

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

TESIS

**EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL O TOTAL DE
ACEITE DE PALMA (*Elaeis guinensis*) POR ACEITE DE
FRITURA COMO FUENTE DE ENERGIA EN LA RACION
ALIMENTICIA DE POLLOS DE ENGORDE**

POR

**Moisés A. Bravo Moraga
Sergio Iván Canales R.**

**Managua, Nicaragua
1997**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

**EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL O TOTAL DE
ACEITE DE PALMA (*Elaeis guinensis*) POR ACEITE DE
FRITURA COMO FUENTE DE ENERGIA EN LA RACION
ALIMENTICIA DE POLLOS DE ENGORDE**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico del Departamento
de Investigación de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad
Nacional Agraria, para optar al grado de:**

INGENIERO AGRONOMO

POR

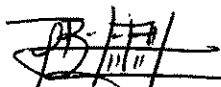
**Moisés A. Bravo Moraga
Sergio Iván Canales R.**

**Managua, Nicaragua
1997**

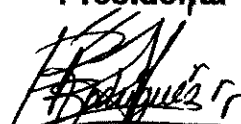
Esta tesis fue aceptada por el Comité Técnico Académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, y aprobada por el Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL:



Ing. Tania Beteta Herrera
Presidenta

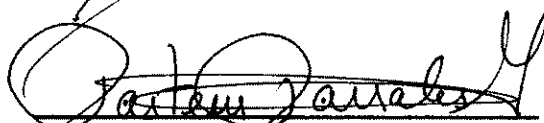


Ing. Rosa A. Rodríguez Saldaña
Secretaria



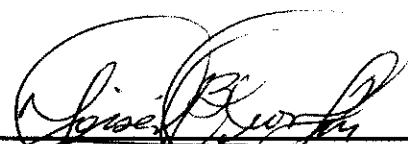
Ing. Bryan Mendieta Araica
Vocal

TUTOR:



Ing. Pasteur Parrales
Profesor Consejero

SUSTENTANTES:



Moisés A. Bravo Moraga
Estudiante



Sergio Iván Canales R.
Estudiante

**Universidad Nacional Agraria
U. N. A.**

**Facultad de Ciencia Animal
F A C A**

Managua, 19 de marzo de 1997

**Ing. Roberto Blandino O.
J' Dpto. Investigaciones - FACA
Su Despacho**

Ing. Blandino:

Los Ing.(Inf.) Moisés A. Bravo Moraga y Sergio Iván Canales R., que han venido trabajando en el tema de tesis "Evaluación de la sustitución parcial o total de aceite de palma (*Eleaís guinensis*) por aceite de fritura como fuente de energía en la ración alimenticia de pollos de engorde", se han desempeñado en el mismo con independencia, responsabilidad y dedicación.

Este trabajo de diploma ha sido sometido a revisión por diferentes colegas; a la fecha es considerado como un escrito que reúne los requisitos para ser defendido y optar al grado de INGENIERO AGRONOMO.

Sin más a que hacer referencia.

Atentamente


Ing. Pasteur Parrales García
Profesor Consejero

CC: Archivo



TIP-TOP INDUSTRIAL, S. A.

Km. 17 Carretera a Masaya
Tel. (505)-2-799245 - Administración
(505)-2-799312 - Ventas
Fax: (505)-2-799569
Apdo. N°. 39 • Masaya, Nicaragua

Masaya. 06 de Enero 1997.

Comite Técnico Académico
Depto. de Investigación
FACCA.

Estimados Sres.:

El motivo de la presente es para comunicarle que los Brs. MOISES A. BRAVO MORAGA Y SERGIO IVAN CANALES R. realizaron el ensayo experimental titulado: "EVALUACION DE LA SUSTITUCION PARCIAL O TOTAL DE ACEITE DE PALMA POR ACEITE DE FRITURAS COMO FUENTE DE ENERGIA EN LA RACION ALIMENTICIA DE POLLOS DE ENGORDE", en la granja avícola Trinidad, propiedad de Tip Top Industrial, S. A.

Tengo a bien informarles que estos jóvenes cumplieron con responsabilidad y respeto su trabajo durante el tiempo que duró el ensayo experimental, mostrando su interés en el campo de la investigación enriqueciendo de esta manera sus conocimientos que ayudan de forma positiva al desarrollo productivo de esta empresa.

