

1575

**ALIMENTACION DE PONEDORAS CON DIETAS DE  
ALTA, MEDIA Y BAJA DENSIDAD ENERGETICA**

**T E S I S**

Presentada al Programa de Estudios para Graduados en  
Ciencias Agrarias Universidad Nacional - Instituto  
Colombiano Agropecuario - ICA

**P O R**

**HENRY BONILLA ENCISO**

Como requisito parcial para optar al título de

**MAGISTER SCIENTIAE**

Bogotá - Colombia

1976

1134

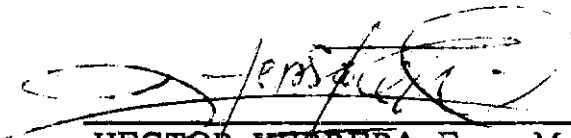
1000

TESIS APROBADA POR  
COMITE CONSEJERO:


Presidente de Tesis

  
MARIO RENDO H., M.S.

Profesor Consejero

  
HECTOR HERRERA E. M.S.

Profesor Consejero

  
ALBERTO MONCADA B. M.S.

" El Presidente de Tesis, El Comité de Tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el autor "

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional )

D E D I C O :

Con especial reconocimiento a

MARIA LUISA

## AGRADECIMIENTOS

Mis expresiones de gratitud al Dr. MARIO RENDON HOYOS, Presidente de Tesis y Consejero Principal, quien con su decidida orientación y permanente consejo hizo posible la realización de este trabajo.

Hago extensivos mis agradecimientos a los doctores Fernando Forero, Héctor Herrera y Hector Alvarez por su colaboración.

## CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y METODOS	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION	28
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	38
SUMMARY	41
BIBLIOGRAFIA	44
APENDICE	57

## LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Dietas utilizadas. Cantidades expresadas como porcentaje	58
TABLA 2. Composición de la premezcla de vitaminas y minerales. Cantidades para una tonelada de alimento.	59
TABLA 3. Distribución de la energía. Valores relativos.	60
TABLA 4. Consumo diario de energía, proteína y fibra.	61
TABLA 5. Comportamiento en peso de ponedoras semipesadas adultas alimentadas a voluntad con dietas de alta, media y baja densidad energética.	62

	Página
TABLA 6. Consumo de alimento, energía y proteína en aves semipesadas.	63
TABLA 7. Eficiencia en la producción de huevos de aves semipesadas alimentadas a voluntad con dietas de alta, media y baja densidad energética.	64
TABLA 8. Análisis económico.	65

## 1. INTRODUCCION

Las grasas son utilizadas en alimentos para aves principalmente por su contenido energético, aunque también son de gran valor como ayuda en peletizado para mejorar la estructura de las dietas y como fuente de ácidos grasos esenciales.

Aunque la utilización de grasas en el panorama avícola nacional está restringido por su aparente alto costo, la única forma de aumentar la densidad energética de una dieta es utilizando fuentes concentradas de energía como las grasas, las cuales son más eficientemente utilizadas en los procesos metabólicos produciendo menores pérdidas de energía como incremento de calor, el cual, en pollos de engorde ha sido reportado junto con la actividad voluntaria (Rendón 1975) en cerca del 50% de la energía bruta proporcionada por los carbohidratos, lo cual influye notablemente en la eficiencia de la utilización del alimento.

Si los efectos anteriores son similares para aves de postura, la adición de grasas en raciones para ponedoras debe mejorar sustancialmente la eficiencia por kilo de huevo pues los animales obtendrán más energía neta de las raciones, consecuencia de un menor incremento en la actividad, los cuales en pollos de

engorde han sido reducidos (Rendón 1975) hasta en un 45% cuando una fuente concentrada de energía proporciona más del 30% de las calorías totales de la dieta.

Para estudiar los planeamientos anteriores se diseñaron dos experimentos con el objetivo de determinar el incremento de calor y la actividad voluntaria de dietas a base de calorías provenientes de grasa y el efecto en el comportamiento de ponedoras semipesadas alimentadas con las dietas propuestas.

## 2. REVISION DE LITERATURA

Las grasas y los aceites no se valoran a cabalidad en sus verdaderos términos de energía metabolizable. Considerando que la energía neta se define como la energía metabolizable menos el incremento de calor, las grasas por tener el menor incremento entre los tres nutrientes; proteínas, carbohidratos, grasas; tendría más alta energía neta en relación con su energía metabolizable.

Forbes y Swift (1944) en estudios con ratas demostraron que las grasas contenían el más bajo incremento de calor o efecto dinámico específico entre los tres mayores ingredientes energéticos. Las proteínas produjeron el mayor incremento de calor y los carbohidratos ocuparon el puesto intermedio. Cuando las diferentes clases de nutrientes eran añadidas en todas las combinaciones, el resultado del incremento de calor fue siempre menor que los valores calculados para el efecto dinámico específico de los ingredientes individuales.

En trabajos posteriores Swift y Black (1949) estudiaron el efecto de varios niveles de grasa sobre el incremento de calor de dietas que contenían 2, 10 y 30% de grasa. El incremento

de calor decreció en el orden del incremento de grasa. Los autores no encontraron influencia de los niveles de grasa sobre la retención de nitrógeno.

Carew y Hill (1964) demostraron que al reemplazar los carbohidratos de una dieta por aceite de maíz, las aves incrementan la eficiencia metabólica de utilización de la energía. Ellos sugieren que los efectos benéficos del aceite de maíz sobre la eficiencia de la energía metabolizable se debe al incremento de calor mas bien que a los componentes basales de la producción de calor. Plantearon además que la forma como las grasas decrecen el efecto dinámico específico no es bien conocido pero que puede explicarse de la forma siguiente: 1) Un factor desconocido puede estar presente en las grasas y alterar los procesos metabólicos. 2) Las grasas y aceites pueden ser metabolizados más eficientemente que los carbohidratos; parte de este efecto puede ser el ahorro de la energía necesaria para sintetizar grasa a partir de los carbohidratos de la dieta. 3) La incorporación de grasa Per Se dentro del sistema metabólico puede alterar la utilización de los nutrientes absorbidos haciendo que sean más eficientemente metabolizados.

Jensen et al (1970) estudiaron el efecto extracalórico de las

grasas en pavos Large White con diferentes relaciones de caloría-proteína (158-153). Ellos observaron que el aumento de peso y la eficiencia mejoraban a medida que se aumenta el nivel de grasa. Los niveles altos y bajos de proteína para cada nivel de grasa no presentaron diferencias significativas en conversión alimenticia y no encontraron interacciones entre proteína y grasa. Examinando la relación alimento/ganancia de peso en relación con la densidad calórica de la dieta con grasa, concluyeron que la conversión mejoró en proporción superior a la esperada por las calorías adicionadas por la grasa. Para tener una estimación cuantitativa de los efectos extracalóricos de la dieta, se calcularon nuevos valores de energía metabolizable para la grasa basados en la premisa de que los pavos consumen el mismo número de calorías por kilogramo de peso ganado independientemente del tipo de dieta. El promedio total del experimento basado en el comportamiento fue para la grasa de 10.167 Kcal en contraste con el valor de 7.709 Kcal usado para formular raciones.

En otro experimento (1973) con pavos Large White alimentados con raciones de 0,3 y 6% de grasa de 8 a 24 semanas de edad, la tasa de crecimiento no se afectó pero la eficiencia ali-

menticia se mejoró cuando se agregó grasa. Se observaron efectos extracalóricos en las dietas peletizadas y no peletizadas. A niveles de 3% se demostró que había un efecto extracalórico de 34% con el alimento en harina y 55% cuando se peletizó la dieta. Se concluyó que la mejora en la utilización de la energía cuando se administra grasa se debía a la reducción de las pérdidas de calor en las reacciones químicas que producen síntesis de grasas en los tejidos y porque el peletizado reduce la energía gastada en la aprehensión de los alimentos.

Bianka et al (1975) utilizaron soap stock para broilers a niveles de 1, 4, 7, y 10% de la ración y encontraron una respuesta gradual en el crecimiento durante el verano. Ellos asumieron que los efectos benéficos del soap stock de soya eran debidos a la reducción del incremento de calor de las grasas lo cual ayudó a que los pollos sufrieran menos depresión del apetito debido al stress de calor.

