energia/ Gan. Peso)  
 Y EFICIENCIA PROTEICA (Cons. Prot./ Gan. Peso)

(EXPERIMENTO 5)

NIVEL DE ENERGIA	NIVEL DE PROTEINA	EM:PC	1		NS		2	
			CONV. ALIMENTICIA	IND. REL.	EFIC. ENERGETICA	IND. REL.	EFIC. PROTEICA	IND. REL.
			C/G	IND. REL.	C/G	IND. REL.	C/G	IND. REL.
2800	20.00	140	2.78	100.00	7.80	100.00	0.55	100.00
2900	20.00	145	2.85	102.51	8.26	105.89	0.56	101.91
3000	20.00	150	2.62	94.24	7.88	101.02	0.52	94.54
3100	20.00	155	2.58	92.80	8.02	102.82	0.51	92.72
3200	20.00	160	2.37	85.25	7.61	97.56	0.47	85.45

151

LEGIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

NS = (P>0.05)

1, 2 = Efecto lineal del nivel de energia (P<0.01) 2 (r = 0.54)

Ecuaciones: Y1 = 5.984 - 0.00114 X

Y2 = 1.1788 - 0.0002166 X

Donde: Y1 y Y2 = Conversion alimenticia y eficiencia proteica, respectivamente.

X = Nivel de energia metabolizable, en Kcal/Kg

2 (r = 0.58)

lórico de la dieta; la eficiencia energética no fue afectada.

Como se puede observar en el Cuadro 48 y Figura 5, la conversión alimenticia mejoró proporcionalmente al incremento en el nivel de energía; sin embargo, al comparar estos resultados con lo encontrado en el experimento 4 (Cuadro 44), se observa que la amplitud de mejora fue mayor ahí, pues al aumentar la energía de 2800 a 3200 kcal (14.28%) la conversión alimenticia mejoró 19.5%; en el experimento 5 (para un igual incremento calórico) la mejora fue de 14.75%, lo que es consecuencia de un menor consumo de alimento.

Por lo tanto, se puede asumir que el establecimiento de una relación EM:PC ideal implica la determinación clara del nivel óptimo de proteína. Asimismo, con base en los resultados de los experimentos 3 y 5 se puede concluir que mientras mas larga sea la relación energía:proteína de la dieta, manteniendo fijo el nivel de proteína, mejor será la conversión alimenticia.

#### 5.5.4. Ganancia económica por kilo de carne producida

El análisis de la varianza no acusó diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, el nivel más alto de energía determinó una tendencia de mayores ganancias económicas, siendo 5.65% superior que el nivel más bajo (Cuadro 46 y Figura 8); esto es consecuencia de la tendencia de mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia, presentadas por este nivel.

Estos resultados confirman lo encontrado en los experimentos 3 y 4 ; aparentemente la mejoría lograda en los parámetros productivos, con el empleo de dietas de alta energía, no es suficiente para compensar el mayor costo de las dietas, en nuestro medio; por ejemplo, al aumentar la energía de 2800 a 3200 kcal ( experimento 5) el precio de la dieta se incrementó en 2.77 pesos (18.34%) dando como resultado un retorno económico sobre los costos de alimentación de 2.84 pesos (5.65%), más que en el nivel de 2800 Kcal.

#### 5.5.5. Grasa abdominal

Se encontró un efecto significativo del nivel de ---- energía ( $P < 0.05$ ) y del sexo ( $P < 0.01$ ), pero no para la interacción energía x sexo. Asimismo, al descomponer la suma de cuadrados de energía, se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ), aumentando la acumulación de grasa abdominal con el incremento energético (Cuadro 49 y Figura 14).

A diferencia de lo encontrado en el experimento 4, en este estudio ocurrió un ligero incremento en el consumo de energía ( $P > 0.05$ ) y una disminución en el consumo de proteína ( $P < 0.01$ ), con el aumento en el nivel energético de las dietas. Sin embargo, el aumento en la acumulación de grasa fue equivalente en ambos experimentos; por ejemplo, al incrementar la energía de 2800 a 3200 Kcal, la grasa abdominal aumentó 22.95% en el experimento 4 y 23.9% en el experimento 5.

CUADRO 49.

PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL, GRAVEDAD ESPECIFICA,  
RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO" Y DE CANAL EVISCERADA.  
(EXPERIMENTO 5)

NIVEL DE ENERGIA (Kcal) Y RELACION EM:PC						
SEXO	2800 140	2900 145	3000 150	3100 155	3200 160	PROM.
GRASA ABDOMINAL (%) <sup>**</sup>						
M	2.07	2.18	2.13	2.59	2.62	2.32 <sup>A</sup>
H	2.53	2.71	2.83	2.81	3.07	2.79 <sup>B</sup>
Promedios	<u>2.30</u> <sup>a</sup>	<u>2.44</u> <sup>ab</sup>	<u>2.48</u> <sup>ab</sup>	<u>2.70</u> <sup>ab</sup>	<u>2.85</u> <sup>b</sup>	
CANAL "TIPO MERCADO" (%)						
M	86.43	86.32	86.86	87.29	87.01	86.78 <sup>A</sup>
H	86.09	85.25	85.93	88.74	86.04	86.01 <sup>B</sup>
Promedios	<u>86.26</u> <sup>a</sup>	<u>85.78</u> <sup>a</sup>	<u>86.40</u> <sup>a</sup>	<u>87.02</u> <sup>a</sup>	<u>86.52</u> <sup>a</sup>	
CANAL EVISCERADA (%)						
M	62.85	62.48	62.54	62.73	62.75	62.67 <sup>A</sup>
H	61.81	61.05	62.76	62.82	61.36	61.96 <sup>A</sup>
Promedios	<u>62.33</u> <sup>a</sup>	<u>61.76</u> <sup>a</sup>	<u>62.65</u> <sup>a</sup>	<u>62.77</u> <sup>a</sup>	<u>62.06</u> <sup>a</sup>	
GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA CANAL						
M	1.0531	1.0461	1.0458	1.0461	1.0450	1.0476 <sup>A</sup>
H	1.0486	1.0430	1.0426	1.0428	1.0446	1.0443 <sup>B</sup>
Promedios	<u>1.0509</u> <sup>a</sup>	<u>1.0446</u> <sup>b</sup>	<u>1.0442</u> <sup>b</sup>	<u>1.0445</u> <sup>b</sup>	<u>1.0448</u> <sup>b</sup>	

A, B = Letras mayúsculas comparan promedios en una misma columna

a, b = Letras minúsculas comparan promedio en un mismo renglón

\*\* = Efecto lineal del nivel de energía (P < 0.01) 2

Ecuación:  $Y = -2.5893 + 0.0016933 X$  (r = 0.38)

Donde: Y = Grasa abdominal, en %

X = Nivel de energía de la dieta, en Kcal/Kg

Nelson (181), con base en una revisión de la literatura, afirma que al disminuir la relación EM:PC la grasa abdominal puede ser reducida y que esto se da por la disminución en el consumo de energía. Los resultados encontrados concuerdan en parte con estas observaciones ya que la reducción en la grasa se dió independientemente del consumo calórico.

Por otra parte, el efecto del consumo de proteína presenta resultados contradictorios; así, en el experimento 3 se encontró que al aumentar el nivel energético de la dieta de 2900 a 3100 kcal el consumo de proteína permaneció constante, no afectando la grasa abdominal. En el experimento 4, al incrementar la energía el consumo de proteína también se mantuvo constante, pero la grasa abdominal aumentó linealmente (Cuadro 45). Finalmente, en el experimento 5, al aumentar la energía de la dieta disminuyó el consumo de proteína (Cuadro 47) y la grasa abdominal también aumentó linealmente.

En cuanto al efecto del sexo sobre esta característica los resultados coinciden con los hallazgos de literatura, como mencionado en los experimentos anteriores.

#### 5.5.6. Rendimiento de canal "tipo mercado"

Los resultados son presentados en el Cuadro 49 y Figura 11; se encontró un efecto significativo del sexo ( $P < 0.01$ ), pero no de la energía e interacción energía x sexo.

Con base en las tendencias encontradas en el experimento 1 (Cuadro 25) y en los resultados de los experimentos 3, 4 y 5 (Cuadros 41, 45 y 49), se puede concluir que el nivel de energía y la relación energía:proteína de la dieta, no tienen ningún efecto sobre el rendimiento de canal no eviscerada.

Se podría pensar que el hecho de utilizar diferentes niveles de energía sólo en la fase de finalización, resultó en un período experimental muy corto e insuficiente para determinar diferencias significativas, como lo encontrado por otros autores (34 y 142), usando dietas experimentales desde el 1er. día hasta los 56 días de edad.

Por otra parte, se puede concluir que el sexo sí afecta el rendimiento (experimentos 4 y 5) quedando la duda si esto se debe al mayor porcentaje de plumas (6 y 75) o mayor porcentaje de grasa (138, 140, 154 y 159) presentado por las hembras. Se da un tercer factor que puede ser el menor peso vivo de las mismas, como lo mencionado por Heath et al. (95).

#### 5.5.7. Rendimiento de canal eviscerada

No se encontró efecto significativo del nivel de energía de la dieta, del sexo ni tampoco de la interacción energía x sexo. Sin embargo, hay una tendencia de mayores rendimientos para las hembras (Cuadro 49 y Figura 12); esto difiere de lo encontrado en los experimentos 3 y 4 en donde las diferencias

fueron significativas.

Por otra parte, los rendimientos de canal eviscerada se refieren a la canal sin patas, cabeza y cuello (tipo rosticería), mientras que en los experimentos anteriores se consideró la canal integral (menos plumas y sangre). Sin embargo, al no encontrar diferencias significativas entre los tratamientos, para estas porciones (Cuadro 50) y con base en los resultados del experimento 4, se puede concluir que la relación EM:PC no afecta el porcentaje de canal eviscerada. Queda la duda en lo que respecta al nivel de energía en sí, ya que en el experimento 3, se encontró que el nivel más bajo de energía (2900 Kcal) fue superior al nivel más alto (3100 Kcal).

Sin embargo, como se ha discutido anteriormente, los resultados encontrados en la literatura son contradictorios; para algunos autores la energía sí afecta el rendimiento (63, 66, 90, 113 y 142), mientras que otros afirman lo contrario (151).

#### 5.5.8. Rendimiento de las porciones de la canal

Con excepción del porcentaje de patas, en donde los machos presentaron mayores rendimientos que las hembras ( $P < 0.05$ ) y de cuello e hígado, en donde ocurrió lo contrario ( $P < 0.05$ ), no se encontró efecto significativo del nivel de energía, del sexo y de la interacción energía x sexo en ninguna de las características estudiadas (Cuadro 50).

RENDIMIENTO DE LAS PORCIONES DE LA CANAL (%) - EXPERIMENTO 5 -

NIVEL DE ENERGÍA	SEXO	PECHUGA	MUSLOS + PIERNAS		RABA-DILLA	ALAS	CABEZA	CUELLO	PATAS	HIGADO	MOLLEJA	CORAZON
			PIERNAS	DILLA								
2800	M	17.27	20.27	16.61	7.99	2.92	4.43	4.42	2.07	2.78	0.61	
	H	17.25	19.46	16.59	8.12	3.07	4.70	3.95	2.27	2.40	0.58	
	PROMEDIOS	17.26	19.87	16.60	8.06	3.00	4.56	4.18	2.17	2.59	0.60	
2900	M	17.36	19.49	17.04	8.20	3.26	3.96	4.41	2.02	2.66	0.60	
	H	17.62	18.15	16.47	8.06	3.04	4.86	4.03	2.34	2.75	0.63	
	PROMEDIOS	17.49	18.82	16.76	8.13	3.15	4.41	4.22	2.18	2.70	0.61	
3000	M	17.19	19.97	16.58	8.08	3.04	4.96	4.50	2.30	2.61	0.65	
	H	18.25	19.65	15.58	7.90	2.96	4.78	3.87	2.28	2.53	0.68	
	PROMEDIOS	17.72	19.81	16.06	7.99	3.00	4.87	4.18	2.29	2.57	0.67	
3100	M	17.75	19.62	17.30	7.75	3.00	4.54	4.21	2.16	2.54	0.63	
	H	17.57	18.81	18.03	7.93	3.07	4.59	4.14	2.41	2.50	0.59	
	PROMEDIOS	17.66	19.22	17.66	7.84	3.03	4.57	4.17	2.28	2.52	0.61	
3200	M	17.52	19.81	16.41	8.18	2.98	4.99	4.41	1.74	2.57	0.63	
	H	17.77	19.38	15.74	8.28	2.94	4.89	4.11	2.33	2.68	0.59	
	PROMEDIOS	17.64	19.60	16.08	8.23	2.96	4.94	4.26	2.03	2.63	0.61	
PROMEDIOS GENER./SEXO	M	17.42a	19.83a	16.79a	8.04a	3.04a	4.52a	4.39a	2.06a	2.63a	0.62a	
	H	17.69a	19.09a	16.48a	8.06a	3.02a	4.82b	4.02b	2.32b	2.57a	0.61a	

a,b = Promedios seguidos por letras iguales en la misma columna no difieren entre si (P>0.05)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Estos resultados difieren en parte de lo encontrado por Ferrazato et al (176), quienes reportaron un mayor rendimiento de rabadilla, pierna y muslo para los machos y de alas y pechuga para las hembras.

Por otra parte, Plavnik y Hurwitz (178), afirman que al cambiar el ritmo de crecimiento del ave se esperaría un cambio correspondiente en los órganos relacionados con el metabolismo, tales como, hígado, pancreas y corazón; así, al someter pollos de diferentes estirpes a un programa de restricción energética, encontraron que el tamaño del proventrículo e hígado aumentaban. Por lo tanto, el mayor tamaño de hígado encontrado en las hembras en el presente experimento, podría ser una simple casualidad, ya que el metabolismo de las mismas es menor que el de los machos (79).

Sin embargo, Pesti y Howarth (174), al comparar diferentes densidades de jaula (centímetros cuadrados/pollo), encontraron que el corazón, bazo y la concentración de corticosterona disminuía a medida que se reducía el espacio por ave, indicando que al disminuir la ganancia de peso había un cambio fisiológico que --- además era causado por la tensión provocada en las aves. Plavnik y Hurwitz (178) encontraron que los machos "white rock" presentaban mayores porcentajes de molleja y corazón que las hembras, a las 8 semanas de edad. Omolu y Offiong (167), no encontraron diferencias en los porcentajes de hígado, molleja y corazón de pollos alimentados con dietas con diferentes niveles de energía y proteína.

### 5.5.9. Gravedad Específica de la Canal

El análisis de la varianza señaló un efecto significativo del nivel de energía de la dieta ( $P < 0.05$ ) y del sexo ( $P < 0.05$ ), pero no para la interacción energía x sexo.

Como se puede observar en el Cuadro 49 y Figura 15, el nivel de 2800 kcal presentó una gravedad específica mayor que los demás niveles, que por su parte, no fueron diferentes entre sí. Asimismo, los machos presentaron valores mayores que las hembras y esto se explica por el menor porcentaje de extracto etéreo ( $P > 0.05$ ), en este nivel y en los machos ( $P < 0.05$ ); esto resultó en una correlación negativa ( $P < 0.01$ ) entre gravedad específica y grasa de la canal (Cuadro 54).

Por otra parte, los valores encontrados estuvieron dentro de un rango de 1.0428 a 1.0531 y son menores que los encontrados por Essary et al. (59), quienes al trabajar con pollos de 10 semanas de edad encontraron valores que variaban de 1.047 a 1.063; valores más altos también fueron obtenidos por Moran et al. (148) y por Becker et al. (24), quienes encontraron valores de 1.054 a 1.068 y 1.0415 a 1.0691, respectivamente.

La correlación negativa entre gravedad específica y grasa de la canal (-0.61), también es más baja que la mencionada por Fletcher (68) (-0.93) y por Becker et al. (24), quienes encontraron correlaciones de -0.36 para los machos y -0.69 para las hembras. McNally y Spicknall (137), por su parte, encontraron un valor de -0.84.

Becker et al. (24), mencionan que al quitar la grasa abdominal, como se hizo en el presente experimento, la correlación entre gravedad específica y grasa de la canal disminuye, pues el porcentaje de extracto etéreo es menor. De ahí provienen las correlaciones más bajas encontradas en los machos en relación a las hembras.

Sin embargo, la correlación entre grasa abdominal y grasa de la canal (0.66), más alta que la correlación entre gravedad específica y grasa de la canal (-0.61), apoya las observaciones de Becker et al. (24) y Fletcher (68), en el sentido de que la grasa abdominal es un mejor estimador de la grasa total de la canal que la gravedad específica.

#### 5.5.10. Composición Química de la Canal

##### 5.5.10.1. Humedad

Se encontró un efecto significativo del sexo ( $P < 0.05$ ), pero no de la energía e interacción energía x sexo (Cuadro 51 y Figura 16).

El mayor porcentaje de humedad encontrado para los machos está de acuerdo con lo indicado por otros autores (55, 56, 98, 157 y 233) y estaría relacionado con el menor porcentaje de grasa presentado por los mismos, ya que se ha encontrado una correlación negativa entre humedad y grasa de la canal (134, 230 y 233); en el presente experimento esta correlación fue de -0.61 (Cua-

CUADRO 51.

(1)  
COMPOSICION QUIMICA DE LA CANAL - EXPERIMENTO 5 -

NIVEL DE ENERGIA (Kcal) Y RELACION EM:PC						
SEXO	2800 140	2900 145	3000 150	3100 155	3200 160	PROM.
HUMEDAD (%)						
M	61.69	63.75	58.91	61.12	55.95	60.28 <sup>A</sup>
H	59.90	58.93	54.48	57.86	57.57	57.74 <sup>B</sup>
Promedios	----- <sup>a</sup> 60.79	----- <sup>a</sup> 61.34	----- <sup>a</sup> 56.70	----- <sup>a</sup> 59.49	----- <sup>a</sup> 56.76	
PROTEINA (%)						
M	49.00	49.53	45.70	44.69	44.63	46.71 <sup>A</sup>
H	47.10	43.93	46.58	44.36	44.22	45.24 <sup>A</sup>
Promedios	----- <sup>a</sup> 48.05	----- <sup>a</sup> 46.73	----- <sup>a</sup> 46.14	----- <sup>a</sup> 44.53	----- <sup>a</sup> 44.42	
GRASA (%)						
M	35.01	36.44	41.06	41.01	41.63	39.03 <sup>A</sup>
H	40.48	42.85	41.00	41.84	41.30	41.56 <sup>A</sup>
Promedios	----- <sup>a</sup> 37.92	----- <sup>a</sup> 39.64	----- <sup>a</sup> 41.03	----- <sup>a</sup> 41.43	----- <sup>a</sup> 41.46	
CENIZAS (%)						
M	9.57	8.66	8.96	8.59	8.53	8.86 <sup>A</sup>
H	8.36	8.22	7.53	8.22	8.20	8.10 <sup>A</sup>
Promedios	----- <sup>a</sup> 8.96	----- <sup>a</sup> 8.44	----- <sup>a</sup> 8.24	----- <sup>a</sup> 8.41	----- <sup>a</sup> 8.37	

i = Em base seca

A,B= Letras mayúsculas comparan promedios en una misma columna

a,b= Letras minúsculas comparan promedios en un mismo renglón

\* = Efecto lineal del nivel de energía (P&lt;0.05) 2

Ecuación:  $Y = 59.33 - 0.00448 X$  (r = 0.13)

Donde: Y = % de proteína cruda de la canal

X = Energía metabolizable de la dieta (Kcal/Kg)

**1981 CON  
FALLA DE ORIGEN**

CUADRO 52.

---

CORRELACIONES ENTRE GRAVEDAD ESPECIFICA, GRASA ABDOMINAL,  
HUMEDAD, PROTEINA, GRASA Y CENIZAS DE LA CANAL (1)

(EXPERIMENTO 5)

	GRAVEDAD ESPECIFICA	HUMEDAD	PROTEINA	GRASA (E.E)	CENIZAS
GRASA ABDOMINAL	-0.48 **	-0.24 NS	-0.64 **	0.66 **	-0.37 *
GRAVEDAD ESPECIFICA		0.36 NS	0.58 **	-0.61 **	0.32 NS
HUMEDAD			0.52 **	-0.61 **	0.49 **
PROTEINA				-0.91 **	0.35 NS
GRASA (E.E)					-0.60 **

1 - N=60 (12 aves/tratamiento)

\* - (P<0.5)

\*\* - (P<0.01)

NS - (P>0.05)

dro 52).

Sin embargo, a pesar de ser significativa ( $P < 0.01$ ), esta correlación es más baja que los valores señalados por Hulan et al. (109), Nakhata y Anderson (157) y Verstrate et al. (236), quienes encontraron valores de  $-0.86$ ,  $-0.87$  y  $-0.90$ , respectivamente. Posiblemente esto está relacionado con el hecho de que los autores utilizaron canales no evisceradas, aumentando el porcentaje de grasa en la canal (por el aporte de la grasa visceral), resultando valores más reales.

Por otra parte, Donaldson et al. (52) reportaron que a medida que aumenta la relación energía:proteína de la dieta disminuye el porcentaje de humedad de la canal y aumenta la grasa. Resultados similares fueron encontrados por Seaton et al. (207), al aumentar el nivel energético de la dieta, con excepción de que el porcentaje de proteína de la canal no fue afectado, contrastando con los resultados de Summers et al. (220) y Velu et al. (233).

Jackson et al. (112), observaron una disminución en el porcentaje de humedad con el aumento del consumo de energía y disminución en el consumo de proteína, como resultado del incremento en el nivel energético de la dieta.

En México, Niankoy (162) no encontró cambios en el porcentaje de humedad al comparar niveles energéticos de 2800, 3000 y --- 3200 kcal, posiblemente por trabajar apenas con parte de la canal (muslo y pechuga) o por el pequeño tamaño de la muestra utilizada (3 aves/tratamiento).

CUADRO 53

CORRELACIONES ENTRE CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS, GRASA  
(1)  
ABDOMINAL Y COMPOSICION QUIMICA DE LA CANAL

(EXPERIMENTO 5)

	CONSUMO DE PROTEINA	GRASA ABDOMINAL	EFICIENCIA ENERGETICA	EFICIENCIA PROTEICA	PROTEINA CRUDA	GRASA (E.E.)
CONSUMO DE ENERGIA	0.57 NS	0.32 NS	0.60 *	0.27 NS	-0.54 *	0.45 NS
CONSUMO DE PROTEINA		0.10 NS	0.63 *	0.83 **	0.04 NS	0.01 NS
GRASA ABDOMINAL			0.02 NS	0.08 NS	-0.64 *	0.60 *
EFICIENCIA ENERGETICA				0.81 **	0.16 NS	0.22 NS
EFICIENCIA PROTEICA					0.14 NS	-0.07 NS
PROTEINA CRUDA						-0.91

1 -N=60 (12 aves/tratamiento)

\* -(P<0.05)

\*\* -(P<0.01)

NS -(P>0.05)

### 5.5.10.2. Proteína cruda

Al descomponer la suma de cuadrados de energía se encontró un efecto lineal ( $P < 0.05$ ), disminuyendo el porcentaje de proteína con el incremento energético de la dieta (Cuadro 51 y Figura 17); esto resultó en una correlación negativa alta ( $-0.91$ ) con el porcentaje de grasa de la canal (Cuadro 52). Sin embargo, el efecto del sexo y de la interacción energía x sexo no fue significativo.

Por otra parte, al contrario de lo esperado, no se encontró correlación significativa entre el total de proteína consumida y el porcentaje de proteína acumulada en la canal (Cuadro 53).

Se ha observado que a medida que aumenta el nivel de energía de la dieta, se incrementa el porcentaje de proteína en la canal (112, 220 y 233), pero Seaton et al. (207), afirman que esto no siempre es verdadero.

Por otra parte, la correlación negativa entre proteína y grasa de la canal ( $-0.91$ ), va de acuerdo con lo encontrado anteriormente por otros autores (56 y 178).

### 5.5.10.3. Grasa o extracto etéreo

Los porcentajes encontrados son presentados en el Cuadro 51 y Figura 18; el análisis de la varianza no mostró efecto significativo del nivel de energía de la dieta, del sexo,

ni tampoco para la interacción energía x sexo.

La correlación encontrada entre esta variable y el consumo de Kilocalorías (Cuadro 53) no es significativa y fue de 0.45, -- reflejando el pequeño incremento en el consumo de energía, con el aumento en el nivel energético de la dieta (Cuadro 47).

Fraps (71), encontró que al aumentar los niveles de energía productiva de la dieta (manteniendo fija la proteína), aumentaba la grasa acumulada en la canal. Posteriormente, Hill y Dansky (100) confirmaron estos resultados indicando que con el aumento de la relación energía:proteína ocurría un sobreconsumo de energía que se traducía en un aumento en la grasa de la canal, por la inhabilidad del ave en utilizar la energía consumida de una manera productiva. Bartov (20), por su parte, atribuye este tipo de respuesta a un aumento en la síntesis de los ácidos grasos, mientras que Robbins (192) señala que al utilizar dietas de baja energía (2100 kcal), la proteína de las mismas afecta más la acumulación de grasa que la energía, especialmente en las hembras.