Sin más a que referirme me despido de Ustedes.

Atentamente,

Tip Top INDUSTRIAL, S. A
Lic. Gorman Guevara C.
Supervisor Gral de Producción
Tip Top Industrial, S. A.

CC:Archivo.

DEDICATORIA

En el principio creó Dios los cielos y la tierra.

E hizo Dios animales de la tierra según su género, y ganado según su género, y todo animal que se arrastra sobre la tierra según su especie.

Y vio Dios que era bueno (Génesis 1:1 y 1:25).

Hermosa labor la del agrónomo; proteger, producir, reproducir y conservar lo que la Inspiración Divina y Mano Todopoderosa ha creado: La naturaleza y los animales.

Esta tesis la dedico, principalmente, a mis padres **Moisés Bravo O.** y **Adilia de Bravo M.**, a quienes debo el apoyo que me brindaron en todo momento para ser posible la finalización de este trabajo de investigación, y que sirve al mismo tiempo, de culminación de una carrera profesional.

A mis hermanas y hermano: Yovanni, Fabiola Leonor y Elgin François.

A mi apreciada Sharon González Rojas; novia, amiga y colega.

A mis tios, tias, primos y primas, con las cuales formamos una gran familia, y aunque sean largas distancias las que nos separan, nuestro corazón está unido en un solo lugar, y esperamos con anhelo y paciencia el día que todos nos encontremos de nuevo.

A mi compañero de tesis **Sergio Iván Canales Rosales**; el más que nadie conoce del esfuerzo que fue necesario para culminar ésta investigación. Amigo y compañero que siempre recordaré.

Moisés A. Bravo M.

DEDICATORIA

Dedico ésta tesis:

A mi madre: **M. Elba Canales O.**

A mis hermanas: **Martha A. Porras Canales y
Aurora E. Rosales Canales**

A mis tías: **Alicia y Adilia Canales O.**

A mi abuelo: **Francisco Canales (q.e.p.d.)**

A mis primos: **Rosita Vallecillo Canales y
Ernesto García Canales;**

que me apoyaron en todo momento, económica o moralmente hasta la culminación de mi carrera.

A mi compañero y amigo **Moisés A. Bravo M.** por compartir en todo momento nuestros problemas en común, y por haberme ayudado a la culminación de ésta tesis.

Sergio Iván Canales R.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Creador por permitimos concluir este trabajo de diploma, con el cual coronamos la carrera de Ingeniero Agrónomo.

De manera especial a todas las personas que de una u otra manera nos apoyaron con sus conocimientos, medios económicos y materiales.

A los licenciados Alberto Falla Argueta y Norman Guevara, Gerente de la Planta de Alimento y Supervisor General de Granjas de TIP-TOP IND. S. A. respectivamente, por su decidido e incondicional apoyo, que hizo posible que se llevara a cabo la presente investigación.

Al ingeniero Leonel Vaca Adams, ex-Director de Producción y actual Asesor de TIP-TOP IND. S.A., por su amabilidad, paciencia e invaluable conocimientos adquiridos a través de su persona, que sirvieron para elevar la calidad técnica de nuestro trabajo experimental.

A todo el personal técnico y administrativo de la granja "La Trinidad" de TIP-TOP IND. S.A., que siempre estuvieron anuentes a resolver nuestras inquietudes y necesidades para llevar a cabo, con la mayor exactitud y precisión, el montaje y desarrollo del ensayo experimental.

Al doctor Denis Salgado, por habernos dedicado parte de su valioso tiempo y conocimientos en la revisión y corrección del informe final de nuestro trabajo de diploma; así como también, en la preparación de la presentación del documento final al jurado calificador.

A los ingenieros Tania Beteta y Bryan Mendieta, por su valiosa asesoría en la redacción y presentación de nuestra tesis.

A todo el personal del Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA), que siempre estuvieron en la disposición de ayudarnos en cualquier consulta que hiciéramos o material bibliográfico que necesitáramos.

A nuestro incondicional amigo Allan Báez, que con su paciencia, comprensión y generosidad fue posible la impresión y reimpresión del presente documento, que son necesarias en este tipo de investigaciones.

Agradecemos al ingeniero Pasteur Parrales García, tutor de nuestra investigación, por sus consejos y sustanciales aportes que fueron decisivos para comprender el objetivo principal de un trabajo de tesis.