El animal requiere menos energía en la dieta para adaptarse a temperaturas altas, sin embargo existe una declinación de la rata de crecimiento la cual no ocurriría si los pollos ajustaran la energía consumida a las necesidades de calor de mantenimiento. Por encima de la zona de neutralidad térmica el animal

tiene dificultades para eliminar el calor basal y para esto necesitaría aumentar la pérdida de energía por actividad incrementando la respiración o elevando la circulación periférica. En casos extremos cuando el animal no puede efectuar esas funciones, sobreviene la muerte por hipertermia pero en condiciones menos severas se reduce el consumo de alimento como alternativa para contrastar el desconfor aumentado por el incremento de calor asociado con la comida. (Kleiber 1974).

Brobeck (1960) anotó que el alimento consumido por las ratas decrecía con el incremento ambiental de temperatura y agrega que los animales no consumen si la temperatura produce hipertermia.

Conzolazio y Jhonson (1971) demostraron que el gasto de energía se incrementa en ambientes extremadamente altos. En un estudio conducido en el desierto encontraron que el gasto de energía era significativamente más alto en el calor del sol o a la sombra comparado con un ambiente fresco de 26°C. El Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (N.R.C.) sugiere que los requerimientos humanos de energía pueden incrementarse en 0.5% por cada grado de temperatura ambiental entre 30 y 40°C. Si esto es cierto en aves la reducción de alimento consu-

mido durante períodos largos de alta temperatura puede crear simplemente una deficiencia de energía, lo cual contribuye a reducir el crecimiento del animal.

En experimentos en la Universidad de Georgia; Rendón y Fuller (1975) realizaron pruebas para incrementar el consumo voluntario de alimento en pollos jóvenes sujetos a stress de calor mediante utilización de grasa en las dietas. Pollos machos de 4 a 5 semanas de edad se mantuvieron a 2 temperaturas diferentes (caliente y moderada) durante 21 días, alimentados con dietas que variaban en la densidad energética y en los niveles de proteína suministrados. Al incrementar la energía y la densidad de nutrientes, reemplazando las calorías de carbohidratos por calorías de grasa, se reducía el consumo de alimento pero se aumentaba el peso ganado en ambas temperaturas y se mejoró la eficiencia alimenticia y la eficiencia en la utilización de energía y proteína. A pesar de la reducción de la proteína consumida el peso ganado se mejoró en 3 y 5% para los ambientes fresco y caluroso respectivamente, sin embargo, el incremento en calorías provenientes de la grasa como principal fuente de energía, aumentó el crecimiento en altas temperaturas, tal aumento fue de magnitud suficiente para superar solamente una pequeña parte de los efectos adversos de las altas temperaturas sobre el crecimien

to. Se concluyó que la energía neta consumida por los pollos puede incrementarse durante temperaturas de stress, balanceando la dieta de tal manera que se reduzca el incremento de calor. Esto se puede realizar reemplazando calorías de carbohidratos por calorías de grasa y con la reducción de niveles de proteína total y nutrientes, manteniendo los niveles críticos de aminoácidos esenciales en relación con los niveles de energía.

Edwards (1969) menciona que en temperatura ambiental elevada, una cantidad adecuada de grasa podría inhibir la conversión de carbohidratos y proteínas a ácidos grasos en un proceso que genera calor, porque la conversión de carbohidratos y proteínas a ácidos grasos es un proceso exotérmico mientras que la presencia de grasa en la dieta previene este proceso. Una alta proporción de ácidos grasos provenientes de la dieta pueden pasar directamente a la síntesis de triglicéridos tisulares, mientras que los ácidos grasos formados por carbohidratos deben pasar a través de una serie de transformaciones metabólicas que producen calor.

La utilización de la grasa varía con la naturaleza de la dieta en la cual se usa. Sibbald et al (1961) demostraron un efecto sinérgico entre sebo y aceite de soya. Al examinar individual

mente el aceite de soya y el sebo encontraron valores de E.M. de 8.46 y de 6.94 Kcal/g, respectivamente. Cuando se estudiaron ambas grasas mezcladas en proporción 1:1 se obtuvo un valor de 8.4 Kcal de E.M./g, según este resultado si el valor de la energía metabolizable para el aceite de soya permanece inalterado, el sebo contendría 8.36 Kcal/g.

Varios trabajos se han realizado para comparar la energía metabolizable de varios tipos de grasas. Investigaciones conducidas por Volker y Amich-Gali (1967) para observar el efecto de raciones sin grasa Vs. sebo animal, aceite vegetal y grasa amarilla, no mostraron diferencia en energía neta para producción entre sebo y aceite vegetal pero las raciones que contenían grasa amarilla tuvieron valores considerablemente más altos.

Reid y Weber (1975) estudiaron producción y consumo en gallinas ponedoras alimentadas con 4 niveles de energía (desde 2.64 hasta 3.08 Kcal de E.M. /g), suplementadas con 5, 10 y 15% de grasa. Todas las dietas contenían 17% de proteína. Los resultados mostraron una disminución en la producción de huevos con 15% de grasa, pero la conversión alimenticia mejoró por disminución en el consumo de alimento a medida que se aumentaba el nivel de grasa. En trabajos anteriores (1973) los mismos au-

tores en una serie de estudios con ponedoras en cámaras controladas de temperatura, encontraron que a 35°C el consumo de energía era aparentemente el primer factor limitante para producción de huevos.

Estas observaciones concuerda con los trabajos de Jackson et al (1969) en los cuales el consumo diario de energía metabolizable se incrementó de 250 a 350 Kcal por día con la adición de 28% de sebo, porque los efectos del incremento de calor se aumentan a altas temperaturas y pueden ser obviadas con altos niveles de grasa.

Kubena et al (1973) utilizaron 4 dietas con 1, 3, 7 y 10% de grasa animal en pollos de 4 a 8 semanas. Los resultados indicaron que los niveles de grasa no afectan la mortalidad debido al calor de stress pero si mejoran el comportamiento productivo del animal.

Kurnick et al (1961) en estudios en Arizona concluyeron que dietas bajas producen 5 a 6% menos huevos que dietas altas en energía. Esta baja en la producción parece deberse a la incapacidad de las gallinas para consumir suficiente cantidad de alimento durante los meses calientes. En estos estudios el consumo de

energía decreció en 15-26% durante el verano comparado con el invierno.

March y Biely (1963) experimentaron con 5 y 10% de sebo en dietas para ponedoras. La tasa de producción no fue afectada por los niveles de energía de la dieta pero la eficiencia en la utilización del alimento mejoró cuando se utilizó sebo. Resultados adicionales indicaron un aumento en la utilización de la energía metabolizable cuando se incluía grasa en las raciones.

Potter (1967) comparó dietas que contenían de 2 a 8% de grasa para crecimiento de pavos. Las dietas en grasa redujeron el consumo en 9.8% y aumentaron la eficiencia en 14%. Esto equivalió a un mejoramiento del 2.3% en la eficiencia alimenticia por cada 1% de incremento en la grasa añadida.

Waring et al (1968) compararon en ponedoras niveles de 28, 30, y 31% de sebo y 15% de aceite vegetal (con 4240, 4160, y 3530 Kcal de E.M./Kcal respectivamente) con una dieta de 15% de sucrosa (2950 Kcal/kg de energía metabolizable) y con una ración control del mismo valor energético. Según los resultados obtenidos la adición de grasa y aceite no tenía ningún efecto sobre la producción de huevos aunque si se aumentaba ( $P < 0,05$ )

el tamaño de los mismos.

Kir Apatrick y Fulton (1969) emplearon sebo para aumentar la energía de la dieta pero manteniendo la relación caloría-proteína constante. Las raciones contenían 3, 5, 7 y 28% de sebo. Un análisis de los resultados indicó producción más alta con 3.5% de grasa. El consumo de alimento disminuyó al aumentar el nivel de grasa pero la eficiencia en la utilización de la energía metabolizable se redujo. La mortalidad y peso del huevo también aumentaron con dietas altas en contenido de sebo. Estas observaciones concuerdan con las obtenidas por Jackson et al (1969) quienes con una relación caloría/proteína constante obtuvieron mejoras en la conversión a medida que aumentó el nivel de grasa, sin embargo la eficiencia en la utilización de la E.M. decreció cuando se agrego sebo. Similarmente Waring et al (1868) reportaron que el sebo mejoraba la eficiencia alimenticia del alimento, pero decrecía la eficiencia de la energía metabolizable en gallinas alimentadas con alta cantidad de sebo en la dieta.