Generalmente en este tipo de investigaciones los aumentos en los niveles de energía se lograron con la utilización de aceite en las dietas y algunos trabajos han demostrado que esto determina un incremento mayor en la grasa acumulada en la canal que al utilizarse carbohidratos (32, 33, 59, 88 y 185).

Sin embargo, otros autores no lograron cambiar la composición química de la canal al sustituir calorías de carbohidratos por calorías de aceites o grasas animales (19, 20 y 55). Griffiths et al. (85), mencionan que esta controversia puede ser explicada

por el hecho de que la energía neta de una dieta no es constante, dependiendo del consumo de alimento (65) y de la temperatura ambiente (168).

Scott et al. (206), mencionan que dietas bajas en proteína determinan una mayor acumulación de grasa ya que no hay suficiente proteína (aminoácidos), para el crecimiento y en consecuencia la energía extra se transforma en grasa.

Para Sekis et al. (208) esto sería debido a un consumo excesivo de alimento asociado a una deficiencia marginal de aminoácidos esenciales. Esta hipótesis fue confirmada por Lima y Uzu --- (129), al utilizar dietas con 15% de proteína suplementadas con lisina y metionina y por Lipstein et al. (130), en condiciones similares. El hecho de quitar la grasa abdominal podría explicar la ausencia de diferencias significativas entre sexos y entre los niveles de energía. Se ha encontrado (24) que la grasa se distribuye en el pollo de engorda en las siguientes proporciones, respectivamente para machos y hembras: abdominal 20.7 y 22.8% , canal, 71.5% y 68.3% , intestinal 6.5% y 7.6% y subcutánea 1.3 y 1.3%. Luego, al computar el total de la grasa abdominal con la grasa visceral resulta en un total de 27.2% para los machos y de 30.4% para las hembras; así, al quitarlas, en el presente experimento, las diferencias entre sexos fueron minimizadas.

Por otra parte, el mayor porcentaje de grasa en la canal, presentado por las hembras, resulta de una menor cantidad de hormonas activadoras de la actividad lipolítica, principalmente ----

cuando se utilizan dietas con niveles altos de grasas y aceites. Esto resulta en una actividad metabólica dos veces mayor en los machos que en las hembras (192).

Robbins (192), menciona que esto fue confirmado al suministrar 1.5 microgramos diarios de tiroxina/kg de peso vivo, durante 15 días, en machos y hembras; al finalizar el ensayo (15 días), 100% de los machos habían muerto, mientras que 53% de las hembras sobrevivieron, indicando una menor tasa metabólica en las mismas, por su resistencia a esta alta dosis de tiroxina.

Por otro lado, la correlación encontrada entre el porcentaje de grasa y el consumo de energía (Cuadro 53), fue baja y no significativa (0.45) y fue prácticamente nula con el consumo de proteína. Asimismo, no se encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de grasa en la canal y la eficiencia energética, coincidiendo con los resultados obtenidos por Robbins (192), al cambiar la relación energía:proteína de la dieta.

#### 5.5.10.4. Cenizas

El análisis de la varianza no acusó efecto -- significativo del nivel de energía, del sexo y de la interacción energía x sexo. Sin embargo, como se puede observar en el Cuadro 51 y Figura 19, hay una ligera tendencia de mayores porcentajes para los machos que para las hembras (8.86% vs.8.10%).

Estos resultados concuerdan con lo observado por Niankoy (162), quien no encontró diferencias en el porcentaje de cenizas

en la pechuga y muslos de pollos alimentados con dietas con 2800, 3000 y 3200 kcal.

Evans et al. (61), al comparar el porcentaje de cenizas en la canal de cinco estirpes de pollos de engorda encontraron que los machos presentaron valores más altos en dos de ellas, mientras -- que en las otras tres ocurrió lo contrario; asimismo, las hembras presentaron un mayor porcentaje de cenizas en la carne blanca, pero un menor porcentaje en la carne oscura.

Edwards et al. (56), no encontraron ningún efecto de la adición de aceite de algodón, grasa de res o grasa de aves en las dietas, sobre el porcentaje de cenizas en la canal.

## 5. EXPERIMENTO 6

### 5.6.1. Ganancia de Peso

Cómo se puede observar en el Cuadro 54 y Figura 1, las tendencias de mejores resultados fueron para el nivel de 3200 Kcal en las fases de 1 a 14, 1 a 35 y 36 a 56 días, lo que resultó en una mayor ganancia de peso acumulada ( $P < 0.05$ ) a los 56 días de edad..

La ausencia de diferencias estadísticas significativas entre el nivel alto y bajo de energía, en la fase de finalización, confirman los resultados encontrados en los experimentos 3 y 5 (Cuadros 37 y 46). Por lo tanto, se puede concluir que la relación EM:PC no afecta la ganancia de peso en esta fase, con base en un cambio en el nivel de energía, pero manteniendo fija la relación energía:aminoácidos limitantes. Al igual, se puede asumir que manteniendo fija las relaciones energía:proteína y energía: aminoácidos limitantes, como se hizo en el experimento 4 (Cuadro 42), el nivel de energía sí afecta la ganancia de peso.

Niankoy (162), al comparar niveles de 2800, 3000 y 3200 Kcal, asociados a iguales niveles en la fase de finalización (factorial 3 x 3) y cuyas dietas contenían niveles proteicos de 23 y 20% en todos los niveles de energía, respectivamente en las fases de --- iniciación y finalización, encontró que en el período de iniciación el nivel de 3200 Kcal resultó en mayores ganancias de peso que los demás. Sin embargo, en la fase de finalización las dife-

CUADRO 54.

GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO, CONSUMO  
DE ENERGIA Y CONSUMO DE PROTEINA (EXPERIMENTO 6)

NIVEL DE ENERGIA	PERIODO (DIAS)			
	1 A 14	1 A 35	36 A 56	1 A 56
GANANCIA DE PESO (g)				
2900	230 (6.86) <sup>a</sup>	1015 (22.2) <sup>a</sup>	853 (32.7) <sup>a</sup>	1869 (12.5) <sup>a</sup>
3200	239 (4.16) <sup>a</sup>	1062 (50.0) <sup>a</sup>	885 (53.0) <sup>a</sup>	1947 (17.2) <sup>b</sup>
I.R.	103.90	104.63	103.75	104.17
C.V.	2.41	3.72	5.06	0.78
CONSUMO DE ALIMENTO (g)				
2900	392 (21.8) <sup>a</sup>	1728 (151.1) <sup>a</sup>	2877 (113.9) <sup>a</sup>	4605 (255.0) <sup>a</sup>
3200	349 (4.8) <sup>b</sup>	1544 (80.9) <sup>a</sup>	2779 (174.5) <sup>a</sup>	4323 (93.5) <sup>a</sup>
I.R.	89.03	89.35	96.59	93.87
C.V.	4.25	7.40	5.21	4.30
CONSUMO DE ENERGIA (kcal)				
2900	1139 (63.2) <sup>a</sup>	5012 (438.3) <sup>a</sup>	8343 (328.0) <sup>a</sup>	13355 (202.9) <sup>a</sup>
3200	1118 (80.3) <sup>a</sup>	4941 (258.9) <sup>a</sup>	8892 (558.4) <sup>a</sup>	13834 (299.4) <sup>a</sup>
I.R.	98.15	98.58	106.58	103.58
C.V.	4.07	7.57	6.84	4.01
CONSUMO DE PROTEINA (g)				
2900	90 (5.0) <sup>a</sup>	397 (34.7) <sup>a</sup>	575 (22.7) <sup>a</sup>	973 (55.4) <sup>a</sup>
3200	80 (15.3) <sup>b</sup>	355 (18.6) <sup>a</sup>	555 (34.9) <sup>a</sup>	910 (16.2) <sup>a</sup>
I.R.	88.88	89.42	96.52	93.52
C.V.	4.25	7.40	5.21	4.33

a, b = Promedios en la misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente ( $P > 0.05$ ).

I.R. = Índice Relativo en %, en relación al trat. con 2900 Kcal.

( ) = Desviación estándar.

rencias no fueron significativas lo que llevó al autor a recomendar dietas con niveles altos de energía en iniciación e intermedios o bajos en finalización.

Enriquez (58), al comparar niveles energéticos de 2800, 3000 y 3200 Kcal, asociados a niveles proteicos de 23, 21.5 y 20% en la fase de iniciación y 20, 19 y 18% en la fase de finalización y cuyos niveles de lisina y metionina + cistina eran adecuados al nivel de proteína, encontró que a medida que aumentaba la energía incrementaba la ganancia de peso en ambas fases de crianza y en el período total; sin embargo, no se encontró efecto significativo del nivel de proteína para esta variable.

#### 5.6.2. Consumo de alimento, Consumo de Energía y Consumo de Proteína.

Los resultados son presentados en el Cuadro 54 y en las Figuras 2, 3 y 4; se encontró un menor consumo de alimento en el nivel alto de energía en el período de 1 a 14 días, ( $P < 0.05$ ), --- mientras que en los períodos subsiguientes las diferencias no fueron significativas. Iguales resultados fueron encontrados para el consumo de proteína, mientras que el consumo de energía no fue afectado en ninguna de las fases consideradas.

Por lo tanto, se puede asumir que las aves consumieron alimento para llenar sus requerimientos energéticos y proteicos, con excepción del período de 1 a 14 días donde el menor consumo de

alimento determinó una menor ingestión de proteína ( $P < 0.05$ ).

Por otra parte, los resultados encontrados en la fase de finalización (36 a 56 días), están en desacuerdo con lo encontrado en los experimentos 3 y 5 (Cuadros 38 y 47), en donde se observó que la relación EM:PC afecta el consumo de proteína, que disminuye con el aumento de la misma.

Los resultados encontrados en cuanto al consumo de energía, en el presente experimento, indican que el mismo no es afectado por el nivel energético de la dieta (y por la relación EM:PC).

#### 5.6.3. Conversión Alimenticia, Eficiencia energética y Eficiencia Proteica

Los resultados son presentados en el Cuadro 55 y en las Figuras 5, 6 y 7; muestran un efecto significativo de la energía de la dieta sobre la conversión alimenticia y eficiencia proteica en los períodos de 1 a 14 y 1 a 56 días ( $P < 0.05$ ), mientras que la eficiencia energética no fue afectada en ninguna de las fases consideradas.

Por otra parte, la ausencia de diferencias significativas en la conversión alimenticia en la fase de finalización concuerdan con los resultados del experimento 4 (tratamiento 2 vs. 5 -Cuadro 44), pero difieren de lo observado por otros autores, quienes encontraron una mejora con el incremento del nivel energético de la dieta (27, 53 y 88).

CUADRO 55.

CONVERSION ALIMENTICIA, EFICIENCIA ENERGETICA, EFICIENCIA  
PROTEICA Y GANANCIA ECONOMICA ( EXPERIMENTO 6 )

NIVEL DE ENERGIA	PERIODO (DIAS)			
	1 A 14	1 A 35	36 A 56	1 A 56
CONVERSION ALIMENTICIA				
2900	1.70 (0.41) <sup>a</sup>	1.70 (0.16) <sup>a</sup>	3.37 (0.18) <sup>a</sup>	2.46 (0.12) <sup>a</sup>
3200	1.45 (0.02) <sup>b</sup>	1.45 (0.02) <sup>a</sup>	3.13 (0.01) <sup>a</sup>	2.21 (0.04) <sup>b</sup>
I.R.	85.29	85.29	92.87	89.83
C.V.	6.42	7.57	3.98	4.00
EFICIENCIA ENERGETICA (Cons. Energia / Gan. Peso)				
2900	4.94 (0.41) <sup>a</sup>	4.93 (0.18) <sup>a</sup>	9.78 (0.53) <sup>a</sup>	7.14 (0.35) <sup>a</sup>
3200	4.66 (0.07) <sup>a</sup>	4.65 (0.06) <sup>a</sup>	10.08 (0.14) <sup>a</sup>	7.10 (0.14) <sup>a</sup>
I.R.	94.33	94.32	103.06	99.43
C.V.	4.25	7.40	5.21	4.30
EFICIENCIA PROTEICA (Cons. Proteina / Gan. peso)				
2900	0.39 (0.032) <sup>a</sup>	0.39 (0.038) <sup>a</sup>	0.67 (0.036) <sup>a</sup>	0.52 (0.027) <sup>a</sup>
3200	0.36 (0.005) <sup>b</sup>	0.33 (0.004) <sup>a</sup>	0.62 (0.002) <sup>a</sup>	0.46 (0.008) <sup>b</sup>
I.R.	92.30	84.61	92.53	88.46
C.V.	6.42	7.57	3.98	4.04
GANANCIA ECONOMICA POR KILO DE CARNE PRODUCIDA ( Pesos )				
2900	11.25 (0.93) <sup>a</sup>	49.52 (3.20) <sup>a</sup>	22.30 (3.08) <sup>a</sup>	71.83 (3.70) <sup>a</sup>
3200	11.47 (0.30) <sup>a</sup>	50.90 (2.32) <sup>a</sup>	19.00 (1.01) <sup>a</sup>	69.90 (1.70) <sup>a</sup>
I.R.	101.95	102.78	85.20	97.31
C.V.	6.13	6.27	11.10	4.07

a, b = Promedios en la misma columna seguidos por letras iguales no difieren significativamente (P>0.05).

I.R. = Indice Relativo en % (en relación al trat. con 2900 Kcal.)

( ) = Desviación estándar.

Los resultados encontrados en cuanto a la eficiencia energética, durante la fase de finalización, son similares a lo observado en los experimentos 3 y 5, en donde al compararse sólo dos niveles de energía entre sí (2900 vs. 3100 y 2900 vs. 3200 Kcal, respectivamente) no se encontraron diferencias significativas entre ellos (Cuadros 39 y 48).

#### 5.6.4. Ganancia económica por kilo de carne producida

Apesar de que no son significativas las diferencias (Cuadro 55 y Figura 8), se encontró una tendencia de mayores retornos sobre los costos de alimentación en el nivel alto de energía durante la fase de iniciación (2.78%) y en el nivel bajo en la fase de finalización (17.36%), resultando un retorno 2.76% mayor en el período total, para el nivel con 2900 Kcal.

Estos resultados confirman las tendencias encontradas en los experimentos anteriores en donde se observó que niveles altos de energía en la fase de finalización no necesariamente resultan en mayores retornos económicos.

### 5.6.5. Grasa Abdominal

El análisis de la varianza acusó un efecto significativo del nivel de energía ( $P < 0.05$ ) y de la edad ( $P < 0.01$ ), pero no para la interacción energía x edad. Al descomponer la suma de cuadrados de edad, se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ), aumentando la acumulación de grasa con el incremento en la edad de las aves y la ecuación de regresión es la siguiente:

$$Y = 0.6544 + 0.0205 X^2 \quad (r = 0.62)$$

Donde: Y = Grasa abdominal, en %

X = Edad, en días

A pesar de que el nivel alto de energía determinó una mayor acumulación de grasa que el nivel bajo, se encontró diferencias significativas entre ambos sólo para la grasa medida a los 35 días de edad. Sin embargo, a pesar de que la interacción energía x edad no fue significativa, los resultados sugieren (Cuadro 56 y Figura 20) que con las dietas de baja energía el mayor cambio en los porcentajes de grasa abdominal ocurre en el período de 36 a 56 días de edad, mientras que con el nivel alto, se da en la fase de 15 a 35 días. Se ha encontrado que el porcentaje de grasa abdominal incrementa con la edad de las aves (22, 49 y 56).

Sin embargo, Deaton et al (51), buscando determinar el efecto de la edad sobre esta variable, alimentaron pollos de engorda (machos) con dietas que contenían 3325 Kcal y 18.7% de proteína en el período de 21 a 53 días de edad; al sacrificarlos a los 40, 43, 46, 49 y 53 días encontraron que a los 40 días había más gra-

CUADRO 56.

PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL Y CONTENIDO DE  
LIPIDOS Y DNA EN EL TEJIDO ADIPOSEO RETROPERITONEAL.

(EXPERIMENTO 6)

NIVEL DE ENERGIA	E D A D (DIAS)			PROMEDIOS
	14	35	56	
% GRASA ABDOMINAL (**)				
2900	0.95 (0.46)A	1.18 (0.22)A	1.78 (0.19) A	
3200	1.02 (0.49)A	1.72 (0.42)B	1.96 (0.15) A	
PROM.	0.98a	1.45b	1.87c	
g DE LIPIDOS (**)				
2900	2.22 (0.38)A	12.07 (2.87)A	38.54 (1.62)A	17.61 A
3200	2.42 (0.46)A	20.58 (3.58)B	41.52 (3.44)A	21.51 B
PROM.	2.32a	16.32b	40.03c	
mg DE DNA (**)				
2900	462 (155.3)A	2442 (523.9)A	3807 (639.7)A	2237 A
3200	519 (57.4)A	2226 (142.3)B	3714 (768.3)A	2008 A
PROM.	490a	2334b	3760c	
g DE LIPIDOS Y mg DE DNA (**)				
2900	5.00 (0.84)A a	4.93 (0.55)A a	10.28 (1.44)A b	6.74 A
3200	4.67 (0.81)A a	9.26 (1.68)B b	11.18 (0.93)A b	8.37 B
PROM.	4.84a	7.10b	10.73c	
mg de DNA / g DE PESO VIVO				
2900	1.58 (0.51)A	2.11 (0.54)A	1.56 (0.10)A	1.75 A
3200	1.78 (0.14)A	1.84 (0.17)A	1.55 (0.03)A	1.72 A
PROM.	1.68a	1.97a	1.56a	

( ) = Desviación estándar

A,B = Letras mayúsculas comparan promedios en la misma columna

a,b = Letras minúsculas comparan promedios en un mismo renglón

\*\* = Efecto lineal de la edad (P<0.01)

sa que a los 53. Asimismo, concluyen que con dietas de alta energía no es válido reducir la edad de sacrificio o el paso vivo de las aves para disminuir la cantidad de grasa abdominal en las mismas. Se ha encontrado (192), que la grasa abdominal en los machos, en especial de las estirpes más pesadas, es influenciada por el nivel de energía, pero no por la relación EM:PC de la dieta, mientras que con las hembras pasa lo contrario; los resultados encontrados en los experimentos 3, 4 y 5 no concuerdan con estos hallazgos. Por ejemplo, en el experimento 4, al aumentar la energía de 2800 a 3200 Kcal, los machos incrementaron la grasa en 17.2%, mientras que las hembras lo hicieron en 39.5% (Cuadro 45). En el experimento 5, para un igual incremento energético, pero aumentando la relación EM:PC de 140 a 160, el aumento en la grasa fue de 26.5% para los machos y 21.3% para las hembras (Cuadro 49). En el experimento 3, al aumentar la relación de 145 a 161 (manteniendo la energía fija en 2900 Kcal), los machos incrementaron la grasa en 17.0% y las hembras en 17.34%; sin embargo, con el nivel alto de energía, al incrementar la relación de 155 a 172, los aumentos en los porcentajes de grasa fueron de 6.4% y de 22.4%, respectivamente para machos y hembras (Cuadro 40).

Luego, se puede asumir que las hembras son más afectadas que los machos por el nivel de energía y que la relación energía:proteína las afecta sólo cuando se utilizan niveles altos de energía y al cambiar la proteína, como lo observado en el experimento 3.

En el experimento 6, al aumentar la relación EM:PC de 145 a 160, en la fase de finalización, la grasa abdominal se incrementó en 10.1% (determinada solamente en los machos).

### 5.6.6. Acumulación de lípidos y multiplicación celular en el tejido adiposo retroperitoneal.

Los resultados son presentados en el Cuadro 56 y Figuras 21, 22, 23 y 24. Se encontró un efecto significativo del nivel de energía ( $P < 0.01$ ) para el contenido de lípidos, de DNA y para la relación lípidos/DNA, mientras que la relación DNA / Peso Vivo no fue afectada; sin embargo, las diferencias entre los niveles fueron significativas sólo para las determinaciones realizadas a los 35 días, cuando el nivel de 2900 Kcal presentó una menor cantidad de lípidos, una mayor cantidad de DNA y en consecuencia, una relación lípidos/DNA menor.

Al descomponer la suma de cuadrados de edad, se encontró un efecto lineal ( $P < 0.01$ ) sobre estas tres variables cuyos resultados aumentaron linealmente con el incremento en la edad y las ecuaciones respectivas son las siguientes:

g de lípidos:

$$Y = -11.6622 + 0.8883 X^2 \quad (r = 0.95)$$

donde: Y = g de lípidos en el tejido adiposo retroperitoneal

X = Días de edad

mg de DNA:

$$Y = -442.05 + 72.7063 X^2 \quad (r = 0.85)$$

donde: Y = mg de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal

X = Días de edad

Relación lípidos/ DNA:

$$Y_1 = 2.3467 + 0.1256 X$$

$$Y_2 = 2.9585 + 0.1547 X$$

$$Y_3 = 2.6483 + 0.1402 X \quad (r^2 = 0.72)$$

donde:

Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub> y Y<sub>3</sub>= Relación lípidos/DNA con 2900, 3200 KCal y para la combinación de los dos niveles energéticos, respectivamente.

Para la relación DNA/Peso Vivo no se encontró efecto significativo de la edad; asimismo, el análisis de la varianza mostró interacciones energía x edad significativas sólo para la relación lípidos/DNA.

Luego, al igual que lo ocurrido con la acumulación de grasa abdominal, el tejido adiposo retroperitoneal (como parte principal de aquella) sufrió un incremento acelerado durante el período de 14 a 35 días con el nivel alto de energía, aumentando 18.16 g, mientras que el aumento en el nivel bajo fue de 9.85 g. En la fase de finalización (36 a 56 días), proporcionalmente, el aumento fue mayor para el nivel bajo de energía, sugiriendo un comportamiento diferente entre ambos niveles (la interacción energía x edad no fue significativa). Sin embargo, los resultados demuestran que la acumulación de lípidos se da de una manera diferente, en ambos niveles de energía; por ejemplo, con el nivel energético bajo, la acumulación de lípidos en el período de 36 a 56 días de edad se da a través de una hipertrofia, mientras que con el nivel

alto, esta aparentemente empieza a predominar a partir de los 15 días de edad. A pesar de no existir diferencias significativas en la relación DNA/Peso Vivo, los resultados sugieren que las dietas de alta energía determinan inicialmente una hiperplasia (medida a través de la relación DNA/Peso Vivo), seguida de una hipertrofia (medida a través de la relación lípidos/DNA); con las dietas de baja energía predominaría una fase de hiperplasia por un período mas largo antes de empezar la fase de hipertrofia.

Desafortunadamente los resultados no permiten sacar conclusiones precisas sobre este último punto ya que al existir acumulación de lípidos, pero sin multiplicación celular, la relación lípidos/DNA aumenta; sin embargo, una multiplicación celular sin acumulación de lípidos o en una tasa menor que la hiperplasia, resultará en una disminución en dicha relación.

March y Hansen (133), señalan que al provocar una restricción energética de la primera hasta la sexta semana de edad (dilyendo las dietas) el tamaño de los adipocitos disminuye hasta la 4a.- 5a. semana, aumentando de ahí en adelante. Sin embargo, en el presente experimento los resultados demuestran que al utilizar dietas altas en energía, el tamaño de los adipocitos puede aumentar desde la 2a. semana de edad y que esto aparentemente no depende del consumo de energía, pues el mismo fue igual en los dos niveles de energía (Cuadro 54).

En un segundo ensayo, March y Hansen (133) observaron que al dejar las aves en ayuno durante tres días (del día 10 al día 13), la multiplicación celular al reiniciar la alimentación no se daba

mientras no se reponía en los adipocitos la cantidad de lípidos perdidos durante el período de ayuno. Luego, es posible que en el presente experimento la cantidad de lípidos disponible para el almacenamiento no fue suficientemente grande para provocar un incremento en la multiplicación celular, siendo suficiente un simple aumento en el tamaño de los adipocitos.

Cherry et al. (36), observaron que hasta las 4 semanas de edad el aumento en el tejido adiposo se da a través de una hiperplasia seguida de una hipertrofia, la cual puede ser reducida al disminuir la relación energía:proteína de la dieta. Sin embargo, no lograron determinar a que edad exactamente termina la hiperplasia y empieza la hipertrofia. Sin embargo, Hood (106) y Pfaf y Austic (177), encontraron que la hiperplasia puede persistir hasta 12-15 semanas de edad, en pollas de reposición; a pesar de que esta edad puede ser cambiada por el plan de alimentación, existen evidencias de que la hiperplasia persiste más allá de la madurez sexual (36 y 121).

## 6. CONCLUSIONES

---

1. En el experimento 3, se encontró que el nivel energético de 2900 Kcal determinó un menor consumo de energía, una mejor eficiencia energética y un mayor rendimiento de canal eviscerada que el nivel de 3200 Kcal; en cuanto al efecto de la proteína, a medida que esta disminuye, se reduce el consumo de proteína, mejora la eficiencia proteica y aumenta el porcentaje de grasa abdominal.