Indice general

<u>Contenido</u>	<u>Página</u>
Lista de cuadros	ix
Lista de figuras	xi
Anexo	xii
Resumen	xiv
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	3
1.1.1.- Objetivo general	3
1.1.2.- Objetivos específicos	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Generalidades	4
2.1.1.- Origen y domesticación de las aves	4
2.1.2.- Definición del término Pollo de Engorde	5
2.1.3.- Características que debe reunir un pollo de engorde	5
2.1.4.- Breve descripción anatómica de las partes que conforman el sistema digestivo de las aves	6
2.1.4.1.- Cavidad oral	7
2.1.4.2.- Faringe	7
2.1.4.3.- Esófago	7
2.1.4.4.- Estómago	7
2.1.4.5.- Intestino delgado	8
2.1.4.6.- Intestino grueso	9
2.1.5.- Organos digestivos complementarios	9
2.1.5.1.- Páncreas	9
2.1.5.2.- Hígado	9
2.1.5.3.- Vesícula biliar	10
2.2.- Fisiología del proceso digestivo de las aves	10
2.2.1.- Importancia de utilizar grasas o aceites en la dieta de pollos de engorde	12
2.2.2.- Absorción de las grasas	15
2.2.3.- Valor energético de las grasas	20

2.3.- Factores ambientales en la cría de pollos de engorde	21
2.3.1.- Temperatura	21
2.3.2.- Humedad relativa	23
2.3.3.- Ventilación	24
2.3.4.- Pureza del aire	25
2.3.5.- Iluminación	25
III.- MATERIALES Y METODOS	28
3.1.- Localización y duración del ensayo experimental	28
3.2.- Datos climatológicos	29
3.3.- Animales del ensayo experimental	29
3.4.- Tratamientos experimentales	30
3.5.- Descripción de la galera experimental	36
3.6.- Manejo del ensayo experimental	39
3.6.1.- Plan sanitario	41
3.6.2.- Programa de iluminación	42
3.7.- Descripción de las variables estudiadas	43
a.- Consumo acumulado de alimento	44
b.- Peso vivo final	45
c.- Conversión alimenticia	45
d.- Ganancia media diaria	46
e.- Mortalidad	46
f.- Análisis financiero	46
3.8.- Diseño experimental	49
IV.- RESULTADOS Y DISCUSION	51
4.1.- Consumo acumulado de alimento	51
4.2.- Peso vivo final	53
4.3.- Conversión alimenticia	56
4.4.- Mortalidad	59
4.5.- Análisis financiero	60
V.- CONCLUSIONES	64
VI.- RECOMENDACIONES.....	66
VII.- BIBLIOGRAFIA	67
VIII.- ANEXO	72

Lista de cuadros

<u>Cuadro No.</u>		<u>Página</u>
1	Contenido de aceites en las raciones alimenticias de los tratamientos evaluados durante el período experimental	30
2	Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T ₁ (testigo)	31
3	Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T ₂	32
4	Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T ₃	33
5	Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T ₄	34
6	Análisis químico de los aceites utilizados en la ración alimenticia durante el período experimental	36
7	Cantidad de horas luz e intensidad luminica empleados durante el período experimental	43
8	Análisis de varianza para la variable consumo acumulado de alimento, a los 42 días.	51
9	Consumo de alimento acumulado, en kilogramos, hasta los 42 días.	52
10	Análisis de varianza para la variable peso vivo final, a los 42 días.	54
11	Peso vivo final de los pollos, en kilogramos, hasta los 42 días.	54
12	Ganancia media diaria de los pollos, en kilogramos, hasta los 42 días.	56
13	Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia, a los 42 días.	57

14	Conversión alimenticia de los pollos durante el período 57 experimental hasta los 42 días, en kilogramos
15	<i>Mortalidad acumulada de los pollos, en porcentaje, 59</i> <i>hasta los 42 días.</i>
16	Consumo de alimento de los pollos por periodos, al final 61 de los 42 días.
17	Costos con base en kilogramo de alimento consumido para 61 producir un kilogramo de carne de pollo, y beneficio neto por kilogramo de peso vivo, al final de los 42 días.