Varios investigadores (Daghin 1973, Skinner et al 1951, Lillie et al 1952), también mencionan un incremento en la eficiencia alimenticia y disminución del consumo cuando aumenta la energía en la dieta.

Hill, Anderson, y Dansky (1956) encontraron efectos dinámicos de las dietas de alta energía sobre la eficiencia alimenticia y la producción de huevos. Las dietas de alta, media y baja energía produjeron 68, 66 y 64 huevos respectivamente por cada 100 aves. Al incrementar el nivel con el uso de grasas se redujo el requerimiento alimenticio en una tasa del 2% por cada 1% de grasa agregada.

Berg y Bearse (1957), Hochreigh et al (1958), Brown, Waring y Squance (1965) demostraron que la relación óptima caloría/proteína de la ración para producción de huevos era de 170:1, sin embargo Combs y Helbacka (1960) reportaron que una relación caloría /proteína de 146:1 es la adecuada para la misma actividad.

Macintyre y Aitken (1957), Berg y Bearse (1956) y Anderson et al (1951) no encontraron efectos del nivel de energía sobre producción y peso de huevos pero la eficiencia de utilización de energía mejoró con dietas altas en energía.

Hochreich et al (1958) con 624 gallinas White Leghorn probaron que la adición de grasa amarilla en la dieta a niveles de 6.6% aumentaba la eficiencia alimenticia pero no tenía efectos

sobre la producción de huevos. La grasa también aumentaba el peso de los huevos, disminuía la resistencia de la cáscara y no tenía efectos sobre la fertilidad incubabilidad y mortalidad.

Daghir, Marion y Balloun (1960) mencionan que no hay diferencia en la calidad del huevo, calidad de la cáscara o peso del huevo como resultado de la variación de la grasa en los tratamientos o su adición a la ración basal.

Cooper et al (1968) compararon tamaño, incubabilidad y producción de huevos en pavos alimentados con dietas isocalóricas sin y con aceite de maíz al 5%. Únicamente se encontró diferencia de 3 g en el peso del huevo; lo cual está de acuerdo con los trabajos realizados en gallinas por Marion y Edwards (1964) y Sthutze and Jensen (1963).

Balnabe (1968) utilizó 2, 4 y 8% de aceite de maíz en ponedoras y encontró que la máxima respuesta en peso, tamaño y número de huevos se obtenía con 2% de aceite de maíz. Niveles superiores disminuían las respuestas debido a que se aumenta la energía metabolizable, la cual se utiliza para construir tejidos. Cuando las aves comieron el alimento a voluntad no hubo diferencia en cuanto a producción o peso del huevo. El autor

considera que no se obtiene respuesta al utilizar más del 6.25% de ácido linoleico en la dieta y que el aumento del peso del huevo se debe más al aumento de energía que a la grasa añadida en la ración.

Rand et al (1958) observaron incremento de la tasa de crecimiento y retención de nitrógeno en pollos cuando el aceite de maíz reemplazo a los carbohidratos bajo condiciones de igual consumo de proteína y energía metabolizable.

De acuerdo con Sibbald et al (1962) varias grasas y aceites tendrían efectos estimulantes que no podrían explicarse en términos de variación en la dieta de energía o relación caloría/proteína.

De Groote (1968) reportó que para pollos en crecimiento la disponibilidad neta de la energía metabolizable del aceite de maíz era 105 mayor que para alimentos ricos en carbohidratos como maíz y millo.

De acuerdo a Ewing (1951) alrededor del 20% del peso total del organismo de la gallina y el 10% del huevo es grasa. La yema representa el 32% del peso del huevo y alrededor del 32% de la yema es grasa. Si se considera un peso promedio de

62 g, el huevo contendría alrededor de 6 g de material lípido.

El efecto de la dieta grasa sobre la composición de la grasa corporal y del huevo ha sido estudiado extensamente. Titus et al (1933) exponen que la dieta no afecta marcadamente el extracto etéreo del huevo.

Russel et al (1940) indican que la grasa de las aves y del huevo es alta en ácidos grasos poliinsaturados pero no aclara si la gallina obtiene estos ácidos de la ración o los sintetiza en el organismo a partir de la grasa de la dieta.

Murty et al (1960) reportan que la gallina ponedora no sintetiza ácido linoleico y que este factor debe estar presente en la dieta. No obstante los trabajos de Popjak y Tiez (1953) demostraron que las membranas de la yema eran capaces de la síntesis de este ácido.

Murty y Reiser (1961) encontraron que los niveles de ácido linoleico y linolénico en los lípidos del huevo se incrementan con la cantidad presente en la dieta. El linoléico alcanzó niveles más altos en la grasa del huevo que el linolénico. Al añadir sebo a la ración se disminuye la incorporación de ambos ácidos a los lípidos del huevo. El linoléico se encontró como precursor del

araquidónico y docosapentaenoico, mientras que el eicosapentaenoico y docosaheptaenoico se sintetizan a partir del linoléico de la dieta. Estos datos indican que se puede alterar la composición de los ácidos grasos de los lípidos del huevo. Los trabajos postulan que si uno o más ácidos grasos llegan a ser limitantes debido a síntesis inadecuada por las gallinas o por un inadecuado nivel en la dieta, puede ocurrir una disminución del peso y/o la producción de huevos con el objeto de mantener una relación ácido graso/fracción lípida en el huevo.

Evans et al (1960) suplementando la ración con pequeñas cantidades de ácidos grasos no logró incrementar marcadamente la grasa del huevo.

Leveille y Fisher (1958) mencionan que el número de yodo de la grasa del huevo de gallinas alimentadas con aceite de maíz era significativamente más alto que cuando se administraba una dieta libre de grasa.

Wheeler et al (1959) reportan que alrededor del 40% del linoléico y 14% del linolénico de la dieta puede ser incorporado a los lípidos del huevo cuando la gallina se alimenta con aceite de girasol o aceite de linaza.

Choudhury y Reiser (1959) presentan datos demostrando que el nivel de linoléico en los lípidos del huevo no está directamente correlacionado con el nivel de ácido de la dieta. Ellos encontraron que el nivel de dienoico en el triglicérido y fosfolípidos en la yema del huevo alcanza un límite de 30% en relación con la adición de una cantidad no superior a un 7.5% de linoléico en la dieta.

En un experimento Shutze y colaboradores (1959) encontraron que la ingestión de oleico y linoléico en las gallinas, deprime significativamente el tamaño del huevo. En trabajos anteriores Shutze y colaboradores (1958) habían sustentado que el aceite de maíz, aceite de girasol y soap-stock acidulado de soya contenían un factor benéfico para el tamaño del huevo. El factor estaba contenido aparentemente en la fracción saponificable de estos aceites y era estable al autoclave pero destruído por oxidación prolongada.

Marion et al (1960) mencionan que la producción de huevos se reducía levemente como resultado de añadir ácido linoléico y oléico en la ración basal.

Machlin et al (1962) concluyeron que la composición de la

grasa de los tejidos y del huevo es un reflejo de la composición de ácidos grasos de la dieta. Las gallinas que se alimentaron con aceite de coco produjeron huevos con niveles más altos de ácido laurico, mirístico y miristoleico que aquellas alimentadas con dietas que contenían aceite de girasol. También establecieron que las gallinas adultas no son sensibles a deficiencias de ácido grasos debido a las enormes reservas de ácido linoléico en el tejido adiposo, de las mismas.

Couch et al (1964) sostuvieron que las gallinas son incapaces de sintetizar ácidos linoléico y que existe una correlación directa entre los ácidos grasos de la dieta y los del huevo. El contenido de ácido oléico y palmitoléico de la yema del huevo decreció a medida que se aumentaba el contenido de aceite de soya de ración.

Chen et al (1965) estiman que a niveles del 10%, los aceites de linaza, algodón y coco alteran más la composición de ácidos grasos de las grasas neutras de la yema que aquellos de la fracción fosfolípida.