2. Al aumentar el nivel energético de la dieta y manteniendo fija la relación EM:PC en 155 (experimento 4), aumenta la ganancia de peso, disminuye el consumo de alimento y el consumo de energía y de proteína permanecen constantes; como resultado de esto, mejora la conversión alimenticia, mientras que la eficiencia energética y proteica no son afectadas. También aumenta la grasa abdominal, pero no existen diferencias en los rendimientos de canal. Sin embargo, los niveles intermedios fueron los que presentaron tendencias de mejores resultados económicos,

3. Al aumentar el nivel de energía de la dieta, pero manteniendo fijo el nivel de proteína (experimento 5), disminuye el consumo de alimento y de proteína, mientras que el consumo de energía permanece constante; con esto, mejora la conversión alimenticia y la eficiencia proteica. La ganancia de peso y la eficiencia energética no son afectadas. Asimismo, aumenta la grasa abdominal, disminuye el porcentaje de proteína de la canal, pero no hay nin-

gún efecto sobre lo restante de la composición química de la canal y sobre los rendimientos de canal y de las porciones. Sin embargo, el nivel de 2800 kcal presentó una gravedad específica más alta que los demás, que no fueron diferentes entre sí; asimismo, se encontró una correlación más alta entre grasa abdominal y grasa de la canal que entre gravedad específica y grasa de la canal. También se encontraron correlaciones significativas entre humedad y grasa (-0.61), entre humedad y proteína (0.52) y entre proteína y grasa (-0.91) de la canal, pero no entre consumo de energía y grasa de la canal, así como entre proteína consumida y proteína acumulada. Sin embargo, existe una correlación negativa (-0.54) entre el consumo de energía y el porcentaje de proteína de la canal.

4. La dieta con 3200 kcal (experimento 6), presentó una tendencia de mejores resultados que la dieta con 2900 kcal, en la fase de iniciación, resultando en una mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia y mejor eficiencia proteica a los 56 días de edad, pero con tendencias de menores retornos económicos. Este nivel también presentó, a los 35 días de edad, una mayor cantidad de lípidos y una menor cantidad de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal, resultando en una relación lípidos/DNA menor que la presentada por el nivel con 2900 kcal. Además, el porcentaje de grasa abdominal, el contenido de lípidos y de DNA y la relación lípidos / DNA aumentan linealmente con el incremento en la edad de las aves. Esto permite concluir que la acumulación de lípidos se da de una manera diferente dependiendo del nivel de ener-

gía de la dieta, pues con el nivel alto predomina una hipertrofia a partir de los 15 días mientras que con el nivel bajo eso ocurre a partir de los 30 días de edad.

5. En cuanto al efecto del sexo sobre las diversas características estudiadas, los machos presentaron mayores rendimientos de canal "tipo mercado" en el experimentos 5 y de canal eviscerada en los experimentos 3 y 4. Asimismo, los machos presentaron mayores rendimientos de patas y las hembras de cuello e hígado, en el experimento 5; la gravedad específica y la humedad de la canal fueron más altas en los machos, pero no se encontraron diferencias entre sexos para los porcentajes de proteína, grasa y cenizas de la canal.

6. La grasa abdominal puede ser reducida al utilizar dietas de finalización con niveles altos de proteína o niveles bajos de energía asociados a niveles igualmente bajos de proteína o al reducir la relación EM:PC (disminuyendo la energía y dejando fija la proteína). Sin embargo, no fue posible determinar las causas del aumento en la acumulación de grasa abdominal cuando se utilizan dietas altas en energía o bajas en proteína o con una relación EM:PC larga; este fenómeno no puede ser asociado a un incremento en el consumo de energía ni tampoco a una disminución en el consumo de proteína ya que el porcentaje de grasa aumenta cuando disminuye el consumo proteico (experimento 5), pero también se da cuando este permanece constante (experimento 4).

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

MENDES, ARIEL ANTONIO. Efecto del nivel de energía y proteína de la dieta sobre características productivas y de canal de pollos de engorda. Tesis para la obtención del grado de Doctor en Producción Animal, área de Alimentación y Nutrición Animal. Universidad Nacional Autónoma de México.

Con el objeto de verificar el efecto del nivel de energía, nivel de proteína y de la relación energía:proteína de la dieta sobre las características productivas y de la canal se realizaron seis experimentos con pollos de engorda.

El experimento 1, tuvo un carácter exploratorio y en él se compararon dietas con 2900 Kcal en la fase de iniciación y 3000 Kcal en finalización con dietas de 3100 y 3200 Kcal, respectivamente y asociados a niveles proteicos de 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19 y 18% en iniciación y 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16 y 15%, en la fase de finalización. En el experimento 2, también exploratorio, los tratamientos lo constituyeron dietas con 4 niveles de energía (2900, 3000, 3100 y 3200 Kcal) y 4 niveles de proteína (24, 23, 22 y 21) en la fase de iniciación (1 a 35 días de edad).

En el experimento 3, las dietas fueron con dos niveles de energía (2900 y 3100 Kcal) y tres niveles de proteína (20, 19 y 18%), en la fase de finalización (29 a 56 días); el nivel de 2900 Kcal determinó un menor consumo de energía ( $P<0.05$ ), una mejor eficiencia energética ( $P<0.05$ ) y un mayor rendimiento de canal eviscerada ( $P<0.05$ ) que el nivel con 3100 Kcal; además, a medida que disminuyó el nivel proteico, se redujo el consumo de proteína, mejoró la eficiencia proteica y aumentó la grasa abdominal ( $P<0.01$ ).

En el experimento 4, las dietas tenían 5 niveles de energía, en la fase de finalización (2800, 2900, 3000, 3100 y 3200 Kcal) y con una relación energía;proteína de 155. Se encontró que, con el incremento energético, aumenta la ganancia de peso ( $P < 0.05$ ), disminuye el consumo de alimento ( $P < 0.01$ ), pero no se altera el consumo de energía y de proteínas; con esto, mejora la conversión alimenticia ( $P < 0.01$ ), mientras que la eficiencia energética y proteica no son afectadas; la grasa abdominal aumenta ( $P < 0.01$ ), pero no existen diferencias en los rendimientos de canal.

En el experimento 5, se utilizaron iguales niveles de energía, pero el nivel de proteína se mantuvo fijo en 20%, cambiando la relación EM:PC. Las dietas fueron probadas en la fase de finalización (29 a 56 días) y se observó que a medida que incrementa el nivel energético disminuye ( $P < 0.01$ ) el consumo de alimento y de proteína, mientras que el consumo de energía permanece constante. Con esto, mejora ( $P < 0.01$ ) la conversión alimenticia y la eficiencia proteica. Asimismo, aumenta la grasa abdominal ( $P < 0.01$ ) y disminuye la proteína de la canal ( $P < 0.05$ ), pero no hay efecto sobre lo restante de la composición química y sobre los porcentajes de canal y de las porciones. Sin embargo, el nivel energético de 2800 Kcal, determinó una gravedad específica de la canal más alta ( $P < 0.05$ ) que los demás, que por su vez no fueron diferentes entre si. La correlación entre grasa abdominal y grasa de la canal fue más alta (0.66) que la correlación entre gravedad específica y grasa de la canal (-0.61). Además, se encontraron correlaciones significativas entre humedad y grasa (-0.61), entre humedad y proteína (0.52) y entre proteína y grasa (-0.91) de la canal,

pero no entre consumo de energía y grasa de la canal, así como tampoco entre proteína consumida y proteína acumulada.

En el experimento 6, se utilizaron dietas con 2900 y 3200 Kcal y un nivel único de proteína (23% en la fase de 1 a 35 días y 20% de 36 a 56 días de edad). La dieta con 3200 Kcal presentó una tendencia de mejores resultados en la fase de iniciación, resultando en una mayor ganancia de peso, una mejor conversión alimenticia y una mejor eficiencia proteica a los 56 días de edad ( $P < 0.05$ ), pero con tendencias de peores resultados económicos. El nivel alto también presentó ( $P < 0.01$ ), a los 35 días de edad, una mayor cantidad de lípidos y una menor cantidad de DNA en el tejido adiposo retroperitoneal, resultando en una relación lípidos/DNA menor. El porcentaje de grasa abdominal, el contenido de lípidos y la relación lípidos/DNA aumentaron linealmente ( $P < 0.01$ ) con el incremento en la edad de las aves; esto permite concluir que, a hipertrofia predomina a partir de los 15 días de edad con el nivel energético alto, mientras que con el nivel bajo esto sólo irá ocurrir a partir de los 36 días. En cuanto al efecto del sexo, los machos presentaron mayores rendimientos ( $P < 0.01$ ) de canal "tipo mercado" en el experimento 5 y de canal eviscerada en los experimentos 3 y 4. Asimismo, se encontraron mayores rendimientos ( $P < 0.05$ ) de patas para los machos y de cuello e hígado para las hembras, en el experimento 5; La gravedad específica y la humedad de la canal fueron mayores ( $P < 0.05$ ) en los machos, pero no se encontraron diferencias entre sexos para lo restante de la composición química de la canal.

SUMMARY

**ARIEL ANTONIO MENDES: EFFECT OF ENERGY AND PROTEIN LEVELS OF THE DIET ON THE PRODUCTIVE TRAITS AND CARCASS COMPOSITION OF BROILER CHICKS.**

The effect of energy level, protein level and energy to protein ratio on the productive traits and carcass composition was evaluated. Six experiments (using 384, 384, 432, 360, 360 and 240 chicks in each one respectively) were carried out.

**Experiment 1:** two metabolizable energy levels (2900 and 3100 Kcal /Kg in the starting period, and 3000 and 3200 Kcal/kg for the finishing period) and protein levels of 25, 24, 23, 22, 21, 20, 19, and 18% for the starter diets (1 to 35 days) and 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16 and 15% for the finisher diets (36 to 56 days) were evaluated.

**Experiment 2:** four metabolizable energy levels (2900, 3000, 3100 and 3200 Kcal/kg) and four protein levels (24, 23, 22 and 21%) during the starting period (1 to 35 days) were compared.

**Experiment 3:** two metabolizable energy levels (2900 and 3100 Kcal /Kg) and three protein levels (20, 19 and 18%) during the finishing period (29 to 56 days) were compared; with 2900 kcal there was less energy consumption ( $P<0.05$ ), better energy efficiency ( $P<0.05$ ) and greater eviscerated carcass yield ( $P<0.05$ ) as compared with the 3100 Kcal level. Likewise, there was a reduction in protein consumption ( $P<0.01$ ), the protein efficiency improved ( $P<0.01$ ) and the abdominal fat increased ( $P<0.01$ ) by decreasing the protein level.

Experiment 4: five metabolizable energy levels (2800, 2900, 3000, 3100 and 3200 Kcal) during the finishing period (29 to 56 days), with a protein to energy ratio of 155, were compared. Improvement in live weight were observed ( $P < 0.05$ ), with dietary energy increments. Also, feed consumption was reduced ( $P < 0.01$ ), feed conversion improved ( $P < 0.01$ ) but energy and protein efficiency were not affected. Abdominal fat increased ( $P < 0.01$ ), but there were not differences in carcass yield.

Experiment 5: the same energy levels as in experiment 4 were used, but the protein level was constant (20%), changing the ME:CP ratio during the finishing period (29 to 56 days). As the energy increased (ME:CP ratio) feed and protein consumption decreased ( $P < 0.01$ ) and energy consumption staid constant. Feed conversion and protein efficiency improved ( $P < 0.01$ ), abdominal fat increased ( $P < 0.01$ ) and carcass protein decreased ( $P < 0.05$ ), and carcass moisture, carcass fat, carcass ash and carcass yield were not altered. Nevertheless, with 2800 kcal/kg carcass specific gravity was higher than the others; it was also found that correlations between abdominal fat and carcass fat (0.66) was higher than correlation between specific gravity and carcass fat (-0.61). Significant correlations between carcass moisture and carcass fat (-0.61), carcass moisture and carcass protein (0.52) and between carcass protein and carcass fat (-0.91) were found. No correlation between energy consumption and carcass fat or protein consumption and carcass protein was observed.

Experiment 6: diets with 2900 and 3200 Kcal/kg and a single pro-

tein level (23% from 1 to 35 days and 20% from 36 to 56 days of age) were used. The diet with 3200 Kcal showed a tendency to improve results during the starting period ( $P > 0.05$ ). An improvement ( $P < 0.05$ ) in live weight, feed conversion and protein efficiency at 56 days of age was observed. However, a tendency ( $P > 0.05$ ) to worse economical results was obtained. Also, with the highest energy level, at 35 days of age, there was a greater amount of lipids and less DNA in the retroperitoneal adipose tissue, resulting in a minor lipid/DNA relationship. The percentage of abdominal fat, lipids content and the lipids to DNA relationship increased linearly ( $P < 0.01$ ) with the age. With the highest energy level, lipids accumulation takes place predominantly through an hyperplasia until 15 days of age and an hypertrophy after then, while with the low energy level, hyperplasia persists until 35 days of age.

In relation to the effect of sex, males gave higher ( $P < 0.01$ ) no eviscerated yield in experiment 5 and eviscerated yield in experiments 3 and 4. In experiment 5, a greater ( $P < 0.05$ ) percentage of leg and lower percentage of neck and liver for females, was found. Specific gravity and carcass moisture were greater for males ( $P < 0.05$ ), but the carcass protein, carcass fat and carcass ash were the same for males and females.

FIG. 1

**EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE LA GANANCIA DE PESO**

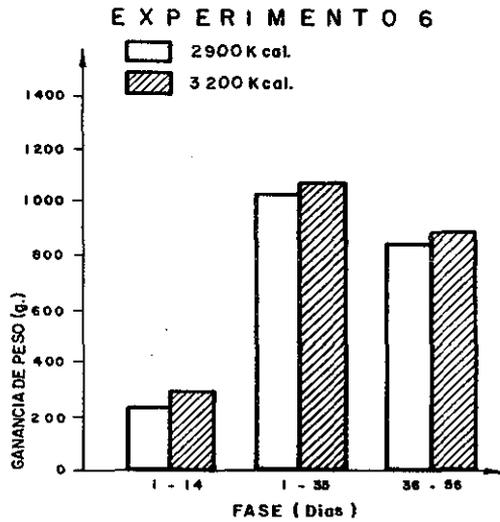
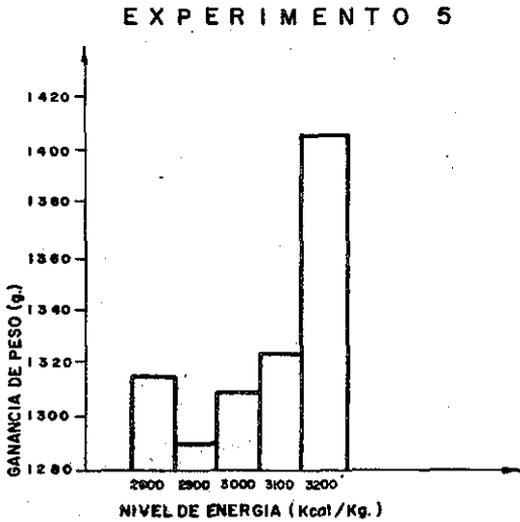
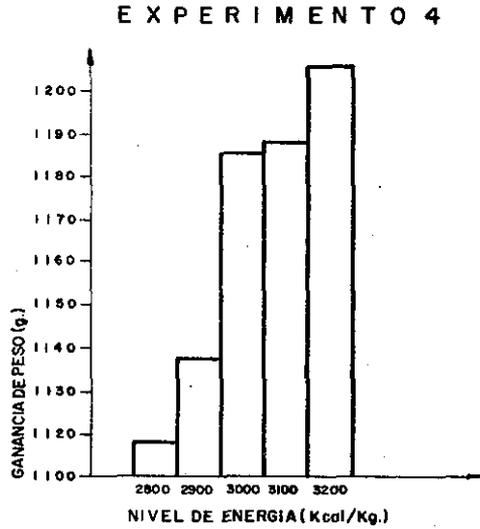
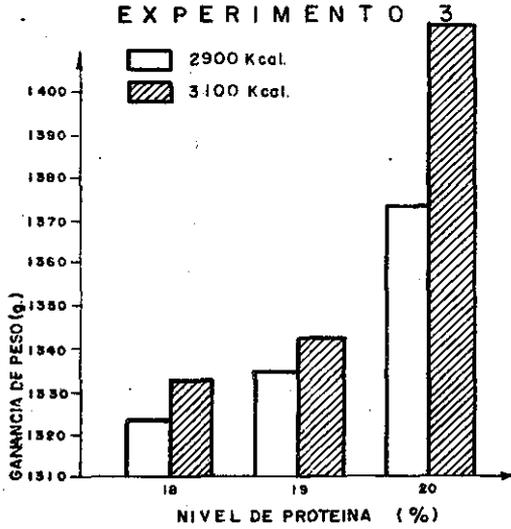
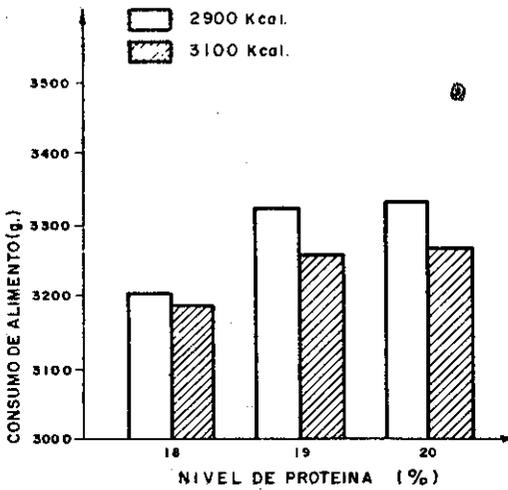


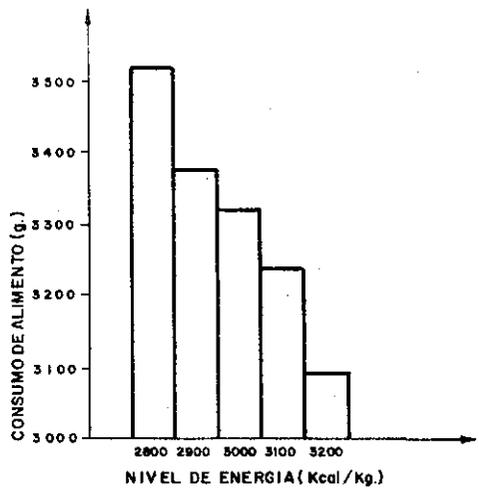
FIG. 2

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO

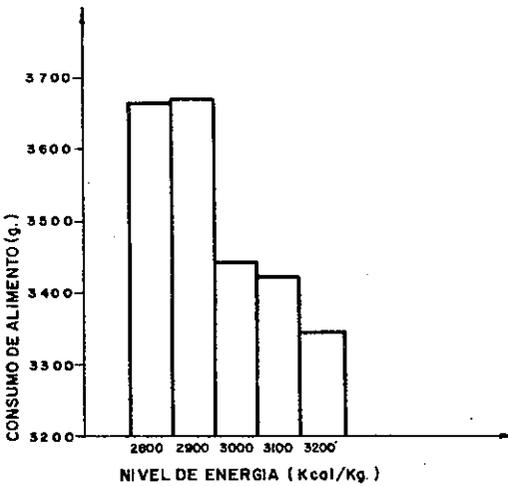
EXPERIMENTO 3



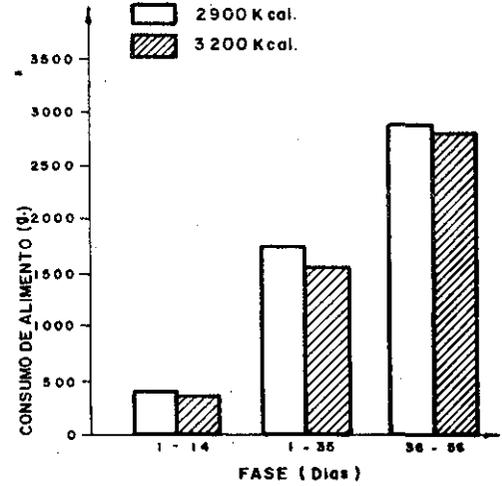
EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

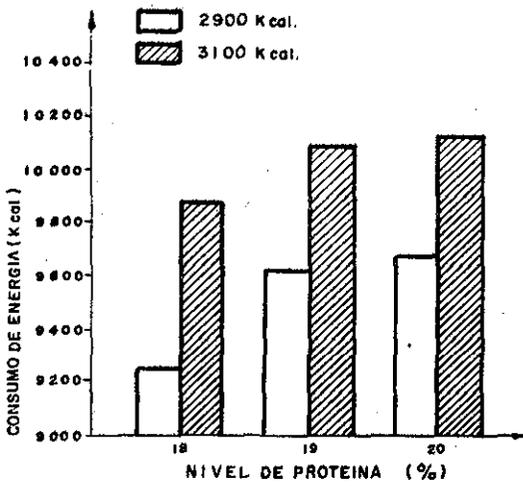


**TESIS CON FALLA DE ORIGEN**

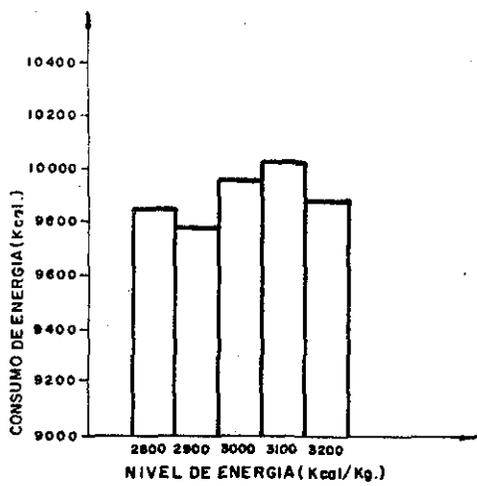
FIG. 3

**EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE EL CONSUMO DE ENERGIA**

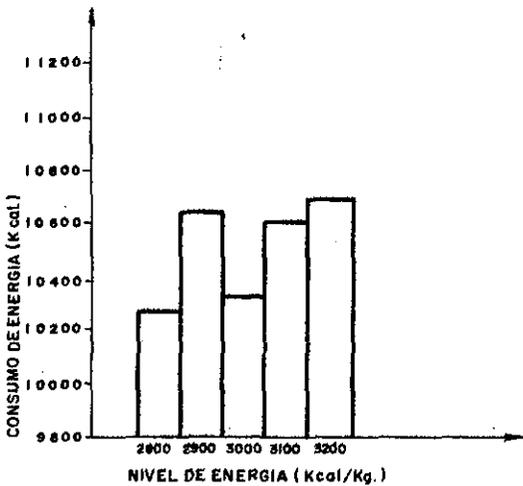
**EXPERIMENTO 3**



**EXPERIMENTO 4**



**EXPERIMENTO 5**



**EXPERIMENTO 6**

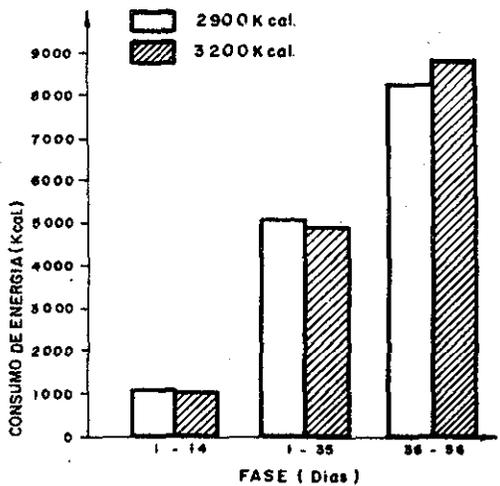
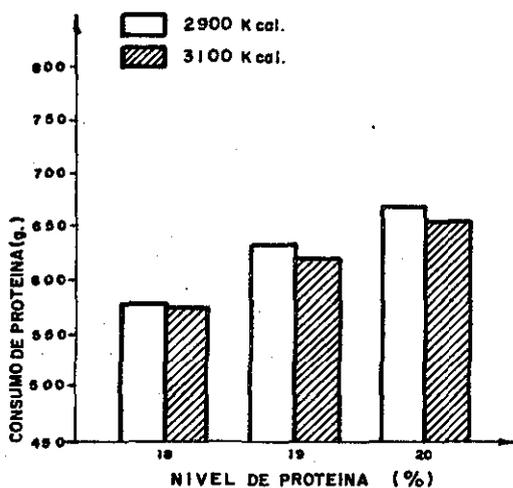