Seel, Choo y Kondra (1968) estudiaron el efecto de la grasa, sobre la composición de la yema del huevo y llegaron a la

conclusión de que los ácidos oléicos y linoléico eran más afectados que los otros ácidos y que el ácido erúcico de la yema encontrado a altos niveles era indicio de que los ácidos grasos ingeridos son depositados directamente en la yema del huevo y en el tejido adiposo.

Los trabajos de Sim et al (1973) demostraron que la grasa del huevo dependía de la composición de la dieta. El uso de sebo incrementó el ácido oléico y disminuyó el linoléico en el huevo. El ácido linoléico se depositó más activamente en la yema cuando provenía del aceite de soya que cuando era suministrado por aceite de ajonjolí.

Otras fracciones lípidas del huevo diferentes a los ácidos grasos han sido estudiadas con relación a la composición y a los ácidos grasos consumidos por la gallina. Reiser (1951) reportó que el tipo y cantidad de ácidos grasos en la ración de las gallinas no afectan la cantidad de grasa neutra, fosfolípidos y colesterol del huevo. Por otra parte Weeler et al (1959) observaron un aumento significativo de los fosfolípidos contenidos en la grasa del huevo como resultado de suministrar altos niveles (20 - 30%) de grasa en la dieta.

Coms y Halbacka (1960) demostraron que la suplementación de una ración práctica con 10% de aceite de maíz, producía un incremento estadísticamente significativo en el colesterol del huevo, en contraste con Dagher et al (1951) quienes reportaron que el tipo de grasa no tenía una influencia significativa en los niveles de colesterol del huevo.

Edwards et al (1962) encontraron que el tipo de grasa de la dieta ejercía un efecto definitivo sobre la composición de ácidos grasos del huevo pero tenía muy poca influencia sobre el contenido de colesterol de la yema.

Los datos suministrados por Ostrander et al (1960) indican que es posible producir huevos que contengan grasas con diferentes grados de saturación en la yema, modificando en contenido de ácidos grasos en la ración.

Jordan et al (1960) estudiaron los efectos de diferentes grasas en la dieta sobre las propiedades funcionales y el sabor del huevo. El porcentaje de espuma producida por el huevo de gallinas alimentadas con sebo, fue 10% mayor que con aceite de maíz. El aceite de maíz no tuvo efectos sobre el sabor del huevo.

Los trabajos de Ling et al (1936) indican que la dieta de

las gallinas no afectan las propiedades del huevo o la calidad de la tortilla en que se emplean.

Clarenbug et al (1971) mencionan que la yema del huevo puede estar afectada por gran número de factores ambientales y puede disminuirse en un 35% con el uso de sitosterol emulsificado en las raciones.

Edwars y Jones (1964) reportan que el colesterol del plasma y del huevo se incrementan cuando se consumen altos niveles de colesterol en la dieta.

Washburn y Nix (1973) no encontraron correlación entre colesterol de la yema y fertilidad, incubabilidad, gravedad específica y mortalidad; hubo correlación entre colesterol de la yema y nivel de producción de huevos, pero esta correlación fue de baja magnitud.

### 3. MATERIALES Y METODOS

En el Centro de Investigaciones Tibaitatá localizado en la Sabana de Bogotá a 2.550 m. s. n. m. con una temperatura promedio año de 13°C, 83% de humedad relativa y 631 mm de precipitación anual, se realizaron dos ensayos con ponedoras adultas entre el 12 de Diciembre de 1975 y el 6 de Agosto de 1976. En los dos casos se utilizaron aves semipesadas de la misma línea las cuales fueron alojadas en compartimientos individuales de alambre de 20 centímetros de frente, en donde permanecieron durante todo el período experimental, 100 días en el primer caso y 30 días en el segundo trabajo.

En el primer experimento se utilizaron 288 aves de 40 semanas de edad las cuales se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente randomizado, en tres tratamientos de ocho repeticiones para un total de veinticuatro grupos de doce aves cada uno. Los animales recibieron el agua y las prácticas de manejo fueron las comúnmente empleadas en el Programa de Avicultura del ICA para animales en esta aptitud.

Las dietas utilizadas (Tabla 1) eran exáctamente iguales en la concentración de nutrientes por unidad energética pero la utili-

zada como control tenía el noventa y cuatro por ciento de las calorías provenientes de carbohidratos.

Azúcar de caña fue utilizada como carbohidratos reemplazables y sebo animal fue la fuente concentrada de energía. Para construir las dietas con alta densidad energética, las calorías aportadas por el azúcar (206% de la ración) se sustituyeron por el sebo de tal forma que la dieta alta en energía (C) contenía en 0.906 gramos los mismos nutrientes y la misma relación de ellos con el contenido calórico, que la ración A (control) en 1 gramo. La dieta B (mediana densidad) era igual a la A, pero el carbohidrato reemplazable fue sustituido por sebo en la misma forma anterior, pero para decrecer un poco la densidad energética se agregó un material (pica de arroz) hasta completar la unidad de peso.

El experimento fue dividido en cinco períodos de veintiocho días cada uno, épocas en las cuales se llevaron controles individuales de peso (al iniciar y al finalizar el período), consumo de alimento, producción de huevos y mortalidad (diariamente).

De los huevos producidos por semana los correspondientes a un día fueron clasificados y pesados por repetición. La conver

sión por docena de huevos fue tomada como la relación entre el consumo de alimento y el número de docenas producidas, mientras que la eficiencia por kilogramo de huevos fue el producto del cociente del peso total de los huevos y la cantidad de alimento utilizado para producirlos.

La energía necesaria para el metabolismo basal se determinó por la fórmula  $72 W^{3/4}$  a donde W fue el promedio de los pesos obtenidos en el período pero expresado en kilos. Descontando este valor más el obtenido para incremento de calor más actividad voluntaria en el segundo ensayo de la energía metabolizable consumida dió como resultado la energía utilizada en producción de huevos.

La proteína no utilizada en producción se calculó de acuerdo al procedimiento descrito por Scott (1969).

En el segundo ensayo 36 aves de la misma línea anterior fueron distribuídas en compartimientos y de acuerdo al mismo peso promedio en nueve grupos de cuatro animales cada uno. De los grupos propuestos tres recibieron la dieta A, tres la B y tres la C del primer experimento.

Una muestra representativa de la población original y dos

animales de cada grupo al finalizar el período de treinta días, fueron sacrificados por fractura cervical evitando pérdidas de sangre. Las carcazas fueron congeladas y luego molidas para análisis posteriores de laboratorio.

La excreta total fue colectada por grupo en forma diaria, almacenada en bolsas plásticas y colocadas inmediatamente en refrigeración. Al finalizar el experimento las muestras correspondientes a cada grupo fueron mezcladas y secadas en horno en aire forzado a 60°C hasta humedad constante.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

La Tabla 1 muestra las dietas experimentales utilizadas en ambos ensayos. La dieta control (A) proporcionaba en una unidad de peso calorías provenientes de carbohidratos en más de 90% de la ración. La dieta C en, 90 partes contenía los mismos nutrientes que la A en 100 partes, pero el carbohidrato reemplazable del control (azúcar de caña) fue sustituido por sebo de res el cual permitía aumentar la densidad energética de la ración ya que contenía 88% más energía que el azúcar. La dieta B era exactamente igual a la C en su contenido de grasa y contenía los mismos nutrientes que la A en 100 partes y la C en 90, para completar la unidad de peso se agregó un material inerte (pica de arroz) la cual tenía 36% de fibra.

La distribución de la energía consumida por las aves del primer ensayo se detalla en términos relativos en la Tabla 3. La energía bruta consumida fue 2 y 21% respectivamente superior en las dietas con fuente concentrada de energía (B y C) siendo mayor (19%) cuando se agregó una fuente de fibra a la ración (dieta B) en comparación con la dieta de alta densidad energética, esto fue consecuencia de la presencia de fibra de esa dieta la

cual fue 200% superior lo que indudablemente repercute en un mayor valor de energía bruta de la unidad de alimento consumida. Sin embargo, y contrario a lo que debía esperarse la energía fecal por ave por día fue 8% superior cuando la dieta era de alta densidad energética y aunque la energía bruta obtenida era igual por gramo de material fecal en ambas raciones (3.49 Vs. 3.48 Kcal/g), esto unido a una mayor cantidad de heces producidas, permite afirmar que la menor cantidad relativa de energía metabolizable en la dieta C es consecuencia directa precisamente del factor volumen de heces y no de una diferencia notable en el aporte aditivo de energía bruta de los materiales no utilizados por los animales. Como era de esperarse la ganancia en energía de las aves se inclinó a favor de las dietas provistas de grasa, pero la inclusión de altos niveles de fibra (Dieta B) trajo como consecuencia una deposición de energía en la carcasa del 47 y 62% superior cuando se comparó con respectivamente las dietas A y C. Este mayor contenido fue debido a una mayor ingestión de energía y de proteína las cuales no fueron utilizadas para producción de huevos tal como puede apreciarse en la Tabla 4.

Sin embargo, el calor generado por los animales fue dife-

rente con las tres dietas analizadas; como se esperaba la dieta con calorías provenientes de carbohidratos produjo las mayores cantidades de calor, siendo la dieta B (grasa + Fibra) intermedia y la C con más del 30% de la energía proveniente de grasa solo equivalente al 82% del control y 16% inferior a la dieta con material inerte.

En consecuencia el incremento de calor más la actividad voluntaria fue también menor en las dietas que contenían grasa especialmente en aquella carente de un material de relleno, pero en términos relativos y de acuerdo a la energía bruta consumida al agregar grasa y concentrar la energía en una dieta conservando la relación nutrientes - calorías, disminuye las pérdidas de energía consumida en alrededor del 58% cuando se compara con una dieta a base de carbohidratos. La inclusión de fibra en la ración incrementa en un 68% el ahorro obtenido bajo las condiciones anteriores pero este aumento no alcanza a ser de la suficiente magnitud para que las pérdidas calóricas en metabolismo y actividad sean iguales a una dieta con solo grasa proveniente de maíz y soya, tal como lo demuestra el valor de 71% del control obtenido con la dieta fibra + grasa.

Es de anotar que estas mayores pérdidas obtenidas al agre-

gar fibra a una dieta concentrada en energía no solo son debidas al material inerte el cual lógicamente incrementa la ineficiencia del animal en la digestión del alimento sino también el mayor consumo de proteína (Tabla 4) el cual incrementa las pérdidas de energía a un rango mayor que el obtenido con las grasas tal cual lo afirman Forbes y Swift en 1944.

Una observación importante es el hecho del menor incremento de calor y su relación con la ingestión de comida. Las aves sometidas a la dieta concentrada en energía, aunque se esperaba un 90 por ciento de consumo de las aves de este grupo en relación al control, lo obtenido realmente fue un 94 por ciento, eso indica que los animales no están consumiendo exáctamente lo predicho en base a los niveles energéticos y de acuerdo a Forbes et al (1944) el incremento de calor de la dieta decrece cuando se aumentan los niveles de grasa. Esta observación cuenta para el mayor consumo obtenido si asumimos que el consumo de alimento es influenciado por el incremento de calor como también del nivel energético de la dieta lo cual concuerda con Brobeck (1960) quien propuso que el mecanismo termostático está relacionado con la termoregulación mientras que el incremento de calor causa saciedad. Debe mencionarse que los ani-

males sometidos a la dieta B (grasa y fibra) también mostraron un consumo 5% superior al predicho en base a la cantidad total de energía en la ración lo cual asienta todavía más la afirmación propuesta anteriormente.

Con respecto a la unidad de peso la relación proteína - energía proveniente de grasa fue factor importante en el control del calor obtenida con la menor relación C / P, (Tabla 4), pero con respecto a la dieta como un todo es decir en base a la relación nutrientes energía, no existe ninguna comparación al respecto, afirmación que está en contraposición con lo obtenido por Black y colaboradores en 1950, quienes encontraron un decremento moderado en la producción de calor cuando el contenido proteico de dietas para ratas aumentó de 6 a 45%.

Las Tablas 5, 6, 7, muestran los resultados obtenidos en el comportamiento de las aves cuando se les proporcionó las dietas objeto de estudio.

El comportamiento en peso fue similar para los tratamientos de alta y media densidad de nutrientes (Tabla 5) los cuales pesaron al final del experimento 3% más que los animales que consumieron la dieta baja en energía, en consecuencia la ganan-

cia de peso fue superior ( $P < 0,05$ ) cuando se utilizó grasa en la ración aunque en cuanto a ganancia energética se refiere con la dieta desprovista de fibra (añadida con material inerte) se obtuvo 5% más de energía acumulada que con la ración diluída con pica de arroz. Esta mayor ganancia no puede ser atribuída a un mayor consumo de alimento, energía y proteína sino a una mayor eficiencia en la utilización de el, aunque es necesario advertir que la energía neta extra obtenida por los animales no se utilizó para producir más huevos sino para acumularla como energía productiva, esta afirmación se corrobora por los resultados obtenidos en el primer ensayo los cuales indican un menor gasto en actividad voluntaria e incremento de calor cuando el animal recibía una dieta concentrada en energía, siendo la energía metabolizable de las dietas similar y las pérdidas energéticas menores las aves en alta energía debían recibir más energía neta y como la producción de huevos fue semejante por todos los tratamientos el animal debía acumular la energía neta extra obtenida como se comprueba por la mayor ganancia de peso alcanzada por los animales. Es interesante la observación de un gasto para metabolismo basal semejante para las tres dietas comparadas (Tabla 5) en términos absolutos y en relación a la unidad de peso según la cual por cada kg de peso corporal el animal

necesita 60 Kcal, resultados que concuerdan con los obtenidos por Rendón en 1976, Sin embargo y de acuerdo al consumo de energía (Tabla 6) el calor para metabolismo basal fue respectivamente 36, 38 y 39% para baja, media y alta densidad energética, esto corrobora lo dicho anteriormente sobre la mejor utilización de la energía de la dieta cuando se agrega grasa porque con menos cantidad de calorías para producir (8 y 3% menos) los animales con grasa en su dieta produjeron el mismo número de huevos y aún ganaron más peso corporal.

El consumo de alimento (Tabla 6) estuvo de acuerdo a la densidad energética de la dieta, pero en el caso de la ración más densa en energía se obtuvo 4 por ciento más de consumo que el esperado, esto implica una sobre ingestión de energía (4% más) que traducida en Kcal es de aproximadamente 14, al agregar material inerte a la dieta más energética hasta completar la unidad de peso, al tener la misma concentración de nutrientes (excepto fibra) que en el control se esperaba un consumo similar de alimento, sin embargo los animales ingirieron 5% menos comida que el patrón y 1.7% más que los animales que consumían la dieta concentrada. Si se considera la afirmación de Kleiber (1974), de que los animales consumen de acuerdo al nivel ener-

gético de la dieta hasta satisfacer sus necesidades energéticas, debería haberse obtenido un mismo consumo de energía metabolizable lo cual no es cierto en el caso presente (359, 343 y 354 Kcal/día respectivamente para baja, media y alta densidad de nutrientes). Esto indica que el animal consume no solo de acuerdo a sus requerimientos de energía sino en concordancia con el incremento de calor que produzca la dieta, dicho de otra manera el ave deja de consumir cuando el incremento de calor alcanza un nivel determinado ya que como se probó en el primer experimento la dieta con más del 30% de las calorías provenientes de grasa producía el 42 y el 59% del incremento de calor del control y de la dieta con pica de arroz como material de relleno respectivamente.

Como se mencionó anteriormente el 4% de sobre-consumo de alimento implica un 4% extra de energía consumida. Esas 14 kilocalorías adicionales fueron utilizadas para ganar peso en exceso lo cual demuestra que en realidad el animal semipesado en las condiciones del ensayo requiere alrededor de 320 Kcal por día lo cual concuerda con los resultados de Martínez (1976), más aún el considerar la proteína consumida se observan diferencias ( $P < 0,05$ ) entre las dietas con grasa y la con carbohi-

dratos como fuente principal de energía pero estas cantidades son inferiores a las mínimas necesarias para una óptima producción (22.5 gramos-día) encontradas por el mismo autor y reportadas por Scott (1973) para este tipo de aves, esto sugiere que es necesario aumentar el contenido proteico de las dietas cuando se utilizan más de 2.800 Kcal para aves semipesadas en climas fríos para que obtengan un nivel adecuado de material protido, es decir debe reducirse la relación energía - proteína de 178 usada en este ensayo a 158 para que las aves alimentadas a base de carbohidratos adquieran por lo menos 22.5 gramos de proteína diariamente.