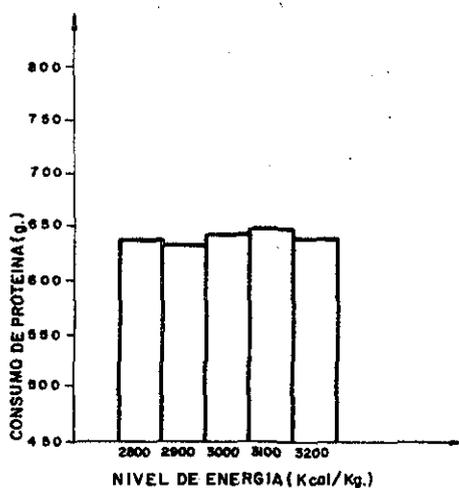
FIG. 4

# EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE EL CONSUMO DE PROTEINA

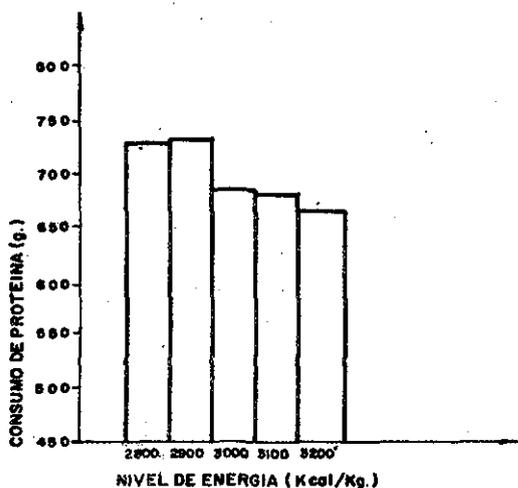
EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

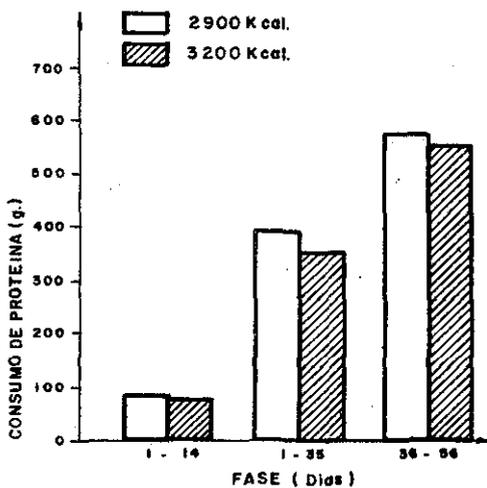
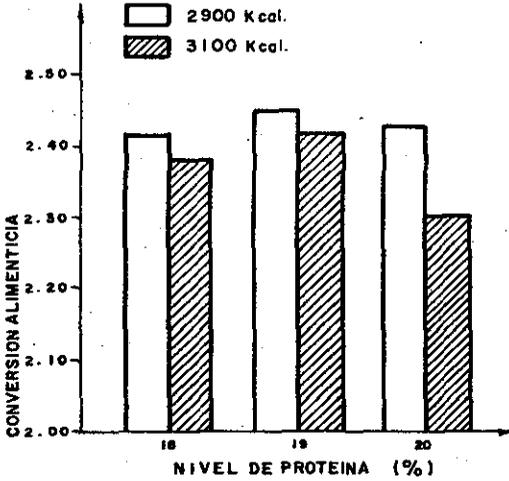


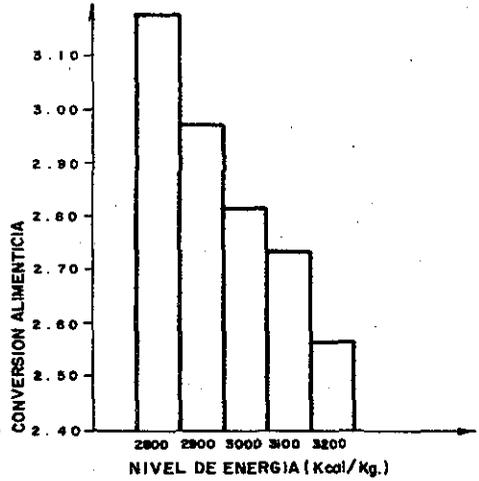
FIG. 5

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE LA CONVERSION ALIMENTICIA

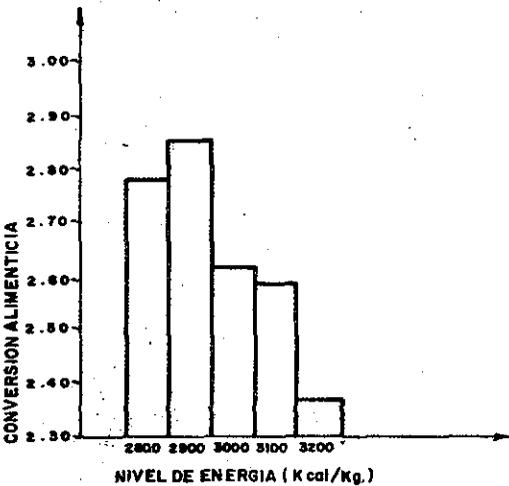
EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

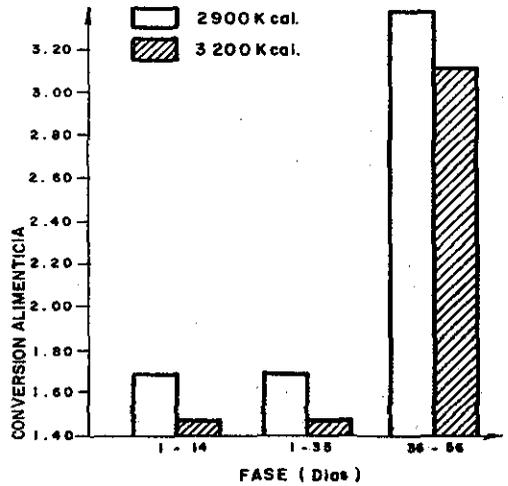
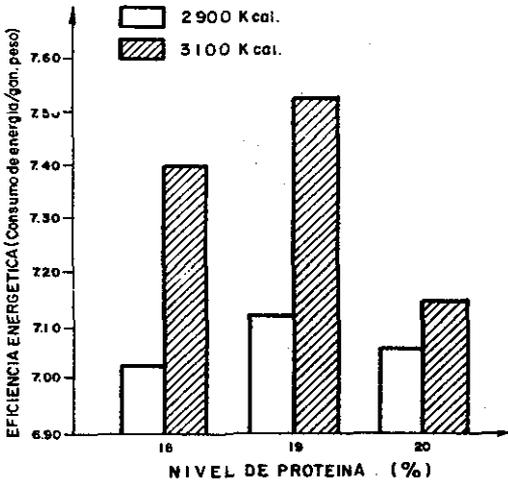


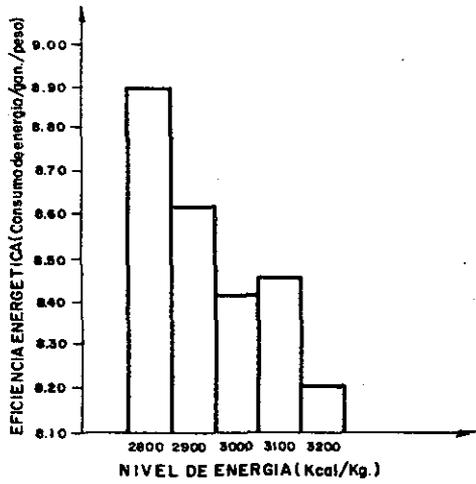
FIG. 6

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE LA EFICIENCIA ENERGETICA

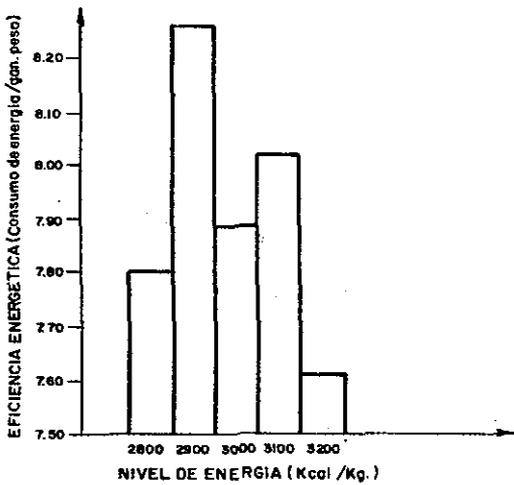
EXPERIMENTO 3



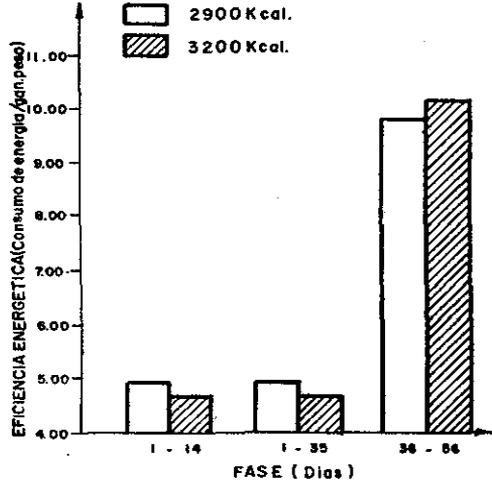
EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

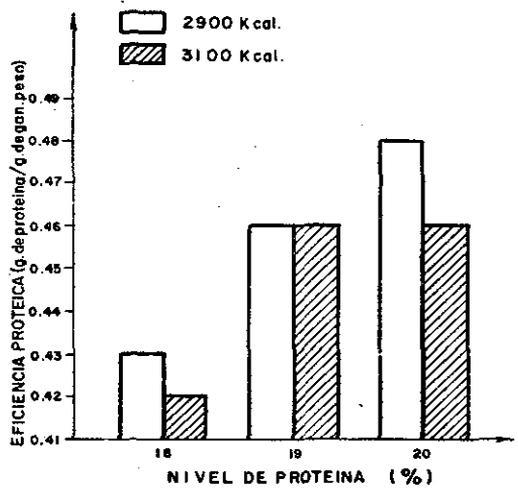


TESIS CON FALLA DE ORIGEN

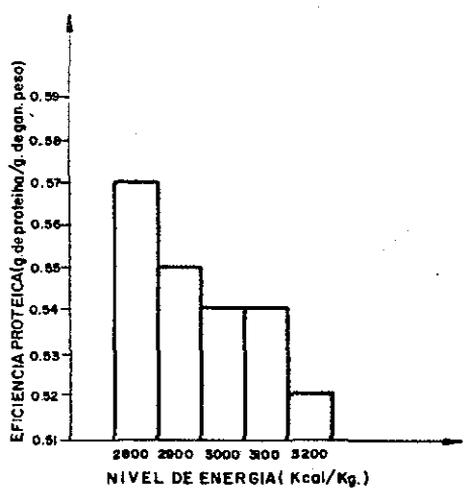
FIG. 7

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE LA EFICIENCIA PROTEICA

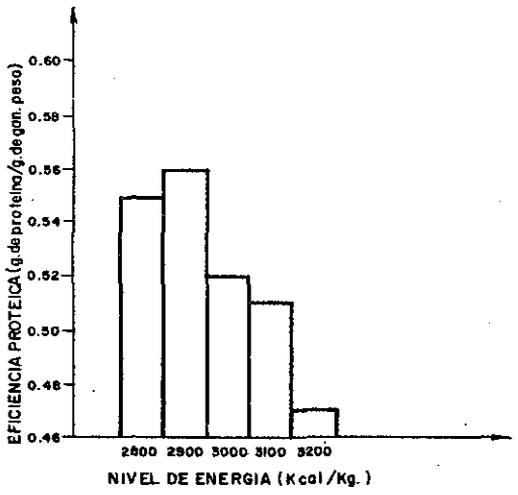
EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

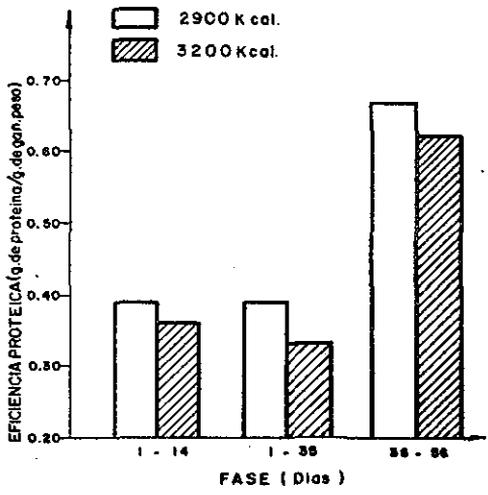
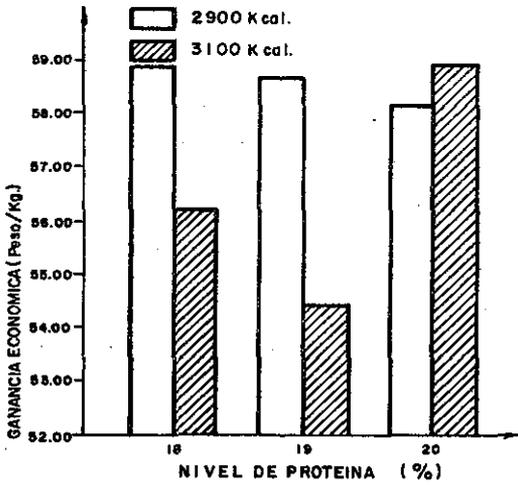


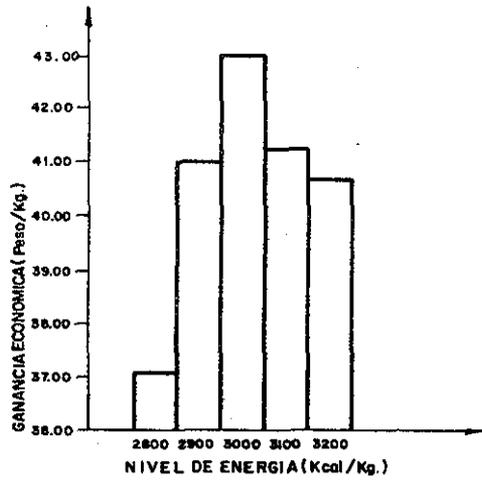
FIG. 8

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA Y NIVEL DE PROTEINA SOBRE LA GANANCIA ECONOMICA POR KILO DE CARNE PRODUCIDA

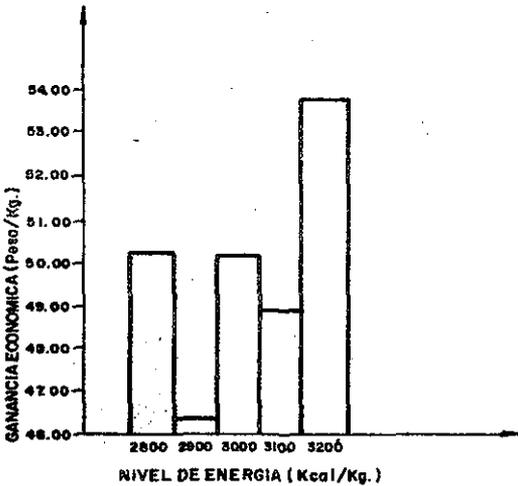
EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



EXPERIMENTO 6

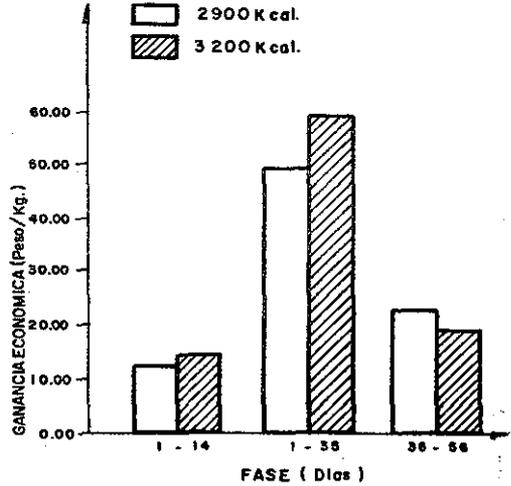


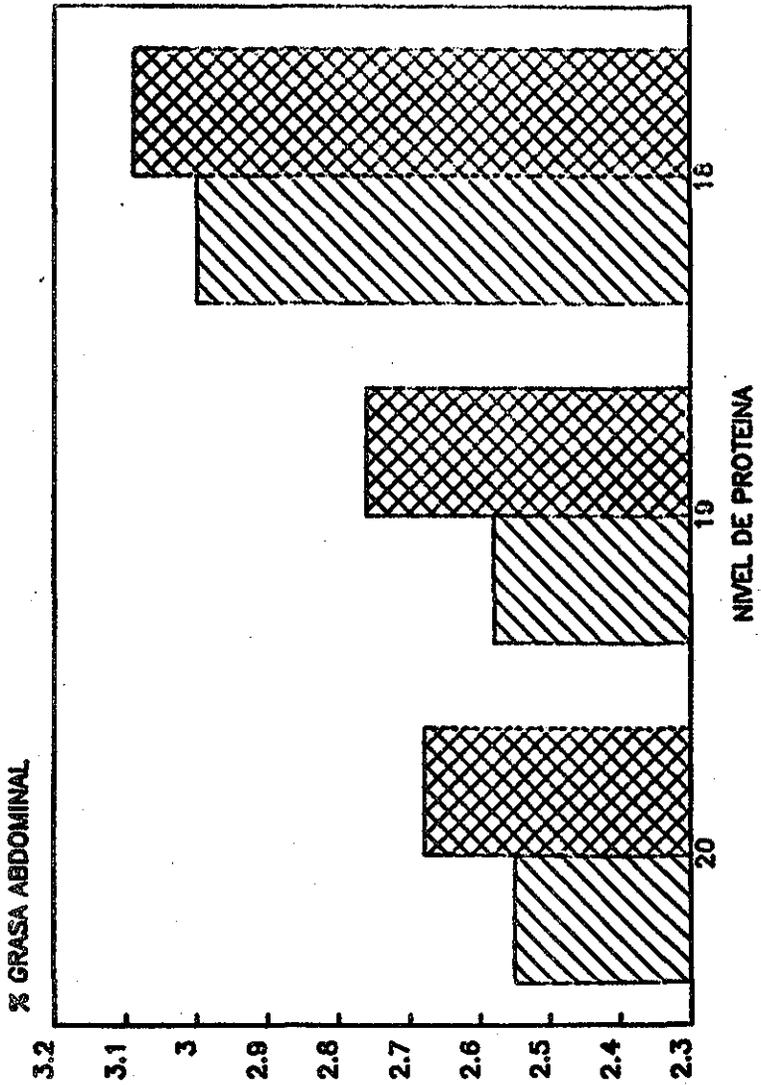
Figura 3

# PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL

(EXPERIMENTO 3)

2900  
Kcal

3100  
Kcal



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 10  
EFECTO DEL SEXO SOBRE GRASA ABDOMINAL

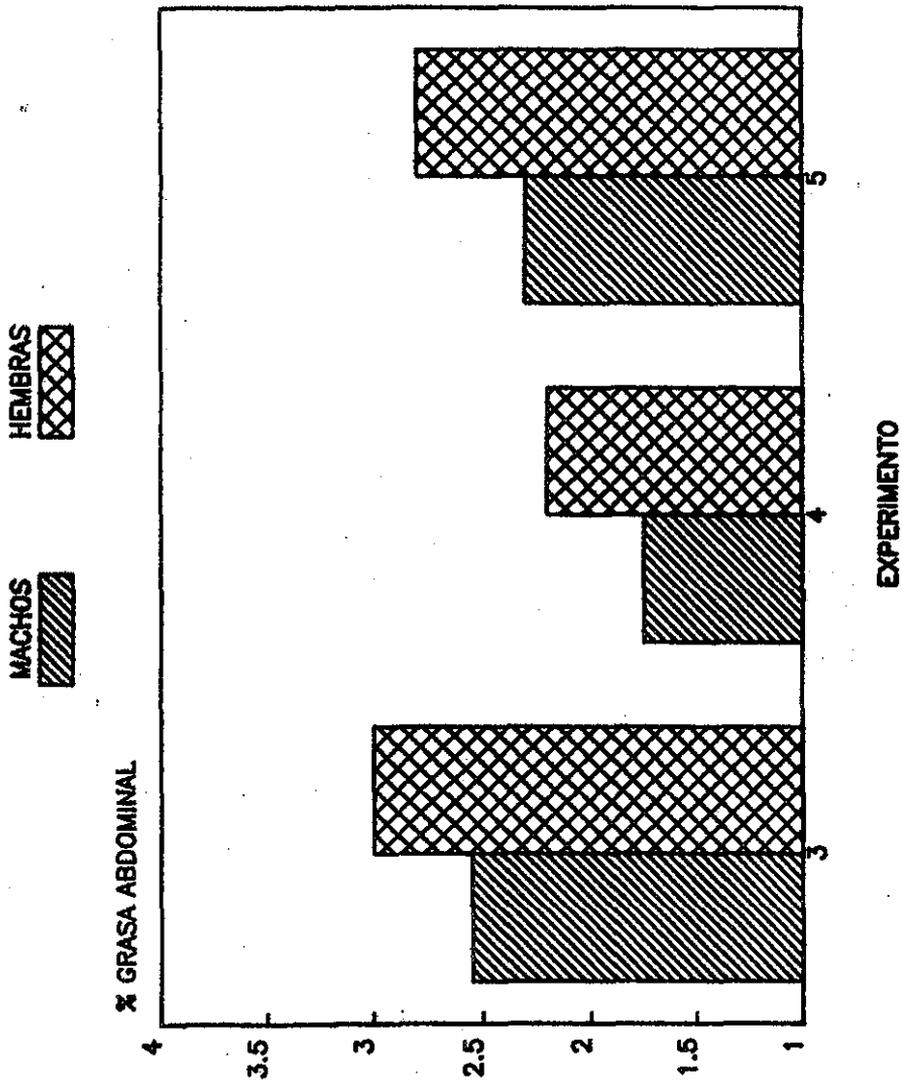
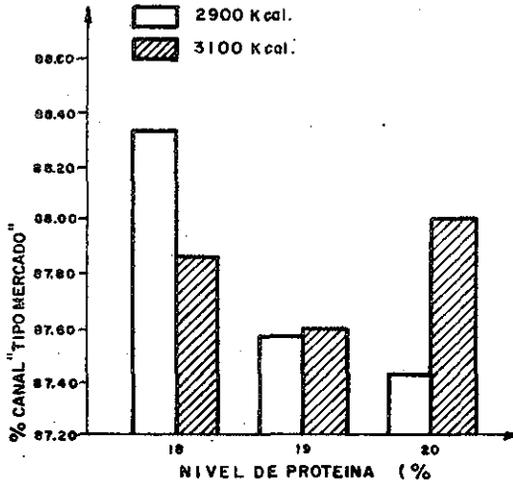


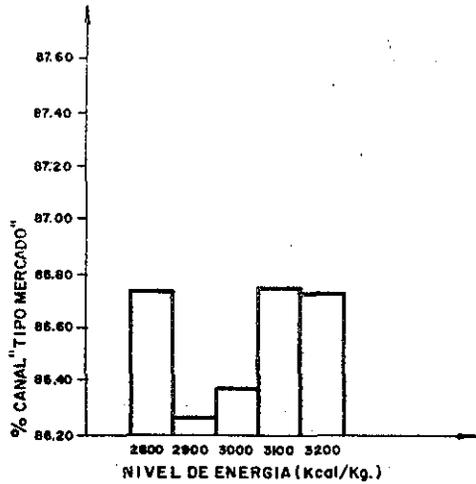
FIG. II

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA , NIVEL DE PROTEINA Y SEXO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CANAL "TIPO MERCADO"

EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5

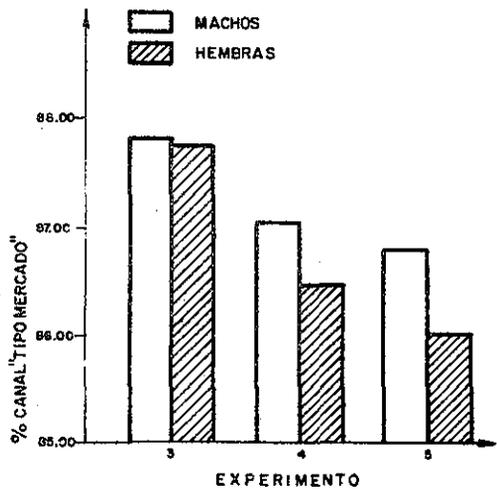
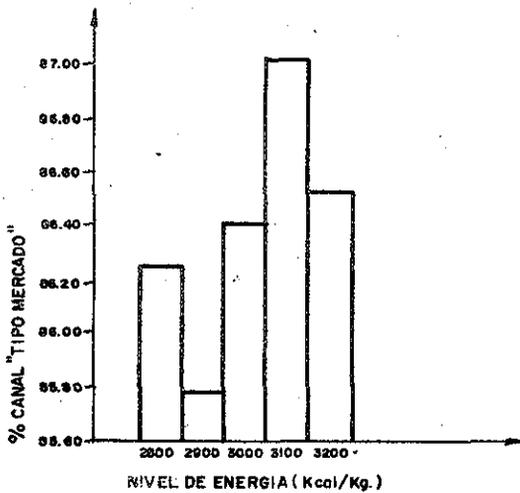
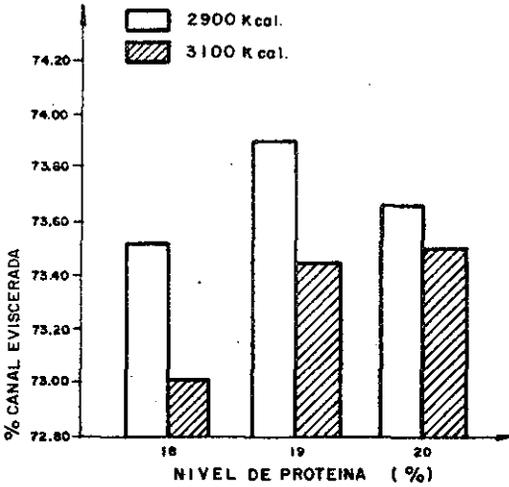