La Tabla 7 presenta los datos del desempeño productivo de los animales. No se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el número de huevos por ave, porciento de producción y peso promedio de los huevos, sin embargo hubo tendencia a un mayor peso cuando se concentraron los nutrientes usando grasa pero al agregar fibra a la ración el peso de los huevos disminuyó en un 4% con respecto a la dieta de alta energía y en 2% con relación al grupo control.

La utilización del alimento fue inferior ( $P < 0,05$ ) en las aves que recibieron 96% de la energía en forma de carbohidratos pero no se encontraron diferencias entre los grupos que aportan

grasa, de esta forma se necesitó 6 y 4% más alimento para producir un huevo con el grupo control con respecto a los animales que consumieron dietas altas y medias de energía respectivamente. Los animales del grupo control necesitaron más alimento ( $P < 0,05$ ) para producir 1 kg de huevos, esto indica que la incorporación de grasa en la dieta origina una mayor cantidad de energía neta como se dijo anteriormente en tal forma que se incrementó la eficiencia en 11 y 7% respectivamente cuando se uso grasa en la dieta.

El análisis económico (Tabla 8), indicó que la utilización de dietas de alta densidad energética, produce ventajas económicas (10% superiores) sobre un grupo con carbohidratos como fuente esencial de energía. Esta utilidad mayor se debe primordialmente a la mejor utilización del alimento y al mayor peso de los huevos, esta mayor utilidad se anula cuando se incorpora fibra a la ración de tal forma que los grupos que recibieron esta dieta fueron 92 por ciento tan económicos como el grupo control.

## 5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" del Instituto Colombiano Agropecuario ICA, localizado en la Sabana de Bogotá a 2.550 m.s.n.m. se realizaron dos ensayos con el fin de determinar la acción de tres dietas (alta, media y baja densidad energética) sobre el comportamiento de ponedoras semipesadas:

La dieta control (A) contenía calorías provenientes de carbohidratos (azúcar de caña) en más del 90% de la ración. La dieta alta en densidad energética (C) contenía los mismos ingredientes que la A pero concentrada en 90 partes reemplazando el azúcar de caña por sebo de res. La dieta B (media densidad) era igual a la C en su contenido de grasa pero para completar la unidad de peso se agregaba pica de arroz.

En el primer experimento, la energía bruta consumida se aumentó en 2 y 21% cuando se utilizaba la dieta C y B respectivamente. La energía metabolizada de las dietas con grasa fue influenciada más por el volumen de las heces que por la composición de las mismas. El calor generado por la dieta con calorías procedentes de carbohidratos fue superior a la de fibra más

grasa (5%) y a la de grasa (18%) y como el metabolismo basal para todos los animales fue similar, el incremento de calor más la actividad voluntaria resultó inferior en 13 y 57% para las dietas con alta y media densidad energética respectivamente. Este menor incremento de calor de las dietas se tradujo en un mayor consumo de energía sobre lo predicho (5 y 4% para la dieta B y C respectivamente), lo cual permitió concluir que el incremento de calor causaba saciedad.

La relación energía - proteína proveniente de grasa fue factor importante en el control del calor perdido por los animales al contrario de la relación nutrientes - energía la cual no tuvo ningún efecto consistente.

En el segundo ensayo la ganancia de peso de los animales fue superior en 46 y 51% para las dietas de media y alta energía, respectivamente, con respecto a la dieta control y se debió a una mayor utilización de la energía para ganar tejido, puesto que el consumo de energía y proteína fue inferior y la producción de huevos fue similar para todas las dietas. El consumo de alimento fue superior al predicho en la dieta de alta densidad energética (14 Kcal/día) y la energía consumida en exceso se utilizó

para ganar peso. El consumo de proteína fue de 20, 19 y 21 gramos / día para la dieta control, grasa más fibra y grasa respectivamente y fue inferior a los requerimientos (22.5 gramos/día); lo cual demuestra que la relación energía - proteína (178) usada en este ensayo debe reducirse (158) para que las aves alimentadas a base de carbohidratos adquieran por lo menos 22.5 gramos de proteína diariamente.

El análisis económico indicó que la utilización de dietas de alta densidad energética produce ventajas económicas (10% superiores) sobre un grupo con carbohidratos como fuente esencial de energía. Esta utilidad se debe primordialmente a la mejor utilización del alimento y al mayor peso de huevos pero el efecto se anula cuando se incorpora fibra a la ración.

## SUMMARY

At Tibaitatá Experimental Research Station of the National Agricultural Institute (ICA) located in the Savanna of Bogota at 2,550 meters above the sea level, two experiments were performed to determine the nutritive action of three diets (high, medium and low energetic density) on the performance of medium size adult layers.

The control diet (A) contained carbohydrates calories (sugarcane) in more than 90% of the ration. The high energy diet contained in 90 parts the same elements as the control in one hundred, in such a way that the sugarcane was replaced by beef tallow. Diet B (medium density) was similar to C in relation to the fat content but to complete the unit of weight a fiber source was incorporated to the ration.

The gross energy consumed in the first experiment was increased in 2 and 21 percent respectively with C and B diets. The metabolized energy with the fat diets was influenced in greater extent by the amount excreted per bird rather than the chemical composition.

The heat production with the carbohydrate calories diet was higher than the fiber added ration (5%) and the high energy density diet (18%). Because the basal metabolism were alike, the heat increment plus the heat generated in normal activity was 13 and 57 percent lower for the high and medium energy density rations respectively. This lower figure caused a greater feed intake when compared with the expected values (5 and 4% for B and C diets respectively) which allowed to conclude that the heat increment caused satiety.

The calorie-protein ratio with the fat containing diets was an important factor in the control of the heat lost by the animals but the nutrients-energy ration did not have a consistent effect.

In the second trial the body weight gains were 46 and 51 percent higher when the animal fed the high or medium energy density diets when compared with the control group, it was due to greater efficiency in the energy utilization, because the protein and energy ingested was lower but the number of eggs produced were similar. The feed consumption was higher than expected (14 Kcal/day) and the excess of energy was used to gain body weight. The protein intake was 20, 19 and 21 grams per day res-

pectively for the control, and B and C diets but was lower than the required by this type of animals (22.5 g/day), this observation suggests that the energy-protein ration used in these trials must be decreased in such a way than the animals consume 22.5 g of protein per day.

The economic analysis showed better profits (10% higher) for the high energy diet but this advantage can be offset when fiber is added to the ration.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSEN, G. J.; WIESE, A. C. and LAMPMAN, C. E.  
The effect of high level vitamin supplementation of high and low energy rations on egg production and egg shell quality. *Poultry Science* 36:1369-1376. 1957.
2. BALNAVE, D. and BROWN, W. O. A study of the separate effects of energy intake and dietary corn oil on egg production and egg size in essential fatty acid deficient hens fed a semi-purified fat. *Poultry Science* 42:1212-1214. 1968.
3. BERG, L. R. and BEARSE, G. E. The effect of water soluble vitamins and energy level of the diet on the performance of laying pullets. *Poultry Science* 35:945-951. 1956.
4. \_\_\_\_\_ and BEARSE, G. E. The effect of protein and energy content of the diet on the performance of laying hen. *Poultry Science* 36:1105. 1957.

5. BIANKA, L. and BORNSTEIN, S. Extracaloric properties of acidulated soybean oil soapstock for broilers during hot weather. *Poultry Science* 54:396-404. 1975.
6. BROBECK, J. R. Hormones and metabolism. Food and temperature. *Recent Prog. Horm. Research* 16:439-459. 1960.
7. BROWN, W. O.; WARING, J. L. and SQUANCE, E. A study of the effect of variation in the caloric-protein ratio of a medium energy diet and a high energy diet containing sucrose on the efficiency of egg production in caged layers. *Brit. Poultry Science* 6:59-65. 1965.
8. CAREW, L. B. and HILL, F. W. Effect of corn oil metabolic efficiency of energy utilization by chick. *J. Nutr.* 83:293-299. 1964.
9. CHEN, P. H.; COMMON, R. H. N.; NIKILAICZUK and MACRAE, H. F. Some effects added dietary fats on lipid composition of hen egg yolk. *J. Food Sc.* 30: 838-845. 1965.