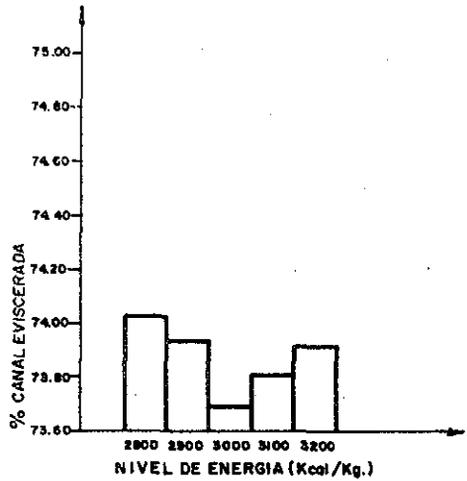
FIG. 12

EFFECTO DEL NIVEL DE ENERGIA, NIVEL DE PROTEINA Y SEXO SOBRE EL RENDIMIENTO DE CANAL EVisCERADA

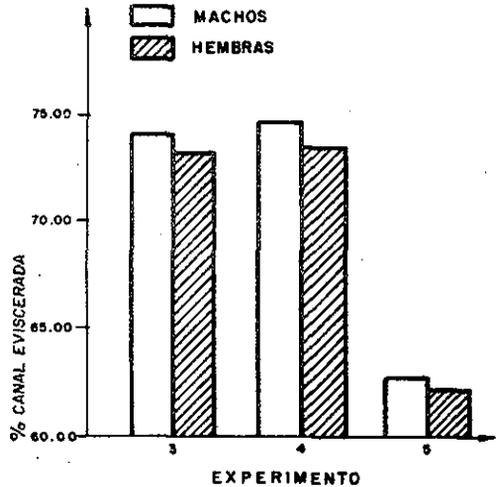
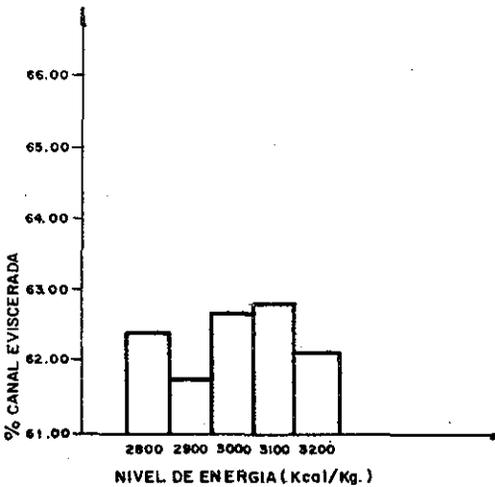
EXPERIMENTO 3



EXPERIMENTO 4



EXPERIMENTO 5



# PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL (EXPERIMENTO 4)

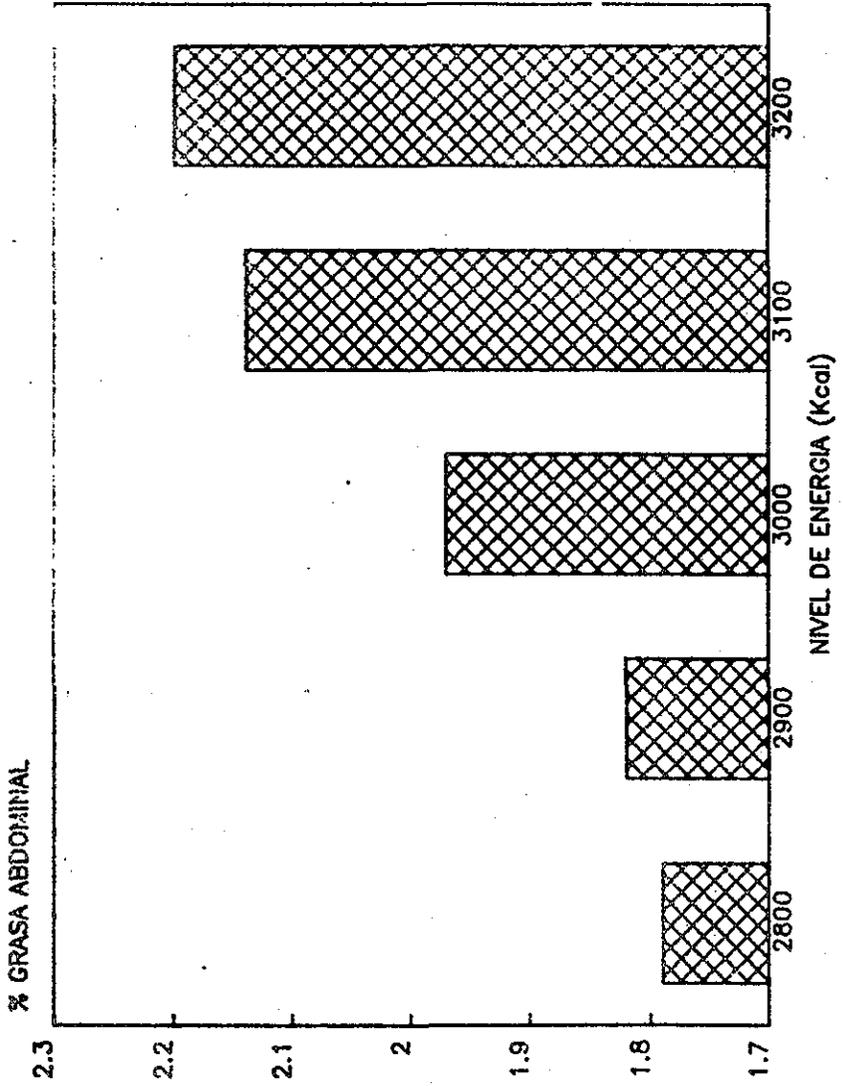
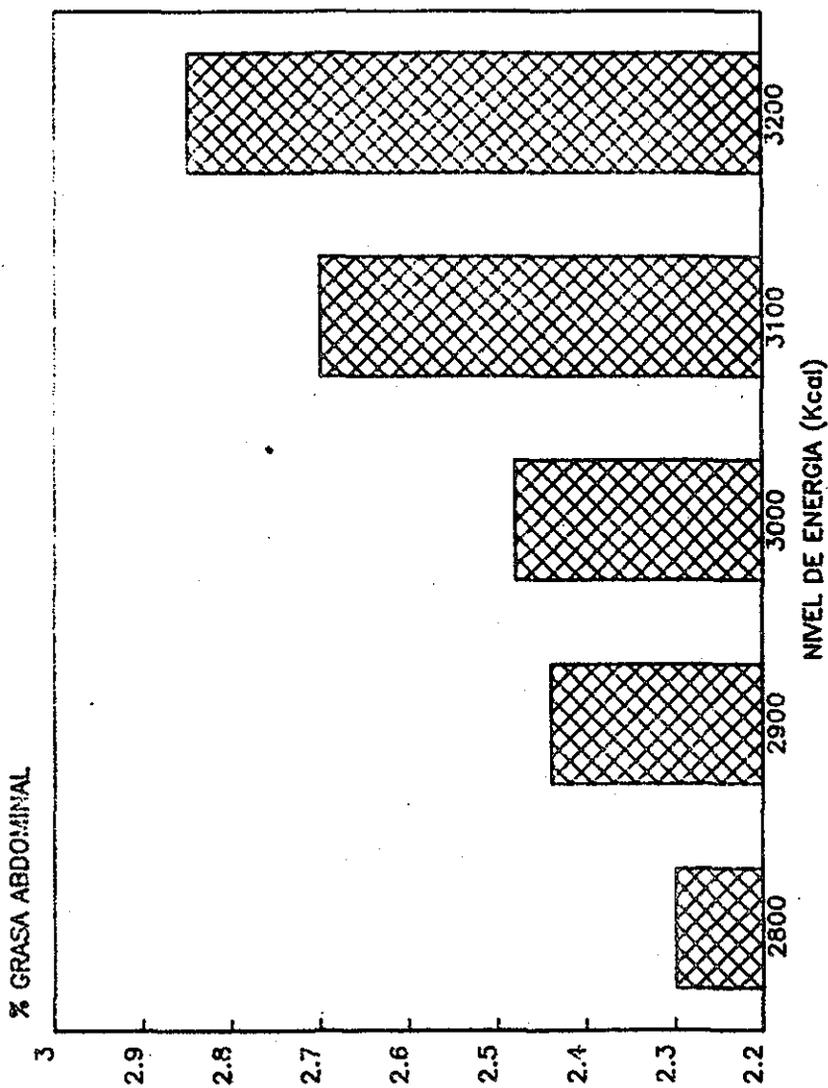


Figura 14

# PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL. (EXPERIMENTO 5)



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 15  
GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA CANAL.

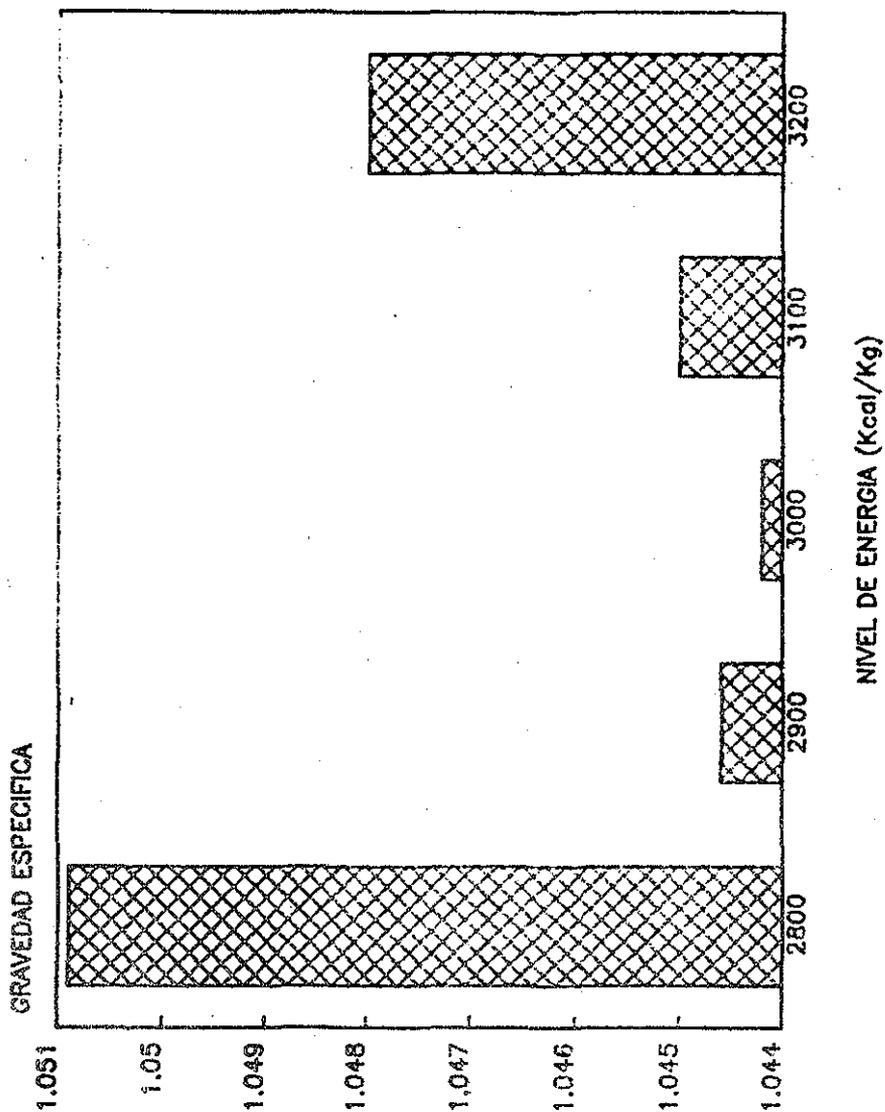


Figura 16  
PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LA CANAL

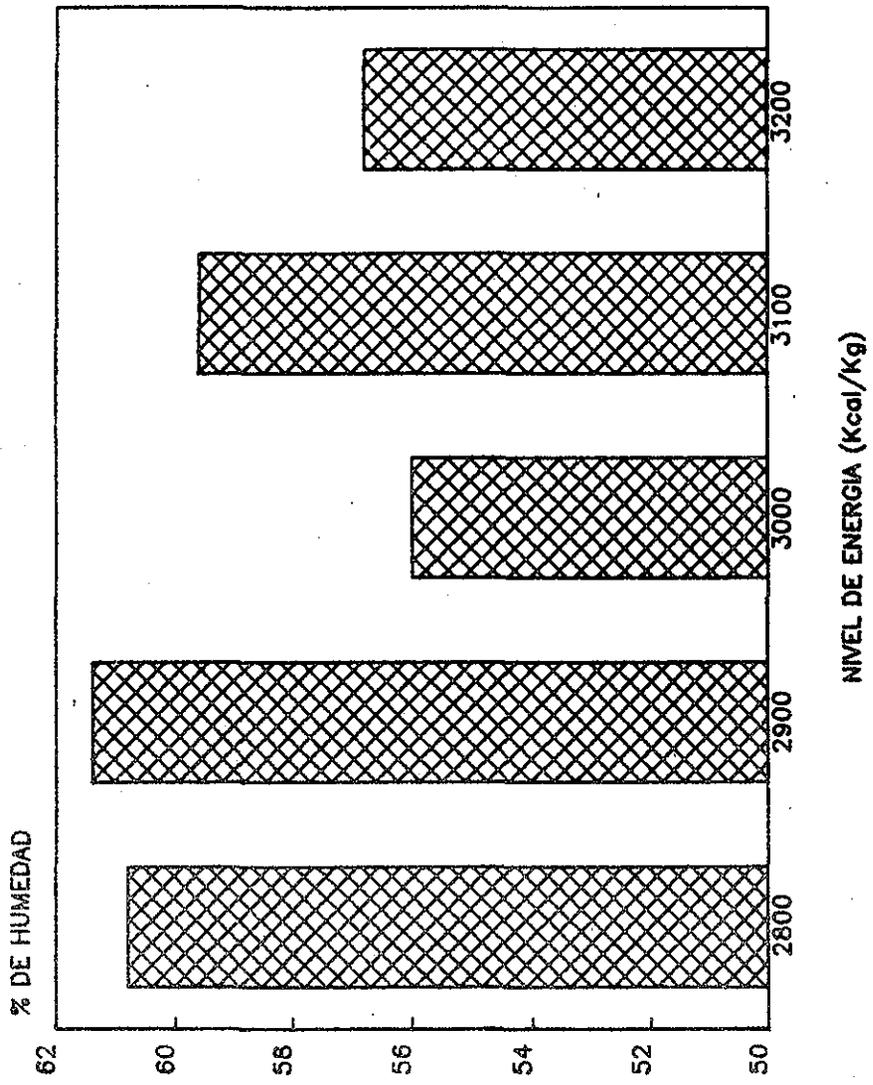


Figura 17  
PORCENTAJE DE PROTEINA EN LA CANAL

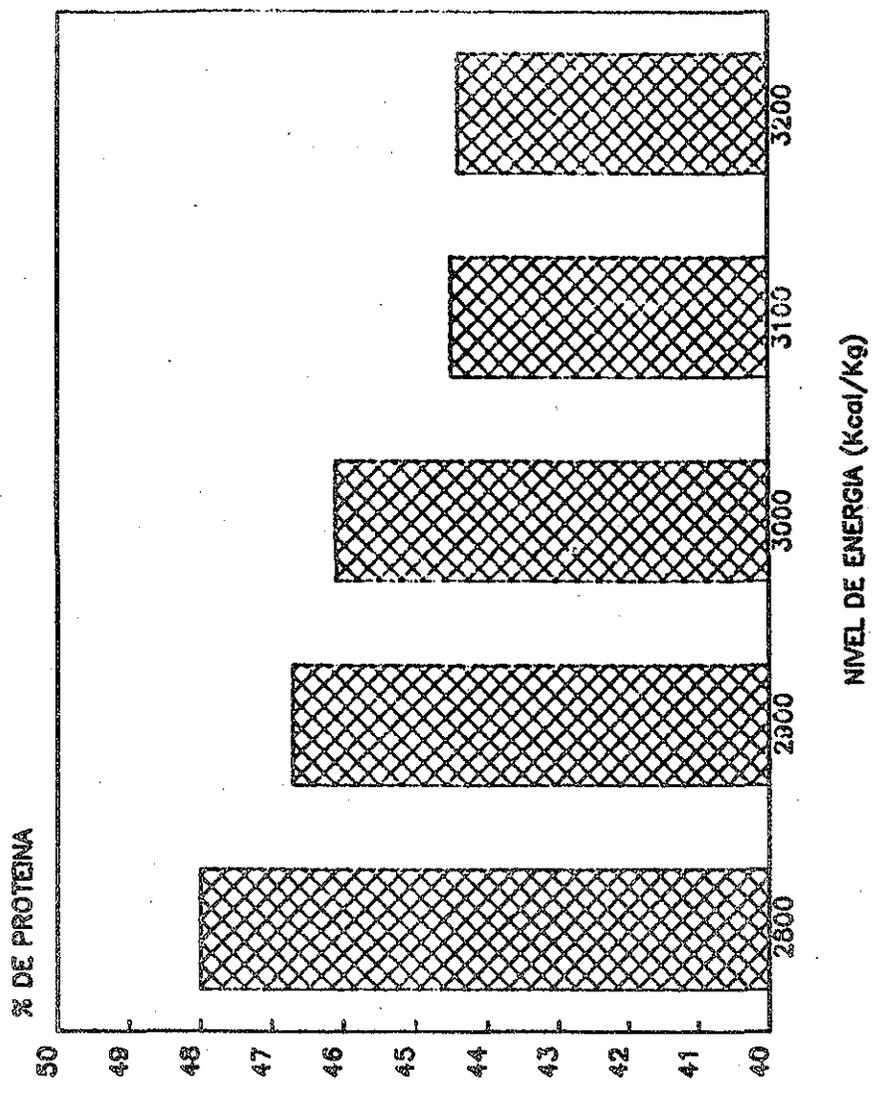
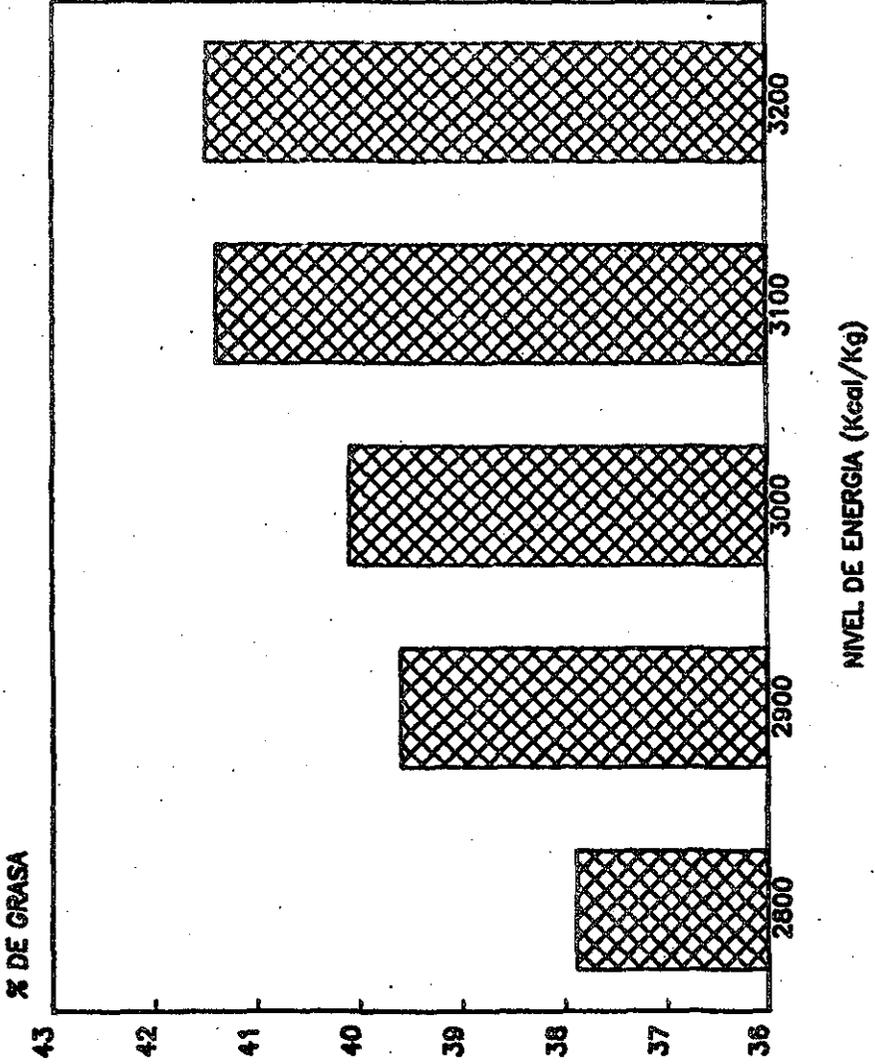
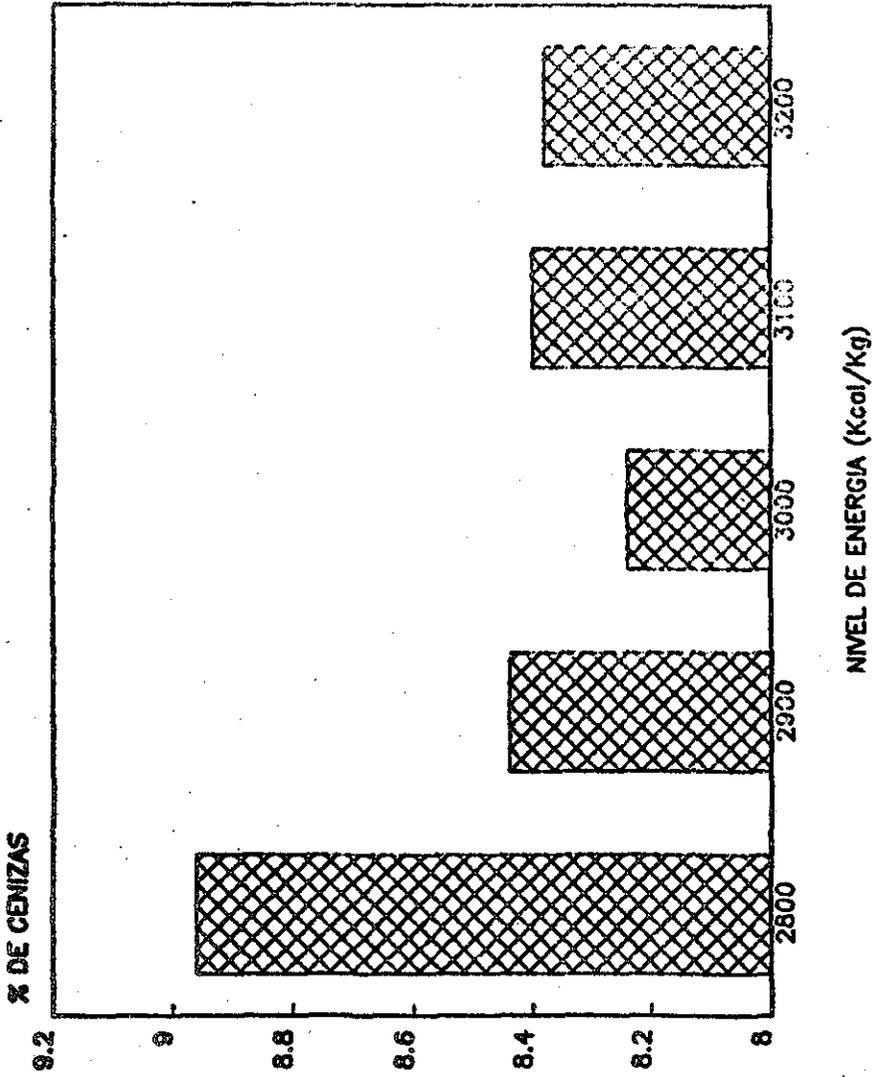


Figura 116  
PORCENTAJE DE GRASA EN LA CANAL



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Figura 19  
PORCENTAJE DE CENIZAS EN LA CANAL



PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL.  
(EXPERIMENTO 6)  
2900 Kcal  
3200 Kcal

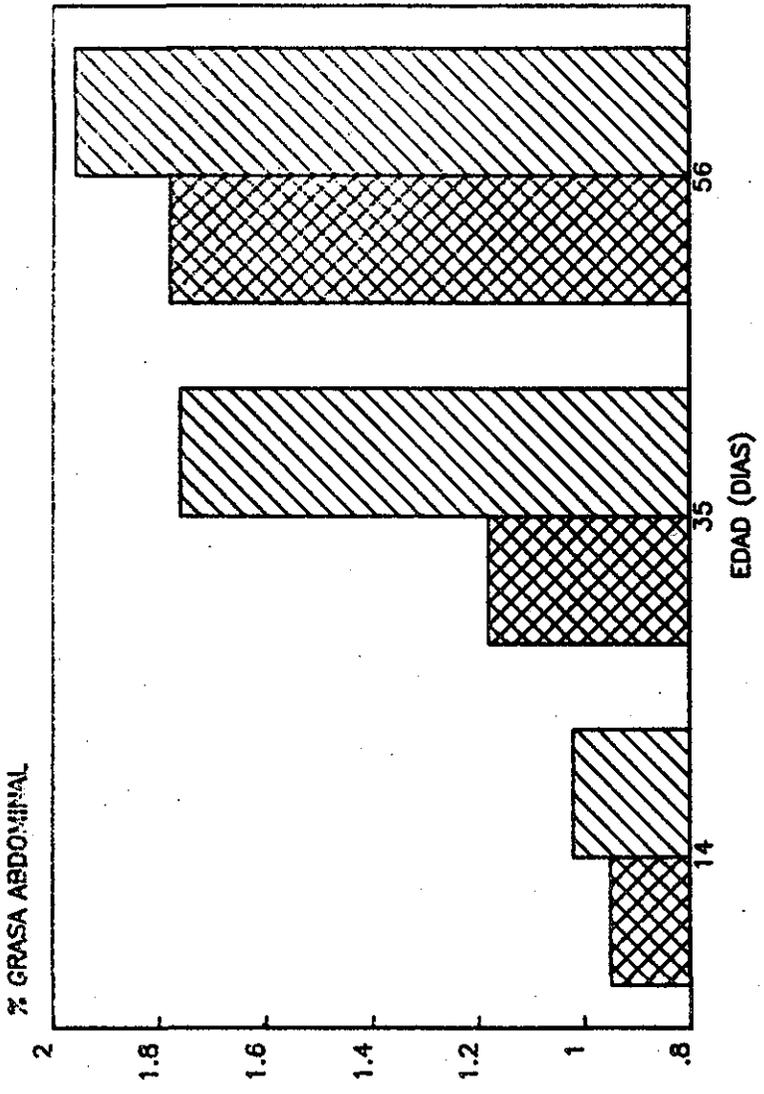


Figura 20

GRAMOS DE LIPIDO EN TEJIDO  
ADIPOSO RETROPERITONEAL

2900  
Kcal

3200  
Kcal

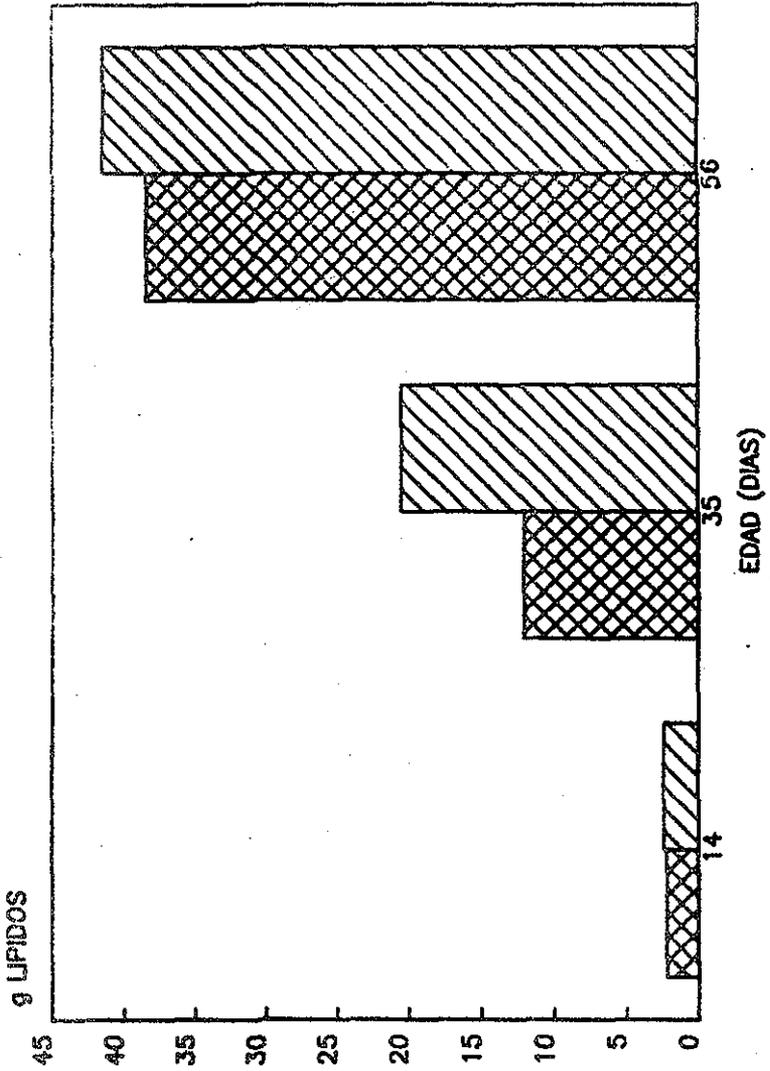


Figura 21

MILIGRAMOS DE DNA EN EL TEJIDO  
ADIPOSO RETROPERITONEAL

2900  
Kcal

3200  
Kcal

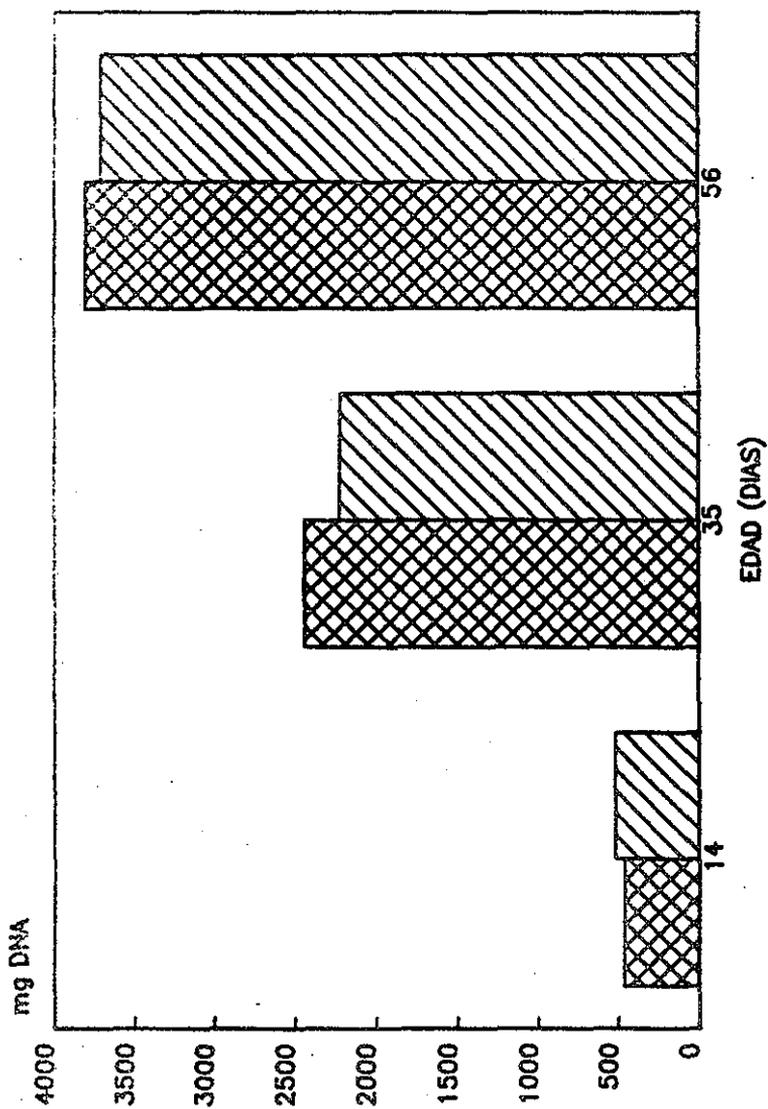


Figura 22

RELACION g LIPIDOS/mg DNA EN TEJIDO  
ADIPOSO RETROPERITONEAL

2900 Kcal 

3200 Kcal 

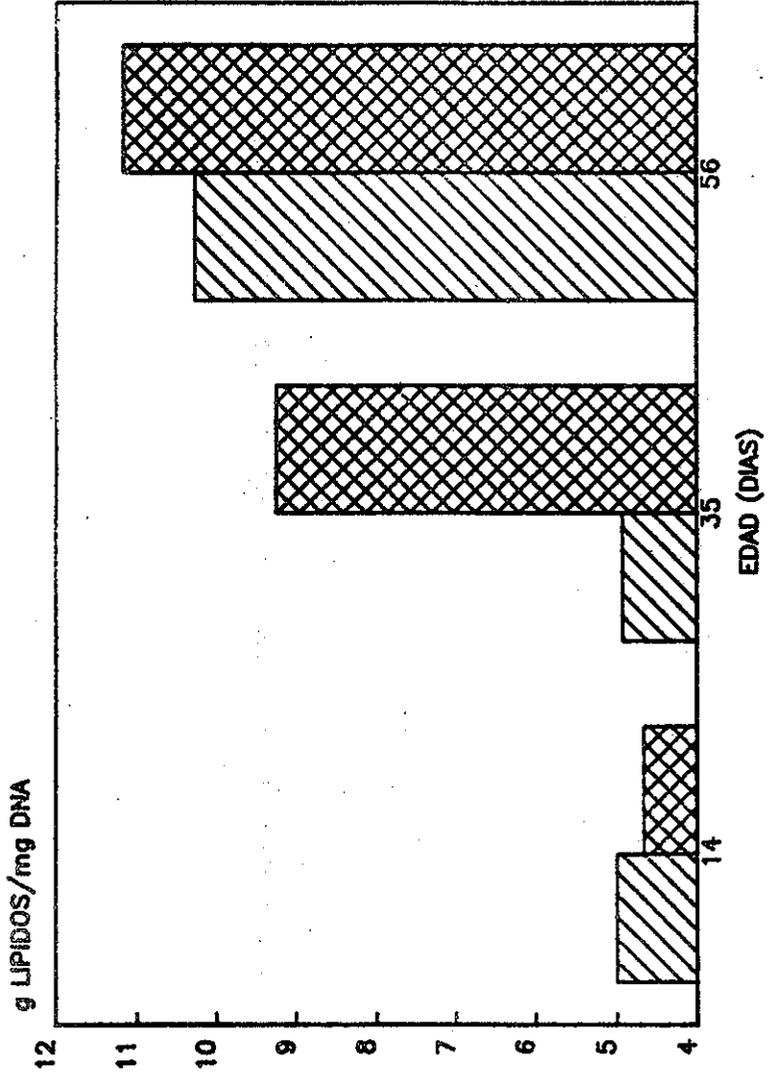


Figura 23

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

RELACION mg DNA/g PESO VIVO

2900 Kcal   
3200 kcal 

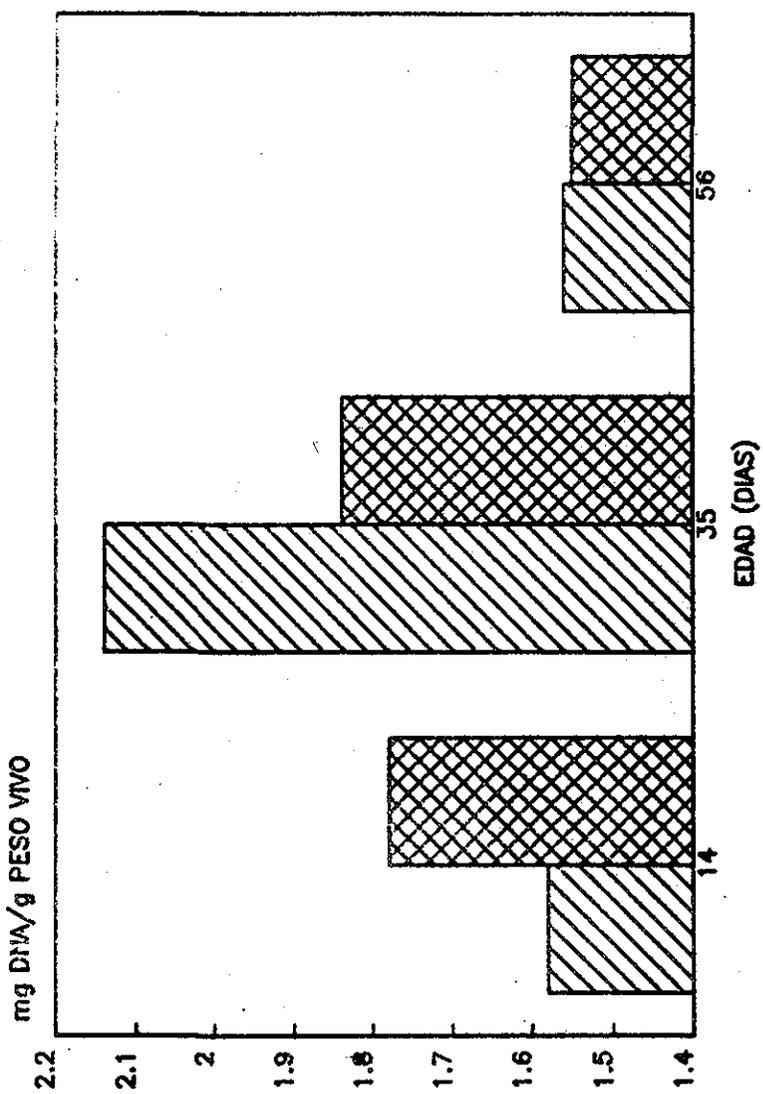


Figura 24

## 7. LITERATURA CITADA

1. Abrams, J. T.: Nutrición animal y dietética veterinaria, 4a. ed. Editorial Acribia, Zaragoza, 1964.
2. Adams, R. L., Andrews, F. N., Gardiner, E. E., Fontaine, E. and Carrick, C. W.: The effects of environmental temperature on the growth and nutritional requirement of the chicks. Poultry Sci., 41: 588-594 (1962).
3. Adams, R. L., Andrews, F. N. and Rogler, J. C.: The effects of environmental temperature on the protein requirement and response to energy in slow and fast growing chicks. Poultry Sci., 43: 1298 (1964).
4. Adams, R. L. and Rogler, J. C.: The effects of environmental temperature on protein requirements and response to energy in slow and fast growing chicks. Poultry Sci., 47: 597-594 (1968).
5. A.E.C.: Energy, amino acids, vitamins and minerals. Document number 4, Ed. Rhone-Poulenc, Comentry, France, 1978.
6. Afifi, M. A. and Rasheed, A. A.: Slaughter and carcass studies on 12 week old Fayoumi and Rhode Island Red birds. Poultry Sci., 45: 801-805 (1966).
7. Afuso, A. H.: Relación entre la energía metabolizable y proteína total de la dieta en pollos de engorda para el nivel de mayor ingreso sobre los costos de alimentación. Tesis de Maestría, Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1982.
8. Allen, C. E., Johnson, A. R., Fogerty, A. C., Pearson, J. A. and Sheastone, F. S.: Inhibition by ciclopropane fatty acids in the desaturation of stearic acid in hen liver. Lipids, 2: 419-423 (1965).
9. Allen, C. E.: Cellularity of adipose tissue in meat animals. Fed. Proc., 35: 2302-2307 (1976).
10. Allison, J. B.: Study of concepts on metabolism of protein. Physiol. Rev., 35: 641-700 (1965).
11. Almquist, H. and Grau, C. R.: Further studies on cystine, methionine and choline in chick diets. J. Nutr., 29: 219-222 (1945).
12. Almquist, H. and Merritt, J. B.: Protein and arginine levels in chick diets. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 73: 136 (1950).

13. Anderson, B. B., Robinson, L. L. and Hodgkins, J. E.: The "banco" test: a rapid method for fat in meat and edible meat products. J. Ass. Offic. Agric. Chem., 45: 13-16 (1962).
14. Arafa, A. S., Boone, M. A., Janky, D. M., Wilson, H. R., Miles, R. D. and Harms, R. H.: Energy restriction as a means of reducing fat pads in broilers. Poultry Sci., 62: 314-320 (1983).
15. Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis. 11th. ed. AOAC, Washington, D.C., 1970.
16. Austic, R. E.: Interrelaciones nutricionales de aminoácidos. Memorias III Reunión Proteína Aminoácidos, 1980, Mexico DF., Ed. Fermex S.A., Mexico, DF. (1980).
17. Ballan, G. C. and March, B. E.: Adipose size and number in mature broiler type female chickens subjected to dietary restrictions during the growing period. Poultry Sci., 58: 940-948 (1979).
18. Baldini, J. T. and Rosemberg, H. R.: The effect of productive energy of the diet on methionine requirement of chicks. Poultry Sci., 34: 1301-1307 (1955).
19. Baldini, J. T. and Rosemberg, H. R.: The effect of calorie source in a chick diet on growth, feed utilization and body composition. Poultry Sci., 36: 432-435 (1957).
20. Bartov, I.: Nutritional factors affecting quantity and quality of carcass fat in chickens. Fed. Proc., 38: 2627-2630 (1979).
21. Beans, W. L., Cherry, J. A. and Weaver, W. D.: Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens. Poultry Sci., 58: 567-571 (1979).
22. Becker, W. A., Spencer, J. V., Mirosh, L.W. and Verstrate, J. A.: Prediction of fat and fat free live weight in broiler chickens using backskin fat, abdominal fat and live body weight. Poultry Sci., 57: 1117-1118 (1978).
23. Becker, W. A., Spencer, J. V., Mirosh, L. W. and Verstrate, J. A.: Prediction of fat and fat free live weight in broiler chickens using backskin fat, abdominal fat and live body weight. Poultry Sci., 58: 835-842 (1979).
24. Becker, W. A., Spencer, J. V., Mirosh, L. W. and Verstrate, J. A.: Specific gravity, carcass fat, abdominal fat and yield data in broiler chickens. Poultry Sci., 60: 2045-2052 (1981)

25. Boomgaardt, J.: Factors influencing the amino acids requirements of poultry and swine. Ph.D. Thesis. University of Illinois, Urbana, 1972.
26. Boomgaardt, J. and Baker, D. H.: The lysine requirement of growing chicks fed sesame meal-gelatin diets and three protein levels. Poultry Sci., 52: 586-591 (1973)
27. Bossard, E. H. and Combs, G. F.: Studies on energy utilization by growing chicks. Poultry Sci., 40: 930-938 (1961)
28. Boukamp, E. L., Bigbee, D. E. and Wabeck, C. J.: Strain influence on broiler parts yields. Poultry Sci., 52: 1517-1523 (1973).
29. Brown, H. B. and McCartney, M. G.: Effects of dietary energy and protein and feeding time on broiler performance. Poultry Sci., 61: 304-310 (1982).
30. Campos, E. J. e Chequiloff, M. A. G.: Estudo sobre o rendimento de uma ave comercial especializada para produção de carne. Arg. Esc. Vet., 18: 113-121 (1968).
31. Carew, C., Nesheim, M. and Hill, F.: The relationship of dietary energy level and density of growth response of chicks to fats. Poultry Sci., 42: 710-718 (1963).
32. Carew, L. B. and Hill, F. W.: Effect of corn oil on metabolic efficiency of energy utilization by chicks. J. Nutr., 83: 293-299 (1964).
33. Carew, L. B., Hopkins, D. T., and Nesheim, M. C.: Influence of amount and type of fat on metabolic efficiency of energy utilization by the chick. J. Nutr., 83: 300-306 (1964).
34. Chen, T. C., Scultz, C. D., Reece, F. N., Lott, B. D. and McNaughton, J. L.: The effect of extended holding time, temperature and dietary energy on yields of broilers. Poultry Sci., 62: 1566-1571 (1983).
35. Cherry, J. A., Sieguel, P. B. and Beane, W. L.: Genetic-nutritional relationships in growth and carcass characteristics of broiler chickens. Poultry Sci., 57: 1482-1487 (1978)
36. Cherry, J. A., Swartworth, W. J. and Sieguel, B. P.: Adipose cellularity studies in commercial broiler chicks. Poultry Sci., 63: 97-108 (1984).
37. Cilly, V. K., Lhodi, G. N. and Ichponani, J. S.: Influence of climatic conditions on protein and energy requirements of poultry. 1. Effect of different levels of protein and energy

- on the performance of starter chicks. Indian J. Anim. Sci., 43: 408-416 (1973).
38. Combs, G. F.: Predicting amino acid requirements of chicks based on growth rate, body size and body composition. Fed. Proc., 23: 46-51 (1964).
  39. Combs, G. F. and Romoser, G. L.: A new approach to poultry feed formulation. Misc. Publ. 226, Maryland Agr. Exp. Sta., Maryland, 1965.
  40. Combs, E. F. and Nicholson, J. L.: Testing energy, amino acid and protein level specifications for linear programming for broiler rations. Feedstuffs, 36: 17-21 (1974).
  41. Coon, C. N., Becker, W. A. and Spencer, J. V.: The effect of feeding high energy diets containing supplemental fat on broiler weight gain, feed efficiency, and carcass composition. Poultry Sci., 60: 1264-1271 (1981).
  42. Costa, P. T. C.: Correlações práticas na relação energia x proteína a dietas iniciais avícolas. Memórias IV Congr. - Bras. Avicultura, Porto Alegre, 1975, 32-38, Ed. União Bras. Avicultores, Porto Alegre (1975).
  43. Cuca, G. M., Avila, E. G. y Pro, M. A.: Alimentación de las aves. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, 1982.
  44. Dale, N.: La energía en raciones para aves. Avic. Profesional, 1: 16-17 (1983).
  45. Dansky, L. M. and Hill, F. W.: The influence of dietary energy level on distribution of fatty acids on various tissues of growing chicken. Poultry Sci., 31: 912 (1952).
  46. Davidson, J. A.: Michigan broiler test no.1, summer 1955. Q. Bull. Mich. Sta. Univ. Agric. Exp. Station, 38: 210-215 (1955).
  47. Davidson, J. A.: Michigan broiler test no.2, fall 1955. Q. Bull. Mich. Sta. Univ. Agric. Exp. Station, 38: 486-492 (1956).
  48. Deaton, J. W., Reece, F. N., Kubena, L. F., Lott, B. D. and May, J. D.: The ability of the broiler chicken to compensate for early growth depression. Poultry Sci., 52: 262-265 (1973).
  49. Deaton, J. W., Kubena, L. F., Chen, T. C. and Reece, F. N.: Factors influencing the quantity of abdominal fat in broi-

- lers. 2. Cage versus floor rearing. Poultry Sci., 53: 574-576 (1974).
50. Deaton, J. W. Reece, F. N., McNaughton, J. L. and Lott, D.: Effect of brooding density on broiler performance. Poultry Sci., 60: 730-732 (1981).
51. Deaton, J. W., McNaughton, J. L. and Lott, B. D.: The effect of dietary energy level and broiler body weight on abdominal fat. Poultry Sci., 62: 2394-2397 (1983).
52. Donaldson, W. E., Combs, G. F. and Romoser, G. L.: Studies on energy levels in poultry rations. The effect of calorie-protein ratio on growth, nutrient utilization and body composition of chicks. Poultry Sci., 35: 1100-1105 (1956).
53. Douglas, C. R. and Harms, R. H.: Effects of varying protein and energy levels of broiler diets during the finishing period. Poultry Sci., 39: 1003-1008 (1960).
54. Eberst, D. P. and Harms, R. H.: Influence of oxytetracycline supplementation on the response of chicks to inorganic sulfate. Poultry Sci., 52: 1859-1861 (1973).
55. Edwards, H. M. and Hart, P.: Carcass composition of chickens fed carbohydrate-free diets containing various lipid energy sources. J. Nutr., 101: 989-996 (1971).
56. Edwards, H. M., Denman, F., Abou-Ashour, A. and Nugars, D.: Carcass composition studies: 1. Influence of age, sex, and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. Poultry Sci., 52: 934-948 (1973).
57. Edwards, H. M. and Denman, F.: Carcass composition studies: 2. Influence of age, sex and type of dietary fat supplementation on total carcass and fatty acid composition. Poultry Sci., 54: 1230-1238 (1975).
58. Enriquez, F. V.: Efectos de niveles energéticos y proteicos en dietas para pollos de engorda. Tesis de Licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1976.
59. Essary, E. O., Dawson, L. E., Wismann, E. L. and Holmes, C. E.: Influence of different levels of fat and protein in broiler rations on live weight, dressing percentage and specific gravity of carcass. Poultry Sci., 44: 304-305 (1965).
60. Evans, R. J., Bandener, S. L., Anderson, M. and Davidson, J. A.: Fatty acid distribution tissues from hens fed cottonseed oil or *sterculia foetida* seeds. J. Nutr., 76: 314-319

(1962).