10. CHOUDHURY, R. B. and REISER, R. Interconversions of polyunsaturated fatty acids by the laying hen. *Jour. Nutrition* 68:457. 1959.
11. CLARENBURG, R.; KIM CHUNG, I. A. and WAKEFIELD, L. M. Reducing the egg cholesterol level by including emulsified sitosterol in standard chicken diet. *Jour. Nutrition* 101:289-297. 1971.
12. CONSOLAZIO, C. G. and JOHNSON, H. L. Measurement of energy cost in humans. *Fed. Proc.* 30:1444-1453. 1970.
13. COMBS, G. F. and HELBACKA, N. V. Studies with laying hens effects of dietary fat, protein levels and other variables in practical rations. *Poultry Science* 39:271-279. 1960.
14. COOPER, J. B. and BARNETT, B. D. Response of turkey hens to dietary linoleic acid fed as corn oil. *Poultry Science* 42:671-673. 1968.

15. COUCH, J. R.; FARR, F.; ZAYLA, M. A.; LORENA, J. A. and CREGER, C. R. Fatty acid composition of egg yolk and tissue from hens fed varying levels of different fat sources. *Federation Proc.* 23:551. 1964.
16. DAGHIN, N. S. Energy requirements for laying hens in a semi-arid continental climate. *Brit. Poultry Science* 14:451-464. 1973.
17. DAGHIR, N. J.; MARION, W. W. and BALLOUN, S. L. Influence of dietary fats and choline on serum and egg yolk cholesterol in the laying chicken. *Poultry Science* 39:1459. 1960.
18. DE GROOTE, G.; REYNTENS, N. and AMICHGALI, I. Fat studies. The metabolic efficiency of energy utilization of glucose soybean oil and different animal fat by growing chicks. *Poultry Science* 50:808-818. 1971.
19. EDWARDS, H. M.; MARION, J. E. and DRIGGERS, J. C. Serum and egg cholesterol levels in nature hens as influenced by dietary protein and fat changes. *Poultry Science* 41:713. 1962.

20. EDWARDS Jr., H. M. and JONES, V. Effect of dietary cholesterol on serum and egg cholesterol levels over a period of time . Poultry Science 43:877-879. 1964.
21. \_\_\_\_\_. Factors influencing the efficiency of energy utilization of growing chickens, with special reference to fat utilization. Feedstuffs 41(39):14-15. 1969.
22. EVANS, R. J.; BANDEMER, S. L. and DAVIDSON, J. A. Fatty acid distribution in lipides from eggs produced by hens cottonseed oil and cottonseed fatty acid fraction. Poultry Science 39:1199. 1960.
23. EWING, W. R. Poultry Nutrition. California, W. Ray Ewing. 1951. p. 82.
24. FORBES, E. B. and SWIFT, R. W. Associative dynamic effects of protein, carbohydrate and fats. Jour. Nutrition 27:453-468. 1944.
25. HILL, F. W.; ANDERSON, D. L. and DANSKY, L. M. Studies of the energy requirements of chickens 3. The effects of dietary energy level on the rate and gross efficiency of egg production. Poultry Science 35:54-59. 1956.

26. HOCHREICH, H. J.; DOUGLAS, C. R.; KIDD, I. H. and HARMS, R. S. The effect of dietary protein and energy levels upon production of single comb white leghorn hens. Poultry Science 37:949-953. 1958.
27. JACKSON, N.; KILPATRICK, H. R. and FULTON, R. B. An experimental study of the utilization by the laying hen, of dietary energy partially supplied as animal fat. Poultry Science 10:115-126. 1969.
28. JENSEN, L. S. and FALEN, L. Effect of pelleting on the extracaloric effect of dietary fat for developing turkeys. Poultry Science 52:2342-2344. 1973.
29. JENSEN, L. S.; SCHUMAIER, C. W. and LATSHAW, J. D. Extracaloric effect of dietary fat for developing turkeys as influenced by caloric-protein ratio. Poultry Science 49:1697-1704. 1970.
30. JORDAN, R. Functional properties and flavour of eggs laid by hens on diets containing different fats. Food Tech. 14:418. 1960.

31. KING, F. B.; WHITMAN, E. F. and ROSE, W. G. Cake-making quality of eggs as related to some factors in egg production. *Cereal Chemistry* 13:703. 1936.
32. KIRKPATRICK, H. R. and FULTON, R. G. An experimental study of the utilization by the laying hen, of dietary energy partially supplied as animal fat. *British Poultry Science* 10:115-126. 1969.
33. KLEIBER, M. *Bionergética Animal*. Zaragoza, Acribia. 1972. 403 p.
34. KUBENA, L. F.; REECE, F. N.; DEATON, J. W. and MAY, J. D. The effect of dietary fat level on heat prostration of broilers. *Poultry Science* 52:1591-1693. 1973.
35. KURNICK, A.; BIRD, H. B.; PASVOGEL, M. W. and REID, B. L. Dietary energy level for laying hen as related to age environmental temperatures. I. Effect on egg production, body weight and feed conversion. *Poultry Science* 40:1483-1491. 1961.

36. LEVEILLE, G. A. and FISHER, H. Observation on lipid utilization in hens fed vegetable and animal fat supplemented diets. *Poultry Science* 37:658. 1958.
37. LILLIE, R. J.; SIZE MORE, J. R.; MILLIGAN, J. L. and BIRD, H. R. Thyroprotein and fat in laying diets. *Poultry Science* 31:1037-1042. 1952.
38. MACHLIN, L. S. and GORDON, R. S. Effects of dietary fat on the fatty acid composition of egg and tissue of the hen. *Poultry Science* 41:1340-1343. 1962.
39. MARION, J. E. and EDWARDS, H. M. The response of laying hen to dietary oil and purified fatty acids. *Poultry Science* 43:911-918. 1964.
40. MACINTYRE, T. M. and AITKEN, J. R. The effect of high levels of dietary energy and protein in the performance of laying hens. *Poultry Science* 36:1211-1216. 1957.
41. MARION, W. W. Egg yolk and serum cholesterol values as influenced by dietary fats and fatty acids. *Poultry Science* 39:1271. 1960.

42. MARCH, B. E. and BIELY, J. The effects of dietary fat and energy levels on the performance of caged laying birds. *Poultry Science* 42:20-24. 1963.
43. MARTINEZ, G. Restricción de alimentos en ponedoras. Tesis M.S. Bogotá UN-ICA. 1976. 62h. (mimeografiado).
44. MURTY, N. L. and REISER, R. Influence of graded levels of dietary linoleic acids on the fatty acid composition of hens eggs. *Jour. Nutrition* 75:287. 1961.
45. OSTRANDER, J. G. The ether extract of yolks of eggs from hens on feed containing different fats. *Poultry Science* 39:746. 1960.
46. POTTER, L. M. The metabolizable energy of feed ingredients for the growing turkey. *Poultry Science* 45:781-782. 1967.
47. POPJAK, G. and TIETZ, A. The biosynthesis of fat and cholesterol in vitro by ovarion tissues of the laying hen. *Biochem. Jour. Proc.* 54:35. 1953.

48. RAND, N. T.; SCOTT, H. M. and KUMMEROW, F. A.  
Dietary fat in the nutrition of the growing chick. Poultry Science 37:1075-1085. 1958.
49. REID, B. L. and WEBER, C. W. Supplemental dietary fat an laying hen performance. Poultry Science 54(2): 422-428. 1975.
50. REISER, R. The synthesis and interconversions of polyunsaturated fatty acids by the laying hen. Jour. Nutrition 44:159. 1951.
51. RENDON, M. Energetic contributions of various fats to broiler diets at different environmental temperatures. Tesis M.S. Athens University of Georgia 53. 1975.
52. RENDON, O. Influencia del peso sobre la producción en aves semipesadas alimentadas a voluntad o restringida. Tesis M.S. Bogotá, UN-ICA. 1976. 62 h. (mimeografiado).
53. RUSSELL, W. C.; TAYLOR, M. W. and POLSKIN, L. J.  
Fat requirements of the growing chick. Jour. Nutrition 19:555. 1940.