61. Evans, D. G., Goodwin, T. L. and Andrews, L. D.: Chemical composition, carcass yield and tenderness of broilers as influenced by rearing methods and genetic strains. Poultry Sci., 55: 748-755 (1976).
62. Ewing, W. R.: Poultry nutrition. 5a. ed., The Ray Ewing Co., Pasadena, 1963.
63. Farrell, D. J., Cumming, R. B. and Hardaker, J. B.: The effects of dietary energy concentration on growth rate and conversion of energy to weight gain in broiler chickens. Brit. Poultry Sci., 14: 329-340, 1973.
64. Farrell, D. J.: General principles and assumptions of calorimetry. in: Energy requirements of poultry. Brit. Poultry Sci., (Special Supplement): 1-24, 1974.
65. Farrell, D. J.: Effects of dietary energy concentration on utilization of energy by broiler chickens and on body composition determined by carcass analysis and predicted using tritium. Brit. Poultry Sci., 15: 25-41 (1974).
66. Farrell, D. J., Hardaker, J. B., Greig, I. D. and Cumming, R. B.: Effects of dietary energy concentration on production of broiler chickens. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 16: 672-678 (1976).
67. Fisher, C. and Wilson, B. J.: Response to dietary energy concentration by growing chickens. In: Energy Requirements of Poultry. Br. Poultry Sci., (Special supplement): 151-184, Morris and Freeman ed., Edinburgh, 1974.
68. Fletcher, D. L.: Evaluation of practical methods used to determine broiler carcass fat. Proc. of Georgia Nutr. Conf. for the Feed Industry. Atlanta, GE., 44-48 (1982).
69. Flores, E. C. y Avila, G. E.: Efecto de la suplementación de aminoácidos sintéticos en dietas sorgo-pasta de soya bajas en proteína para pollos de engorda en crecimiento. MVZ Noticias, 4: 2-6 (1983).
70. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226: 497-509 (1957).
71. Fraps, G. S.: Relation of the protein, fat and energy on the ration to the composition of chickens. Poultry Sci., 22: 421-425 (1943).

72. Fuller, H. L. and Rendon, M.: Energetic efficiency of corn oil and poultry fat at different levels in broiler diets. Poultry Sci., 58: 1234-1238 (1979).
73. Garret, W. N.: Experiences in the use of body density as a estimator of body composition of animals. in: Body composition in animals and man. Ed. Nat. Acad. Sciences, Washington D. C., Publ. 1598: 170-185, 1968.
74. Garret, W. N. and Hinman, N.: Re-evaluation of the relationships between carcass density and body composition of beef steers. J. Anim. Sci., 28: 1-5 (1969).
75. Ghion, E.: Desempenho de híbridos de aves gallus-gallus (Linneus 1758) de una linhagem especializada para corte "versus" machos irmãos da linha matriz materna. Rendimento de carcaca. Tese de Livre Docencia. Fac. Med. Vet. e Zoot. Universidade de Sao Paulo. Sao Paulo, 1979.
76. Giurgius, N.: Effects of dietary fat, age and sex of broiler on their requirements for essential and non-essential amino acids. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 18: 682-687 (1978)
77. Gonzalez, A.: Niveles de energia metabolizable, proteína y su relación en dietas para pollos de engorda en clima subtropical. Rev. Avic., 26: 1-7 (1982).
78. Goodridge, A. G.: Metabolism of glucose-U-14-C in vitro in adipose tissue from embryonic and growing chicks. Am. J. Physiol., 211: 1352-1358 (1968).
79. Goodwin, T. L.: Excessively fat broilers. Poultry Digest, (August): 380-382 (1980).
80. Gooch, F., Summers, J. D. and Moran, E. T.: Effect of varying nutrient concentrations on broiler performance using computer formulated rations. Proc. Univ. Guelph Nutr. Conf., Ed. Univ. Guelph :11-16, 1971.
81. Grau, C. R. and Almquist, H. J.: The utilization of sulfur amino acids by the chick. J. Nutr., 26: 631-640 (1943).
82. Grau, C. R. and Kamei, M.: Amino acid imbalance and the growth requirement for lysine and methionine. J. Nutr., 41: 89-101 (1950).
83. Greenwood, M. R. C. and Hirsch, J.: Postnatal development of adipocyte cellularity in the normal rat. J. Lipid Res., 15: 474-480 (1974).
84. Greig, I. D., Hardaker, J. B., Farrell, D. J. and Cumming,

R. B.: Towards the determination of optimal system of broiler production. Agric. Syst., 2: 47-66 (1977).

85. Griffiths, L., Leesson, S. and Summers, J. D.: Influence of energy system and level of various fat source on performance and carcass composition of broilers. Poultry Sci., 56: 1018-1026 (1977).
86. Griminger, F. M., Scott, H. M. and Forbes, R. N.: Density, bulk and amino acid requirements. J. Nutr., 82: 81-69 (1957)
87. Groom, C. M. and Parson, J. A.: Meat yields still have scope for improvement. Worlds Poultry Industry, july: 21-24 (1980)
88. Groote De, G.: A comparison of a new net energy system in broiler diet formulation. Performance and profitability. Brit. Poultry Sci., 15: 75-95 (1974).
89. Hargis, P. H. and Creguer, C. R.: Effects of varying dietary protein and energy levels on growth rate and body fat of broilers. Poultry Sci., 59: 1499-1504 (1980).
90. Harms, R. H., Hochreich, H. J. and Meyer, B. H.: The effect of feeding three energy levels upon dressing percentages and cooking losses of White Rock broiler-fryers. Poultry Sci., 36: 420-422 (1957).
91. Harper, A. E., Benevenga, N. J. and Wohlhuster, R. M.: Effect of ingestion of disproportional amounts of amino acids. Physiol. Rev., 50: 428-458 (1970).
92. Hartung, T. E. and Froning, G. W.: Variation in physical components of turkeys carcass as influenced by sex, age and strain. Poultry Sci., 47: 1348-1355 (1968).
93. Hathaway, H. E.: Meat yield of broilers of different breeds, strains and crosses. Poultry Sci., 32: 968-977 (1953).
94. Hayse, P. L. and Morgan, R. E. : The influence of genetic strain on growth performance and meat yield of large white turkey. Poultry Sci., 52: 1552-1556 (1973).
95. Heath, J. L., Ovens, S. L. and Anderson, N.: Comparison and evaluation of uniformity of broiler parts using coefficients of skewedness and kurtosis. Poultry Sci., 63: 279-288 (1984)
96. Heredia, L. A.: Manual del sistema mínimo costo para formulación de alimentos balanceados. Ed. Granjas Avícolas Rosana Tesoyuca, Mor., 1980.
97. Heuser, G. F.: Feeding poultry. 2nd ed., Willey y Sons Inc.,

New York, 1984.

98. Hewitt, D. and Lewis, D.: The amino acid requirements of the growing chick. 2. Growth and body composition of chicks fed on diets which the proportions of amino acids are well balanced. Br. Poultry Sci., 13: 465-474 (1972).
99. Hill, F. W. and Dansky, L. M.: Studies of the protein requirements of chickens and its relations to dietary energy level. Poultry Sci., 29: 763 (1950).
100. Hill, F. W. and Dansky, L. M.: Studies on the energy requirements of chickens. 1. The effect of dietary energy level on growth and feed consumption. Poultry Sci., 33: 112-119 (1954).
101. Hill, F. W.: The experimental basis of advances in efficiency of poultry nutrition. Fed. Proc., 23: 856-862 (1964).
102. Hirsch, J. and Han, P. W.: Cellularity of rat adipose tissue: effects of growth, starvation and obesity. J. Lip. Res., 10: 77-82 (1969).
103. Hirsch, J. and Knittle, J. L.: Cellularity of obese and non-obese human adipose tissue. Fed. Proc., 29: 1516-1521 (1970).
104. Hood, R. L. and Allen, C. E.: Cellularity of porcine adipose tissue: effects of growth and adiposity. J. Lip. Res., 18: 275-284 (1977).
105. Hood, R. L.: Effects of selection on lipogenesis and adipose tissue cellularity in the chicken. Poultry Sci., 59: 1621 (1981).
106. Hood, R. L.: The cellular basis of growth of the abdominal fat pad in broiler type chickens. Poultry Sci., 61: 117-121 (1982).
107. Hubbard, R. W. and Mathew, W. T.: Growth and lipolysis of rat adipose tissue: effect of age, body weight, and food intake. J. Lip. Res., 12: 286-293 (1971).
108. Hulan, H. W., Proudfoot, F. G., Ramey, D. and Moras, K. D.: Influence of genotype and diet on general performance and incidence of leg abnormalities of commercial broilers reared to roaster weight. Poultry Sci., 59: 748-757 (1980).
109. Hulan, H. W., Proudfoot, F. G. and Nash, D. M.: The effects of different dietary fat sources on general performance and carcass fatty acid composition of broiler chickens. Poultry Sci., 63: 324-332 (1984).

110. Hurwitz, S. M., Weisberg, U., Eisner, I., Bartov, G., Riesenfeld, M., Sharvit, A. and Bornstein, S.: The energy requirements and performance of growing chickens and turkeys as affected by environmental temperature. Poultry Sci., 59: 2290-2299 (1980).
111. Jaap, R. G., Renard, M. M. and Buckingham, R. D.: Dressed and eviscerated meat yields from chickens at twelve weeks of age. Poultry Sci., 29: 874-880 (1950).
112. Jackson, S., Summers, J. D. and Leason, S.: Effect of dietary protein and energy on broiler carcass composition and efficiency of nutrient utilization. Poultry Sci., 61: 3324-3331 (1982).
113. Janky, D. M., Riley, P. K. and Harms, R. H.: The effect of dietary energy level on dressing percentage of broilers. Poultry Sci., 55: 2388-2390 (1976).
114. Jones, S. D. M., Price, M. A. and Berg, R. T.: A review of carcass density, its measurements and relationship with bovine carcass fatness. J. Anim. Sci., 46: 1552-1558 (1978).
115. Junqueira, O. M., Soares, P. R., Fonseca, J. B., Silva, M. A. A. e Rostagno, H. S.: Níveis proteicos para frangos de corte em crescimento e engorda. Rev. Soc. Bras. Zoot., 6: 317-330 (1977).
116. Knittle, J. L. and Hirsch, J.: Effect of early nutrition on the development of rat epididymal fat pads: cellularity and metabolism. J. Clin. Invest., 47: 2091-2098 (1968).
117. Koreleski, J. and Rys, R.: Effect of reduced dietary protein and amino acid levels on the performance of broiler chickens. Feedstuffs, 51: 39-42 (1979).
118. Kubena, L. F., Lott, B. D., Deaton, J. W., Reece, F. N. and May, J. D.: Body composition of chickens influenced by environmental temperature and selected dietary factors. Poultry Sci., 51: 517-522 (1972).
119. Kubena, L. F., Chen, T. C., Deaton, J. W. and Reece, F. N.: Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 3. Dietary energy levels. Poultry Sci., 53: 974-978 (1974).
120. Leat, W. M. F. and Cox, R. W.: Fundamental aspects of adipose tissue growth. In: Growth in animals. T. L. J. Lawrence ed., Butterworths, London, :139-272 (1980).
121. Leclerc, E.: Adipose tissue metabolism and its control in

- birds. Poultry Sci., 63: 2044-2054 (1984).
122. Lei, K. Y. and Slinger, S. J.: Energy utilization in the chick in relation to certain environmental stress. Can. J. Anim. Sci., 50: 285-292 (1970).
123. Leong, J. C., Sunde, M. L., Bird, M. R. and Elvehjen, C. A.: Interrelationships among dietary energy, protein and amino acids for chickens. Poultry Sci., 38:1267-1285 (1959).
124. Lepore, F. D. and Marks, H. L.: Growth rate inheritance in Japanese quail: 4. Body composition following four generations of selection under different nutritional environments. Poultry Sci., 50: 1191-1193 (1971).
125. Laveille, G. A., O'Hea, E. L. and Charkaborty, K.: In vivo lipogenesis in the domestic chicken. Proc. Soc. Exptl. Biol. Med., 128: 398-402 (1968).
126. Laveille, G. A., Romsos, D. R., Yeh, Y. Y. and O'Hea, E. K.: Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of synthesis, influence of diet and possible regulatory mechanism. Poultry Sci., 54: 1075-1093 (1975).
127. Lewis, D.: Amino acid interactions in nutrition, specially between arginine and lysine. Biol. Inter. and Nutr., 15: 157-158 (1969).
128. Lewis, D.: Protein-energy interactions in broiler and turkey rations. Proc. Nutr. Conf. for Feed Manufacturers, 1978, University of Nottingham, Nottingham, 18-29 (1978).
129. Lima, F. R. e Uzu, G.: Nutricao de frangos de corte. Redução do nivel proteico durante o periodo de terminação. Efeitos sobre o desempenho e deposição de gordura abdominal. Memórias VII Congr. Latinoamericano de Avic., 1983, Camboriú, SC Ed. Uniao Bras. Avicultores, 412-429 (1983).
130. Lipstein, S., Bornstein, S. and Bartov, I.: The replacement of source of soybean meal by the first-limiting amino acid in practical broiler diets. 3. Effects of protein concentrations and amino acid supplementation in broiler finisher diets on fat deposition in the carcass. Br. Poultry Sci., 16: 626-635 (1975).
131. Lyn, C. Y., Frias, C. W. and Moran, E. T.: Genetic and environmental aspects of obesity in broilers. World's Poultry Sci. J., 36: 103-111 (1980).
132. Malone, G. W., Chaloupka, G. W., Merkley, J. and Littlefield

- L. M.: Evaluation of five commercial broiler crosses. 1. Growth and performance. Poultry Sci., 58: 509-515 (1979).
133. March, B. E. and Hansen, G.: Lipid accumulation and cell --- multiplication in adipose bodies in white leghorn and broiler type chicks. Poultry Sci., 56: 886-894 (1977).
134. Marion, J. E. and Woodroof, J. G.: Composition and stability of broiler carcasses as affected by dietary protein and fat. Poultry Sci., 45: 241-247 (1966).
135. McDonald, M. V. and Evans, R. J.: A simulation studies of --- the effects of dietary metabolizable energy on the economics of broiler production. Poultry Sci., 56: 997-1003 (1977).
136. McGinnis, C. H. and Quest, R.: Practical amino acid recom--- mendations for broilers. Feedstuffs, 51: 24-25 (1979).
137. McNally, E. H. and Spicknall, N. W.: The relation between fat content and specific gravity of dressed poultry. Poultry Sci., 29: 771 (1950).
138. Mendes, A. A.: Deposição de gordura abdominal em frangos de corte. Veterinaria Brasileira, 9: 4-5 (1981).
139. Mendes, A. A., Souza, J. L. G., Pezzato, L. E., Gomez, S. M. A. e Paricio, I. S.: Deposição de gordura abdominal em frangos de corte. 1. Efeito da linhagem e sexo. Memórias VII Congr. Bras. Avic., Recife, 1981. União Bras. Avicultores, Recife: 106-114 (1981).
140. Mendes, A. A.: Deposição de gordura abdominal em frangos de corte. 2. Efeito do nível de energia da ração. Rev. Soc. Bras. Zoot., 1984 (em preta).
141. Mendonça, C. X.: Efeito do peso do ovo sobre o crescimento de aves -gallus gallus (linnaeus, 1759) - especializadas para corte. Rendimento de carcaça. Tese de Doutorado. Fac. Med. Vet. e Zoot. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1972.
142. Mendonça, C. X.: Efeitos da idade e sexo sobre a energia metabolizável em frangos de corte submetidos a rações contendo diferentes níveis energéticos. Desempenho e rendimentos. Tese de Livre Docência. Fac. Med. Vet. e Zoot. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1980.
143. Merkley, J. W., Littlefield, L. H. and Chaloupka, G. W.: Abdominal fat, skin and subcutaneous fat from six broiler strains raised on the floor and in coops. Poultry Sci., 52: 2064 (1973).
144. Miller, R.: Balance de aminoácidos, nutrición en épocas de

calor. Energía el límite del comportamiento. Memorias III Reunion Proteína Aminoácidos. México. Ed. Farmex S. A. 1980.

145. Mirosh, L. W., Becker, W. A., Spencer, J. V. and Verstrate, J. A.: Prediction of abdominal fat in live broiler chickens. Poultry Sci., 59: 945-950 (1980).
146. Mitchell, H. H., Card, L. E. and Hamilton, T. S.: The growth of White Plymouth Rock chickens. Bull. 278, Univ. Illinois Agric. Exp. Sta., University of Illinois, Urbana, 1926.
147. Mollison, B., Gunter, W. and Boycott, B. R.: Abdominal fat deposition and sudden death syndrome in broilers: The effects of restricted intakes, early life caloric (fat) restriction and calories:protein ratio. Poultry Sci., 63: 1190-1200 (1984).
148. Moran, E. T., Summers, J. D. and Orr, H. L.: Back fat, quantitative measure of broiler carcass finish technique, correlation with grade and effect of dietary caloric density. Food Technol., 22: 67-70 (1968).
149. Moran, E. T. and Orr, H. L.: A characterization of the chicken broiler as a function of sex and age: live performance, processing, grade and cooking yields. Food Technol. 23: 1077-1084 (1969).
150. Moran, E. T., Orr, R. L. and Larmond, E.: Dressing grading and meat yields with broiler chicken breed. Food Technol., 24: 73-78 (1970).
151. Moran, E. T.: Amino acid adequacy and carcass quality. Proc. Arkansas Feed Formula Conf., 1971, Arkansas, 38-47 (1971).
152. Moran, E. T.: Broiler carcass finish: alteration with nutrition, egg source and chick management. Proc. 1976 Maryland Nutr. Conf., Maryland, p.44, 1976.
153. Moran, E. T.: Carcass quality changes with the broiler chicken after dietary protein restriction during the growing phase and finishing period compensatory growth. Poultry Sci., 58: 1257-1270 (1979).
154. Moran, E. T.: Early protein restriction of the broiler and carcass quality upon later marketing. Poultry Sci., 59: 378-382 (1980).
155. Moran, E. T.: Producing small turkey in 1969 and 1979. Performance carcass, quality and yields of commercial strains. Poultry Sci., 60: 713-722 (1981).

156. Moran, E. T.: Successfully formulating low energy, low protein feeds for high performance fowl. Feedstuffs, 53: 27-28 (1981).
157. Nakhata, N. and Anderson, J. O.: Describing the relation between dietary protein and energy levels and chick performance by mathematical equations. Poultry Sci., 61: 891-897 (1982).
158. National Research Council: Nutrient requirements of poultry. 5th ed. National Academy of Sciences, Washington D. C., 1966
159. National Research Council: Nutrient requirements of poultry. 6th ed. National Academy of Sciences, Washington, DC., 1971.
160. National Research Council: Nutrient requirements of poultry. 7th ed. National Academy of Sciences. Washington D. C., 1977
161. Nelson, T. S., Young, R. J., Brandfield, R. S., Anderson, J. B., Norris, L. C., Hill, F. W. and Scott, M. L.: Studies on the sulfur amino acids requirements of the chick. Poultry Sci., 39: 308-314 (1960).
162. Niankoy, K. R.: Estudio con diferentes niveles de energía en dietas para pollos de engorda. Tesis de Maestría. Fac. Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F., 1978.
163. North, M. O.: Commercial chicken production manual. 2th ed. The Avian Publ. Co., Westport, Conn., 1978.
164. O'Hea, E. K. and Leveille, G. A.: Significance of adipose tissue and liver as sites of fatty acid synthesis in the pig and efficiency of utilization of various substrates for lipogenesis. J. Nutr., 99: 330-344 (1969).
165. Oliveira, B. L.: Criação de frangos de corte com separação de sexos e diferentes níveis proteicos. Tese de Mestrado. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG., 1975.
166. Olson, D. W., Sunde, M. L. and Bird, H. R.: The effect of temperature on metabolizable energy determination and utilization by the growing chick. Poultry Sci., 51: 1915-1922 (1972).
167. Omolu, J. M. and Offiong, S. A.: The effects of different protein and energy levels and time of change from starter to finisher ration on the performance of broiler chickens in the tropics. Poultry Sci., 59: 828-835 (1980).

168. O'Neill, S. J., Bainave, D. and Jackson, N.: The influence of feathering and environmental temperature on the heat production and efficiency of utilization of metabolizable energy by the mature cockerel. J. Agric. Sci., 77: 293-305 (1961).
169. Orr, H. L.: Effect of strain, sex and diet on dressing percentage and cooking meat yields of 10 week old broiler. Poultry Sci., 34: 1093-1097 (1955).
170. Parsons, C. M. and Baker, D. H.: Effect of dietary protein level and monensin on performance of chicks. Poultry Sci., 61: 2083-2088 (1982).
171. Pearson, A. M., Purchas, R. W. and Reineke, E. P.: Theory and potencial usefulness of body density as a predictor of body composition. in: Body composition in animals and man. Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C.. 153-169 (1968).
172. Pesti, G. M., Harper, A. E. and Sunde, M. L.: Sulfur amino acid and methyl donor status of corn-soy diets fed to starting broiler chicks and turkeys poults. Poultry Sci., 58: 1541-1547 (1979).
173. Pesti, G. M.: Characterization of the response of male broiler chickens to diets of various protein and energy contents. Br. Poultry Sci., 23: 527-537 (1982).
174. Pesti, G. M. and Howart, B.: Effects of population density on the growth, organ weights, and plasma corticosterone of young broiler chicks. Poultry Sci., 62: 1080-1083 (1983).
175. Pesti, G. M., Whiting, T. S. and Jensen, L. S.: The effect of crumbling on the relationship between dietary density and chick growth, feed efficiency and abdominal fat pad weights. Poultry Sci., 62: 490-494 (1983).
176. Pezzato, L. E., Mendes, A. A., Souza, J. L. G., Garcia, L. E. e Meira, A. S. A.: Rendimento de carcaça de frangos de corte. I. efeito da linhagem e sexo. Memorias VII Congr. Bras. Avic. Recife, 1981 Ed. Uniao Brasileira de Avicultores Recife, 148-156 (1981).
177. Pfaff, F. E. and Austic, R. E.: Influence of diets on the development of the abdominal fat pad in the pullet. J. Nutr. 106: 443-450 (1976).
178. Playnik, I. and Hurwitz, S.: Organ weights and body composition in the chickens as related to the energy and amino acid requirements: effect of strain, sex and age. Poultry Sci.,

62: 152-163 (1982).

179. Potter, L. M., Matterson, L. D., Carlson, D. and Singsen, E. P.: Studies on the effect of varying protein levels and calorie-protein ratios in poultry rations on growth and feed efficiency. Foultry Sci., 35: 1165 (1956).
180. Prestes, P. J. O., Oliveira, S. C., Trindade, D. S., Muller, S., Oliveira, W. M., Quadros, A. F. F. e Cavalheiro, A. C. L.: Comparação entre raças para frangos de corte mais vendidas no Rio Grande do Sul. II. Análises químicas das raças. Pesq. Agropec. Bras., 6: 5-13 (1971).
181. Preston, R. L., Vance, R. D., Cahill, V. R. and Kock, S. W.: Carcass specific gravity and carcass composition in cattle and the effect of bone proportionality on this relationship. J. Anim. Sci., 38: 47-51 (1974).
182. Proudfoot, F. G.: Effects of broiler performance of a single generation of sire selection for body weight at eight weeks of age from two commercial parental genotypes reared in six dietary treatments. Can. J. Anim. Sci., 53: 381-388 (1973).
183. Proudfoot, F. G. and Hulan, H. W.: The interrelated effects of feeding diet combinations with different protein and energy levels to males and females of commercial broiler genotypes. Can. J. Ani. Sci., 58: 391-398 (1978).
184. Pyn, R. and Solvyns, R.: Selection of feed conversion in broilers. Body composition of birds selected for increased body weight and feed conversion ratio. Brit. Poultry Sci., 20: 187-193 (1979).
185. Rand, N. T., Scott, H. M. and Kumerow, F. A.: Dietary fat in the nutrition of the growing chick. Poultry Sci., 37: 1075-1085 (1958).
186. Ranganathan, M., Arumugan, M. P. and Natarajan, R.: A study on the dressing of Rhode Island Red, White Leghorn and Desi Cockerels. Indian Vet. J., 44: 956-961 (1967).
187. Reddy, C. V., Jensen, L. S., Merrill, L. H. and McGinnis, J.: Influence of mechanical alteration of dietary density on energy available for chick growth. J. Nutr., 77: 428-432 (1962).
188. Resende, J. A. A., Rostagno, H. S., Fonseca, J. B., Costa, P. M. A. e Soares, P. R.: Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina em raças de frangos submetidos a regime de alta temperatura. III. fase de acabamento. Rev. Bras. Zoot., 9: 125-141 (1980).

189. Ricard, F. H.: Etude de la variabilite genetique de quelques characteristics de carcasses en vue de selections un poulet de qualite. Proc. 1st World Conf. Genet. Appl. Livest. Prod. 931-940 (1974).
190. Rice, J. E. and Botsford, H. E.: Practical poultry management. 6th ed., John Wiley, New York, 19 .
191. Robertson, E. T., Miller, R. F. and Heuser, G. F.: The relation of energy to fiber in chick rations. Poultry Sci., 27: 736 (1948).
192. Robbins, K. R.: Effects of sex, breed, dietary energy level, energy source and calories:protein ratio on performance and energy utilization by broiler chicks. Poultry Sci., 60: 2306-2315 (1981).
193. Rosemberg, H. R. and Baldini, J. T.: Effects of dietary protein level on the methionine:energy relationship in broiler diets. Poultry Sci., 36: 244-252 (1957).
194. Ross, E. and Harms, R. H.: The response of chicks to sodium sulfate supplementation of corn-soy diet. Poultry Sci., 49: 1605-1610 (1970).
195. Roush, W. E.: A investigation of protein levels for broiler starter and finisher rations and time of ration change by response surface methodology. Poultry Sci., 62: 110-116 (1982).
196. Sadagopan, V. R., Bose, S. and Pal, K. K.: Studies on determination of optimum metabolizable energy:protein ratio of poultry ration for growth and feed efficiency in White Leghorn birds. Indian Vet. J., 48: 614-624 (1971).
197. Salmon, W. P.: The significance of amino acid imbalance in nutrition. Am. J. Clin. Nutr., 6: 487-494 (1958).
198. Salmon, R. E., Gardiner, E. E., Klein, K. K. and Larmond, E.: Effect of canola (low glucosinolate rapessed) meal, protein and nutrient density on performance, carcass grade and meat yield and of canola meal on sensory quality of broilers. Poultry Sci., 60: 2519-2528 (1981).
199. Salmon, R. E., Classen, H. L. and McMillan, R. K.: Effect of starter and finisher protein on performance, carcass grade and meat yield of broilers. Poultry Sci., 62: 837-845 (1983).
200. Santoianni, P. and Ayala, M.: Fluorometric ultramicroanalysis of Deoxyribonucleic acid in human tissues. J. Inv. Derr-

matology, 45: 99-103 (1965).

201. SAS Institute: Statistical Analysis System User's Guide. SAS Institute, Raleigh, NC., 1979.
202. Schwartz, H. G., Taylor, M. W. and Fisher, H.: The effect of dietary concentration and age on lysine requirements of growing chicks. J. Nutr., 65: 25-37 (1958).
203. Schwartzberg, N., Adams, R. L. and Stadelman, W. J.: Correlation of fat thickness probe to actual weight of broiler fat pad. Poultry Sci., 59: 1659 (1981).
204. Scott, H. M., Matterson, L. D. and Singsen, E. P.: Nutritional factors influencing growth and efficiency of feed utilization. 1. The effect of the source of the carbohydrates. Poultry Sci., 26: 554-560 (1947).
205. Scott, H. M. and Forbes, R. M.: The arginine requirements of chicks in relation to diet composition. Poultry Sci., 37: 1347-1349 (1958).
206. Scott, M. L., Nesheim, M. C. and Young, R. C.: Nutrition of the chicken. 2nd ed. M. L. Scott and Associates. Ithaca, NY, 1976.
207. Seaton, K. W., Thomas, O. P., Gous, R. M. and Bossard, E. H.: The effect of diet on liver glycogen and body composition in the chick. Poultry Sci., 57: 692-698 (1978).
208. Sekiz, S. S., Scott, M. L. and Nesheim, M. C.: The effect of methionine deficiency on body weight, feed and energy utilization in chick. Poultry Sci., 54: 1184-1188 (1975).
209. Sibbald, I. R. and Slinger, S. J.: The effect of breed, sex, arsenical and nutrient density on the utilization of dietary energy. Poultry Sci., 42: 1325-1332 (1963).
210. Silva, P. C.: Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina em raças de frangos de corte no período de 43 a 56 dias de idade. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG., 1982.
211. Silva, P. C.: Nutrição proteica de frangos de corte. Memórias Simposio sobre Produção Animal. Ed. Fundação Cargill, Piracicaba, SP.: 204-209, 1982.
212. Skaller, F.: Methods to maximize a broiler grower's net income. Proc. 1969 Austr. Poultry Sci. Conf., p: 473, 1969.

213. Slinger, S. J., Sibbald, I. R. and Pepper, W. F.: The relative abilities of two breeds of chicks and two varieties of turkeys to metabolize dietary energy and dietary nitrogen. Poultry Sci., 43: 329-333 (1964).
214. Smidt, M. J., Formica, S. D. and Fritz, J. C.: Effect of fasting prior to slaughter on yield of broilers. Poultry Sci., 43: 931-934 (1964).
215. Souza, J. L. G., Mendes, A. A., Ribeiro, U. F. F., Silveira, A. C. e Ramos, A. A.: Deposição de gordura abdominal em frangos de corte. Memórias X Jornada Científica de Botucatu, Ed. Assoc. Docentes da UNESP, Botucatu, 1981, p.16 (1981).
216. Spring, J. L. and Wilkinson, W. S.: The influence of dietary protein and energy level on body composition of broilers. Poultry Sci., 36: 1159 (1957).
217. Stots, C. E. and Darrow, M. I.: Yields of edible meat from Cornish crossbreeds and purebred broilers. Poultry Sci., 32: 145-150 (1953).
218. Stewart, F. A. and Washburn, W. S.: Use of fat probe to assess differences in abdominal fat. Poultry Sci., 60: 1609 (1981).
219. Summers, J. D. and Fisher, H.: Net protein values for the growing chicken as determined by carcass analysis: Exploration of the method. J. Nutr., 75: 435-442 (1961).
220. Summers, J. D., Slinger, S. J. and Ashton, G. C.: The effect of dietary energy and protein on carcass composition with a note for estimating carcass composition. Poultry Sci., 34: 501-509 (1965).
221. Summers, J. D.: Poultry feed formulas. Univ. of Guelph, Ontario, Canada, 1972.
222. Summers, J. D. and Leesson, S.: Poultry nutrition handbook. Ed. Min. Agric. Food. Toronto, Ontario, 1977.
223. Sunde, M. L.: A relationship between protein level and energy level in chick rations. Poultry Sci., 35: 350-354 (1956).
224. Swanson, M. H., Carlson, C. W. and Fry, J. L.: Factors affecting poultry meat yields. Stn. Bull. Minn. Agric. Exp. Sta. (476): 1-36 (1964).
225. Tadle, J., Lewis, M. N., Weinter, A. R. and Jaap, R. J.: Cooked edible meat in parts of chickens. 1. Broilers. J. Am. Diet. Ass., 31: 597-600 (1955).

226. Taylor, M. H. and Shaffner, C. S.: The relation on ether extract and moisture in eviscerated broilers. Poultry Sci., 54: 663-666 (1975).
227. Thomas, C. E., Glazener, W. and Blow, W. L.: The relationship between feed conversion and ether extract of broilers. Poultry Sci., 37: 1177-1179 (1958).
228. Twining, P. W., Thomas, O. P., Bossard, E. H. and Nicholson, J. L.: The available lysine requirement of 7-9 week old male broiler chicks. Poultry Sci., 52: 2280-2286 (1973).
229. Twining, P. W., Thomas, O. P., Bossard, E. H. and Nicholson, J. L.: The effect of amino acid and protein level on body composition of 8 1/2 week broilers. Proc. Maryland Nutr. --- Conf., 1974, Maryland : 89-95 (1974).
230. Twining, P. W., Thomas, O. P. and Bossard, E. H.: Effect of diet and type of birds on the carcass composition of broilers at 28, 49 and 59 days of age. Poultry Sci., 57:491-497 (1978).
231. Tzvetanov, I., Bacalao, N., Puig, M, Gonzalez, E. y Pedroso, H.: Estudio de alimentación de pollos de ceba con dietas de diferentes niveles de energía y proteína. Rev. Cubana Cien. Avícola, 3: 1-21 (1976).
232. Tzvetanov, I., Bacalao, N., Puig, M., Popov, A. y Pedroso, H.: El requerimiento de energía y sus fuentes para las aves. Rev. Avicultura, 24: 63-78 (1980).
233. Velu, J. G., Baker, D. H. and Scott, H. M.: Amino acid balance and body compositions changes in the young chick. Poultry Sci., 49: 1448 (1970).
234. Velu, J. G., Baker, D. H. and Scott, H. M.: Body composition of chicks fed complete or incomplete amino acid mixtures. Poultry Sci., 51: 938-940 (1972).
235. Vermersch, I. G. and Vanschourbroek, F.: The quantification of the effect of increasing levels of various fats on body weight gain, efficiency of feed conversion and food intake of growing chicks. Brit. Poultry Sci., 9: 13-30 (1968).
236. Verstrate, J. A., Spencer, J. V., Mirosh, L. W. and Becker, W. A.: A comparison of methods for determining the fat content of broiler carcasses. Poultry Sci., 59: 298-302 (1980).
237. Waldroup, P. W.: Controlling feed intake of broilers. Proc. 1972 Arkansas Formula feed Conf., University of Arkansas,

p.5 (1972).

238. Waldroup, F. W., Mitchell, R. J., Paume, J. R. and Johnson, Z. B.: Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. Poultry Sci., 55: 130-145 (1976).
239. Waldroup, F. W., Mitchell, R. J., Paine, J. R. and Hazen, K. K.: Performance of chicks fed diets formulated to minimize excess levels of essential amino acids. Poultry Sci., 55: 243-253 (1976).
240. Weeler, K. B. and Latshaw, J. D.: Sulfur amino acid requirement and interactions in broiler during two growth periods. Poultry Sci., 60: 228-236 (1981).
241. Young, R. J. and Manoukas, A. G.: Protein and energy levels for cage and floor reared pullets. Proc. 1969 Cornell Nutr. Conf., p: 87-90. 1969.

238

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

8. APENDICE

CUADRO 57.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS DEL EXPERIMENTO 3

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GAN. PESO		CONS. ALIM.		ALIM. CONV.		ALIM.		CONS. ENERGIA		CONS. PROTEINA		EFIC. ENERG.		EFIC. PROT.		GAN. ECONOMICA			
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
TRATAMIENTOS	5	3298.32	0.51	10544.32	0.62	0.0684	0.40	299998.62	0.11	4450.56	0.001	0.1206	0.19	0.00130	0.012	10302200.13	0.67				
ENERGIA	(1)	982.72	0.61	11200.05	0.40	0.0164	0.14	1136037.55	0.01	419.53	0.40	0.3749	0.03	0.00069	0.13	19265493.55	0.29				
PROTEINA	(2)	6563.72	0.21	19335.38	0.30	0.0737	0.41	170868.22	0.41	10857.95	0.0001	0.0695	0.46	0.00272	0.002	6014730.66	0.68				
LÍNEAL	1	12416.33	0.06	32136.75	0.13	0.0038	0.50	263976.33	0.23	21513.80	0.0001	0.0372	0.52	0.00504	0.0009	2665861.33	0.68				
CUADRÁTICO	1	711.11	0.64	6534.02	0.48	0.0109	0.26	57760.11	0.58	202.11	0.52	0.1018	0.29	0.00040	0.35	9363599.99	0.44				
E x P	(2)	1190.72	0.73	2900.77	0.90	0.0459	0.56	10109.55	0.92	58.69	0.90	0.0447	0.53	0.00019	0.51	10108022.35	0.55				
ERROR	12	3715.27		14828.94		0.0768		133208.33		557.11		0.0687		0.00027		16158585.27					

C.V. (%)	4.48	3.73	3.64	3.72	3.80	3.63	3.64	6.98
PROM. GENERAL	1358.05	3263.05	2.40	9766.22	620.29	7.21	0.45	57580.00
D.E.	60.95	121.97	0.08	364.97	23.60	0.26	0.01	4019.77

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

CUADRO 58.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LOS PORCENTAJES DE GRASA  
 ABDOMINAL, CANAL "TIPO MERCADO" Y CANAL  
 EVISCERADA (EXPERIMENTO 3)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GRASA ABDOM.		CAN. MERC.		CAN. EVISC.	
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
TRATAMIENTOS	11	0.33074	0.02	0.55913	0.14	0.86192	0.013
ENERGIA	(1)	0.16402	0.26	0.01246	0.84	1.33017	0.04
PROTEINA	(2)	0.64215	0.02	0.87068	0.11	0.59093	0.29
LINEAL	1	1.08375	0.01	0.88550	0.13	0.61120	0.26
CUADRATICO	1	0.20055	0.27	0.85586	0.14	0.57066	0.27
SEXO	(1)	1.72922	0.001	0.04066	0.73	5.58534	0.0002
E x P	(2)	0.00542	0.95	0.81446	0.11	0.12861	0.65
E x S	(1)	0.04202	0.56	0.05522	0.68	0.05601	0.66
P x S	(2)	0.09025	0.49	1.06795	0.06	0.02800	0.19
E x P x S	(2)	0.11360	0.41	0.02679	0.46	0.01908	0.93
ERROR	24	0.12571		0.33773		0.29451	
C.V. (%)		12.74		0.66		0.73	
PROM. GENERAL		2.78		87.80		73.51	
D.E.		0.35		0.58		0.54	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 59.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS DEL EXPERIMENTO 4

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GAN. PESO		CONS. ALIM.		CONV. ALIM.		CONS. ENERGIA		CONS. PROT.		EFIC. ENERG.		EFIC. PROT.		GAN. ECON.			
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
ENERGIA	4	4938.93	0.36	76628.06	0.06	0.1670	0.014	25392.38	0.97	105.74	0.97	0.20482	0.58	0.00085	0.58	13.992	0.67		
LINEAL	(1)	18056.58	0.04	299600.13	0.002	0.6539	0.0003	28508.50	0.70	118.51	0.70	0.73128	0.10	0.00304	0.10	16.249	0.38		
CUADRATICO	(1)	1070.09	0.58	192.85	0.92	0.0070	0.61	13122.86	0.79	56.87	0.78	0.02195	0.76	0.00008	0.76	34.597	0.21		
RESIDUO	(2)	314.55		3359.63		0.0036		29959.12		123.79		0.03302		0.00013		2.562			
ERROR	10	4100.50		23815.46		0.0313		214261.04		894.19		0.27448		0.00114		23.806			
C.V. (%)		5.49		4.86		6.21		4.67		4.67		6.14		6.14		12.02			
PROB. GENERAL		1165.53		3309.26		2.84		639.12		9907.81		8.52		0.54		40.57			
D.E.		64.03		154.32		0.17		29.90		463.53		0.52		0.03		4.87			

CUADRO 60.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LOS PORCENTAJES DE GRASA  
ABDOMINAL, CANAL "TIPO MERCADO" Y CANAL  
EVISSERADA (EXPERIMENTO 4)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GRASA ABDOM.		CAN. MERC.		CAN. EVISC.	
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
ENERGIA	4	0.2006	0.03	1.2517	0.25	0.1180	0.97
LINEAL	(1)	0.7715	0.016	2.0313	0.14	0.1344	0.75
CUADRATICO	(1)	0.0032	0.87	0.9093	0.33	0.2283	0.68
RESIDUO	(2)	0.0139		1.0330		0.0547	
SEXO	1	1.7632	0.0001	2.2852	0.11	12.0586	0.002
E x S	4	0.0378	0.66	0.8272	0.44	0.9442	0.47
ERROR <sup>a</sup>	20	0.0632		0.8581		1.0274	
C.V. (%)		12.62		1.06		1.37	
PROM. GENERAL		1.99		86.76		73.88	
D.E.		0.25		0.92		1.01	

CUADRO 61.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LAS CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DEL EXPERIMENTO 5

FUENTE DE VARIACION	GAN. PESO		CONS. ALIM.		CONV. ALIM.		ENERGIA		CONS. PROT. EFIC. ENERG.		EFIC. PROT. GAN. ECON.						
	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.					
ENERGIA	4	5977.10	0.15	67913.93	0.13	0.1021	0.02	118067.68	0.77	2716.55	0.13	0.1796	0.51	0.0548	0.015	17.943	0.49
LINEAL	(1)	10610.70	0.07	240307.50	0.012	0.3474	0.001	205294.49	0.38	9612.30	0.012	0.1146	0.45	0.1884	0.001	26.256	0.31
CUADRATICO	(1)	9480.02	0.07	421.16	0.90	0.0287	0.27	178.97	0.97	16.84	0.90	0.3266	0.21	0.0125	0.22	26.604	0.25
RESIDUO	(2)	3817.68		15463.53		0.0162		133398.63		618.54		0.1387		0.0059		12.459	
ERROR	10	2642.73		30404.46		0.0229		270560.73		1216.17		0.2053		0.0105		19.839	
C.V. (%)		4.01		4.97		5.72		4.95		4.97		5.72		5.40		8.95	
FRON. GENERAL		1328.53		3507.80		2.64		10505.50		701.56		7.91		0.52		49.72	
D.E.		53.31		174.36		0.15		520.15		34.87		0.45		0.02		4.45	

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 82.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA Y DE LOS PORCENTAJES DE GRASA ABDOMINAL, CANAL "TIPO MERCADO", CANAL EVISCERADA, HUMEDAD, PROTEINA, GRASA Y CENIZAS DE LA CANAL

(EXPERIMENTO 5)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	GRASA ABDOM.		GRAV. ESPEC.		CAN. MERC.		CAN. EVISC.		HUMEDAD		PROTEINA		GRASA		CENIZAS	
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
ENERGIA	4	0.2848	0.03	0.000049	0.02	8.748	0.44	17.596	0.51	28.859	0.06	14.130	0.44	13.872	0.57	0.4612	0.88
LINEAL	(1)	1.0969	0.008	0.000053	0.07	0.190	0.90	3.389	0.66	38.941	0.07	53.732	0.05	47.152	0.11	0.8908	0.47
CUADRATICO	(1)	0.0149	0.74	0.000038	0.09	10.420	0.37	39.790	0.14	40.336	0.07	0.852	0.79	8.190	0.50	0.7562	0.47
RESIDUO	(2)	0.0276		0.000042		12.190		13.603		36.167		1.937		0.144		0.198	
SEXO	1	1.6775	0.0003	0.000063	0.04	101.014	0.003	9.372	0.45	48.336	0.04	16.250	0.30	48.209	0.12	4.3940	0.12
E X S	4	0.0449	0.72	0.000003	0.90	8.241		5.400	0.51	10.230	0.45	9.467	0.62	16.386	0.49	0.4105	0.90
ERROR	20	0.0261		0.000013		9.074		21.024		10.818		12.762		18.698		1.8651	

C.V. (%)	11.46	0.35	3.48	7.16	5.57	8.26	15.20
PROM. GENERAL	2.56	1.0458	86.37	63.95	59.01.	45.97	40.30
D.E.	0.29	0.0037	3.01	4.58	3.28	3.79	4.32

CUADRO 53.

ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LOS RENDIMIENTOS DE LAS PORCIONES DE LA CANAL (EXPERIMENTO 5)

FUENTE DE VARIACION LIBERTAD	PECHUGA		MUS. +PIERNAS		RABADILLA		ALAS		CUELLO		PATAS		HIGADO		MOLLEJA		CORAZON		
	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	
ENERGIA	4	1.7600	0.69	1.5572	0.63	5.048	0.15	0.0442	0.97	0.1698	0.36	0.0244	0.96	0.125	0.23	0.0186	0.89	0.0076	0.30
LÍNEAL	(1)	1.1045	0.51	0.1506	0.80	0.149	0.81	0.0500	0.69	0.1420	0.38	0.0493	0.60	0.072	0.78	0.0014	0.86	0.0012	0.63
CUADRÁTICO	(1)	5.0467	0.17	0.8186	0.55	4.851	0.18	0.0841	0.61	0.0755	0.52	0.0450	0.61	0.365	0.06	0.0309	0.49	0.0209	0.06
RESIDUO	(2)	0.4444		2.6298		7.596		0.0213		0.2309		0.0017		0.063		0.0210		0.0041	245
SEXO	1	0.1908	0.80	4.8412	0.17	1.213	0.51	0.0175	0.83	0.6751	0.04	0.9660	0.03	0.485	0.02	0.0729	0.31	0.0017	0.59
E x S	4	1.3565	0.78	1.2692	0.71	0.308	0.97	0.1546	0.82	0.2232	0.24	0.0592	0.85	0.104	0.31	0.0739	0.38	0.0032	0.69
ERROR	20	3.1510		2.3894		2.729		0.4066		0.1494		0.1800		0.683		0.0678		0.0059	

C.V. (%)	9.85	7.73	9.66	7.73	8.27	9.85	12.77	9.76	11.93
FORM. GENERAL	18.01	19.98	17.09	8.24	4.67	4.30	2.25	2.66	0.64
D.E.	1.77	1.54	1.65	0.63	0.38	0.42	0.28	0.26	0.07

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 64.

ANALISIS DE LA VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS  
PRODUCTIVAS DEL EXPERIMENTO 6

F. U.	G.L.	1 a 14		1 a 35		36 a 56		1 a 56	
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
GANANCIA DE PESO									
TRATAM.	1	123.57	0.12	3266.66	0.21	1536.00	0.42	9282.66	0.003
ERROR	4	32.25		1498.97		1943.83		226.85	
CONSUMO DE ALIMENTO									
TRATAM.	1	2833.59	0.02	51040.08	0.13	14504.16	0.45	119960.93	0.14
ERROR	4	997.28		14699.95		21718.66		36897.17	
CONVERSION ALIMENTICIA									
TRATAM.	1	0.0924	0.04	0.0936	0.06	0.0837	0.08	0.0895	0.03
ERROR	4	0.0103		0.0142		0.0168		0.0087	
CONSUMO DE ENERGIA									
TRATAM.	1	675.34	0.60	7715.35	0.81	451552.70	0.21	345600.00	0.35
ERROR	4	2117.96		129617.95		210187.30		315447.30	
CONSUMO DE PROTEINA									
TRATAM.	1	149.89	0.02	2700.02	0.13	580.16	0.45	5783.35	0.13
ERROR	4	13.18		777.66		868.74		1628.38	
EFICIENCIA ENERGETICA									
TRATAM.	1	0.1198	0.30	0.1250	0.36	0.1080	0.45	0.0005	0.84
ERROR	4	0.0874		0.1204		0.1510		0.0075	
EFICIENCIA PROTEICA									
TRATAM.	1	0.0048	0.04	0.0049	0.06	0.0033	0.08	0.0041	0.03
ERROR	4	0.0005		0.0007		0.0006		0.0003	
GANANCIA ECONOMICA POR KILO DE CARNE PRODUCIDA									
TRATAM.	1	0.0749	0.71	2.8260	0.62	16.4125	0.15	5.6176	0.45
ERROR	4	0.4864		9.9439		5.2630		8.3346	

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUADRO 65.

ANALISIS DE LA VARIANZA DEL PORCENTAJE DE GRASA  
 ABDOMINAL Y CONTENIDO DE LIPIDOS Y DNA  
 EN EL TEJIDO ADIPOSEO RETROPERITONEAL  
 (EXPERIMENTO 6)

F.V.	G.L.	GR. ABDOM.		LIPIDOS		DNA		LIP./DNA		DNA/PV	
		CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.	CM	SIG.
ENERGIA	1	0.2977	*	68.4	**	235755.6	NS	12.0	**	0.01	NS
EDAD	2	1.1836	**	2179.7	**	1417875.1	**	53.0	**	0.27	NS
LINEAL (1)		2.1851	**	4331.1	**	2737771.7	**	102.3	**	0.12	NS
CUADR. (1)		0.1821	NS	28.3	NS	97978.5	NS	3.7	NS	0.42	NS
E x E	2	0.1016	NS	26.9	NS	128082.9	NS	8.7	*	0.08	NS
ERROR	12	0.0508		6.0		221889.7		1.2		0.10	
C.V. (%)		15.70		12.5		22.1		14.4		18.16	

\* = (P&lt;0.05)

\*\* = (P&lt;0.01)

NS = (P&gt;0.05)

CUADRO 66.

PESO VIVO (g) DE LAS AVES MUESTRADAS PARA LAS  
 DETERMINACIONES EN LA CANAL, EN EL EXPERIMENTO 3 <sup>(a)</sup>

NIVEL DE ENRGA	SEXO	NIVEL DE PROTEINA			
		20	19	18	PROMEDIOS
2900	MACHOS	2018	2093	1986	2031
	HEMBRAS	1789	1715	1735	1746
	PROM.	1907	1890	1860	1866
3100	MACHOS	2110	1938	2049	2030
	HEMBRAS	1791	1863	1846	1884
	PROM.	1943	1863	1846	1884
POROMEDIOS/NIVEL DE PROTEINA		1925	1877	1853	

a - N= 36 aves/tratamiento (18 machos y 18 hembras)

b - Promedios por sexo: M = 2030 g y H = 1745 g

CUADRO 67.

PESO VIVO (g) DE LAS AVES MUESTRADAS PARA LAS  
DETERMINACIONES EN LA CANAL, EN LOS  
EXPERIMENTOS 4 Y 5

NIVEL DE ENERGIA	EXPERIMENTO 4 (a)			EXPERIMENTO 5 (a)		
	MACHOS	HEMBRAS	PROM.	MACHOS	HEMBRAS	PROM.
2800	1970	1617	1776	2074	1798	1934
2900	1972	1613	1803	2031	1780	1909
3000	2004	1697	1855	2051	1795	1925
3100	2020	1683	1844	1990	1813	1905
3200	2036	1737	1874	2161	1864	2015
PROMEDIOS POR SEXO	2000	1671		2061	1810	

a- N=42 aves/tratamiento (21 machos y 21 hembras)