54. SCOTT, M. L.; YOUNG, R. S. y NESHEIM, M. C. Alimentación de las aves. Trad. Alfonso Corral Andrade. Barcelona, GEA, 1973. 506 p.
55. SHUTZE, J. V.; JENSEN, L. S. and MCGINIS, J. Effect on different dietary lipids on egg size. Poultry Science 37:1242. 1958.
56. \_\_\_\_\_ and JENSEN, L. S. Influence of linoleic acid on egg weight. Poultry Science 42:921-924. 1963.
57. \_\_\_\_\_; JENSEN, L. S. and MCGINIS, J. Further studies on unidentified nutritional factor affecting egg size. Poultry Science 38:1247. 1959.
58. SELL, J. L.; CHOO, S. H. and KONDRA, P. A. Fatty acid composition of egg yolk and adipose tissue as influenced by dietary fat and strain of hen. Poultry Science 47:1296-1303. 1968.
59. SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. and PEPPER, W. F. The responses of chicks to the dietary inclusion of material which might be assumed to possess beneficial extracaloric properties. Poultry Science 41:1254-1261. 1962.

60. SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. and ASHTON, G. C.  
Factors affecting the metabolizable energy content of poultry feeds. Variability in the M.E. values attributed to samples of tallow and undegummed soybean oil. Poultry Science 40:303-308. 1961.
61. SIM, J. S.; BRAGG, D. B. and HODGSON, G. C. Effect of dietary animal tallow and vegetable oil on fatty acid composition of egg yolk, adipose tissue and liver of laying hens. Poultry Science 52:51-57. 1973.
62. SKINNER, J. L.; QUISENBERRY, J. H. and COUCH, R. High efficiency and APF concentrates in the rations of the laying fowls. Poultry Science 30:319-324.
63. SWIFT, R. W. and BLACK, A. Fats in relation to caloric efficiency. Jour. An. Oil Chemist Ass. 26:171-176. 1949.
64. TITUS, H. W.; BYERLY, T. C. and ELLIS, N. R. Effects of diet on egg composition. Partial chemical analyses of egg produced by pullets on different diets. Jour. Nutrition 6:127. 1933.

65. WARING, J. J.; ADDISSON, R. F. and BROWN, W. O.  
A comparative study of energy utilization by the laying hen from diets containing a high proportion of fat and diets made up mainly from carbohydrate sources.  
Brit. Poultry Science 9:79-86. 1968.
66. WASHBURN, K. W. and NIX, F. D. Genetic basis of yolk cholesterol content. Poultry Science 53:109-115. 1973.
67. WHEELER, P.; PETERSON, D. W. and MICHAELS, G. D.  
Fatty acid distribution in egg yolk as influenced by type and level of dietary fat. Jour. Nutrition 69:253. 1959.
68. VOLKER, L. y GALI, J. A. Valores comparativos de la energía metabolizable y energía neta para la producción de sebo y otras grasas en las raciones para broilers. Alemania, Renderes Ass. 1967. 58 p.

A P E N D I C E

TABLA 1. Dietas utilizadas (kg) . Cantidades expresadas como porcentaje.

Ingrediente	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
Maíz amarillo	45,6	45,6	45,6 (50,34)
Torta de soya	24,0	24,0	24,0 (26,49)
Sebo	—	10,6	10,6 (11,69)
Azúcar	20,0	—	— ( — )
Pica de arroz	—	9,4	— ( — )
Fosfato bicálcico	2,5	2,5	2,5 ( 2,75)
Carbonato de calcio	7,0	7,0	7,0 ( 7,72)
Sal	0,4	0,4	0,4 ( 0,41)
Vitaminas y minerales	0,5	0,5	0,5 ( 0,55)
Metionina	0,07	0,07	0,07( 0,07)
Etoxiquin	0,012	0,12	0,012( 0,012)
T O T A L	100	100	90

TABLA 2. Composición de la premezcla de vitaminas y minerales. Cantidades para una tonelada de alimento.

Ingrediente	Cantidad
Vitamina A	12.000.000 ui
Vitamina D <sub>3</sub>	2.000.000 ui
Vitamina E	10.000.000 ui
Riboflavina	4.500 mg
Acido pantoténico	10.000 mg
Niacina	25.000 mg
Colina	300.000 mg
Vitamina B <sub>12</sub>	20 mg
Vitamina K	2.500 mg
DL-Metionina	500 .000 mg
Manganeso	60.000 mg
Hierro	40.000 mg
Cobre	4.000 mg
Yodo	2.500 mg
Zinc	40.000 mg
Tolueno H. B.	130.000 mg
Mogolla de trigo C.S.P. hasta completar 5 kg.	
<b>TOTAL</b>	<b>5.000 g</b>

TABLA 4. Consumo diario de energía, proteína y fibra. <sup>1/</sup>

Tratamiento	Energía <sup>3/</sup>		Proteína <sup>4/</sup>		Fibra		c / P <sup>2/</sup>
	Kcal	% de l	g	% de l	g	% de l	
1 2.850/16 Kcal	336.08	100	17.55	100	2.40	100	178
2 2.850/16 Kcal	353.77	105	18.47	105	6.37	265	178
3 3.000/18 Kcal	300.13	94	15.6	94	2.14	94	166

<sup>1/</sup> Ponedoras semipesadas adultas, 48 por tratamiento, 12 por repetición.

<sup>2/</sup> Relación caloría - proteína.

<sup>3/</sup> Kilocalorías ave - día

<sup>4/</sup> Gramos en proteína ave-día.

TABLA 5. Comportamiento en peso de ponedora semipesadas adultas <sup>1/</sup> alimentadas a voluntad con dietas de alta, media y baja densidad energética.

Tratamientos	P E S O S				METABOLISMO	
	Inicial g	% de l	Final g	% de l	Ganancia g	% de l
1 2850/16 Kcal	2110a	100	2266b	100	156b	100
2 2850/16 Kcal	2113a	100	2341a	103	228a	146
3 3000/18 Kcal	2092a	99	2327a	103	235a	151

<sup>1/</sup> Cruce macho Rhode Island Rojo x Hembra Plymath Rock Barrada 48 aves por tratamiento, 12 por repetición.

a, b, = Cantidades con letra diferente, difieren para  $P < 0,05$ .

TABLA 6. Consumo de alimento, energía y proteína en aves semipesadas. <sup>1/</sup>

Tratamiento	CONSUMO <sup>2/</sup>				UTILIZACION NUTRIENTES					
	diario		energía		energía hue-		proteína			
	g	% de l	ave / día	Kcal % de l	vo	% de l	g	% de l		
1 2850/16	126a	100	359a	100	20a	100	230a	100	4.5a	100
2 2850/16	120b	95	343b	96	19b	95	211b	92	3.8b	84
3 3000/18	118b	94	354b	99	21b	95	206b	90	3.5b	78

<sup>1/</sup> Ver nota 1 de la Tabla 4.

<sup>2/</sup> a, b = Cifras con letras diferentes, son significativas para P < 0.05.

<sup>3/</sup> Gramos de proteína ave - día.

TABLA 7. Eficiencia en la producción de huevos de aves semipesadas alimentadas a voluntad con dietas de alta, media y baja densidad energética. <sup>1/</sup>

Tratamientos	PRODUCCION HUEVOS			PESO		EFICIENCIA	
	% de l	A ve	% de l	g % de l	g % de l	Alimento-Huevo Peso Huevo-Ali- mento	
1 2850/16	69.4a	100	93.7a	100	61.2a	100	181.8a 100 34.2b 100
2 2850/16	68.8a	99	92.9a	99	60.3a	99	174.5ab 96 36.6 107
3 3000/18	69.0a	99	93.2a	99	62.4a	102	170.6b 94 38.1a 111

<sup>1/</sup> a, b, Cantidades con letra diferente, son significativas para P < 0,05.

TABLA 8. Análisis Económico.

	DIETA 1	DIETA 2	DIETA 3
Precio inicial ave	92,36	92,36	92,36
Precio final ave	73,46	75,90	75,44
Consumo alimento kg	17,010	16,200	15,930
Valor del alimento \$	114,14	122,96	120,11
Valor huevos \$	192,68	188,22	195,40
Ganancia neta por ave \$	53,26	48,80	58,37