Lista de figuras

<u>Figura No.</u>		<u>Página</u>
1	Posición geográfica de la granja "La Trinidad", comarca San Francisco, Nindirí, Departamento de Masaya	28
2	Esquema de la galera experimental y ubicación azarizada de los tratamientos (T _x) con sus respectivas unidades experimentales.	38

Anexo

<u>Cuadro No.</u>	<u>Página</u>
1A Clasificación taxonómica de la gallina doméstica	72
2A Índices productivos establecidos por la Guía de Manejo Hubbard (1995)	73
3A Digestión de los principios digestivos orgánicos (Vaca, 1991)	74
4A Principales ácidos grasos saturados e insaturados (Londoño, 1993)	75
5A Absorbabilidad de las grasas (Zumbado, 1994)	76
6A Especificaciones de la grasa ideal para pollos de engorde (Zumbado, 1994)	77
7A Estandar de calidad de una grasa para pollos, (Zumbado, 1994)	77
8A Energía metabolizable y contenido de ácido linoleico en algunas grasas y aceites (NRC, 1984 citado por Vint, 1991).	78
9A Humedad relativa y temperatura óptima en la galera y ambiente para pollos de engorde (Bakker, 1996)	79
10A Información climatológica semanal reportada durante el ensayo experimental (INETER); 22 OCT.-09 DIC. de 1995	80
11A Datos sobre temperatura registrados dentro de la galera experimental (22 OCT.-09 DIC. de 1995)	81
12A Composición química y posología de los medicamentos utilizados en el período experimental	82

13A	Indices productivos de la empresa TIP-TOP INDUSTRIAL S.A. (1995).	83
14A	Niveles nutricionales recomendados por la Guía de Manejo Hubbard (1995)	84
15A	Análisis bromatológicos efectuados a varios ingredientes que forman parte de la ración alimenticia (LAQUISA, 1995)	85
16A	Aditivos alimenticios comunes y razón de su uso (Wyatt, 1995)	86
17A	Niveles típicos de nutrientes en dietas de pollos de engorde (Avicultura Profesional, 1993)	86
18A	Minerales que contiene el aceite de fritura (ppm), (Zhang <i>et al.</i> , 1992)	87

BRAVO MORAGA, M.A.; CANALES ROSALES, S.I. 1996. Evaluación de la sustitución parcial o total de aceite de palma (*Elaeis guinensis*) por aceite de fritura como fuente de energía en la ración alimenticia de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional agraria. 87 p.

Palabras claves: Pollos de engorde, alimentación, fuentes de energía, aceites, palma africana, frituras, consumo de alimento, peso final, conversión de alimento, costos - beneficios.

Evaluación de la sustitución parcial o total de aceite de palma (*Elaeis guinensis*) por aceite de fritura como fuente de energía en la ración alimenticia de pollos de engorde.

RESUMEN

La presente investigación estuvo dirigida a determinar la viabilidad, que sobre el desempeño productivo del pollo de engorde, podía ejercer la sustitución parcial o total del porcentaje de aceite de palma (*Elaeis guinensis*, Jacq) por aceite de fritura como fuente de energía en la ración alimenticia. La sustitución parcial o total se hizo con base en el 6% de aceite que se incluye en la fórmula alimenticia, ajustada a los requerimientos de los pollos de engorde. El ensayo experimental fue realizado en la granja avícola "La Trinidad", propiedad de la empresa TIP-TOP INDUSTRIAL S.A. Se utilizaron 700 pollos de engorde para producción comercial, del híbrido Peterson-Hubbard, de un día de edad y mantenidos en evaluación durante un periodo de 42 días. Estos fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos, conformados cada uno de cinco unidades experimentales, y éstas a su vez con 35 pollos cada una, quedando de la forma siguiente: Tratamiento T₁(testigo) : 6% aceite de palma; tratamiento T₂ : 2% aceite de palma y 4% aceite de fritura; tratamiento T₃ : 1% aceite de palma y 5% aceite de fritura; tratamiento T₄ : 6% aceite de fritura. El

resto de los ingredientes que conformó la dieta alimenticia fue igual para todos los tratamientos; así como también el manejo de los pollos se realizó al igual que lo hace la Empresa para toda su producción. Las variables estudiadas fueron consumo de alimento, peso vivo final y conversión de alimento. Los resultados obtenidos a partir de estas variables fueron analizados a través de un Diseño Completamente Aleatorio y sometidos a la Prueba de Tukey, el que proporcionó la superioridad existente entre tratamientos. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos para la variable conversión alimenticia, con índices de conversión para el final de periodo experimental, de 1.8050, 1.7829, 1.7550 y 1.7310 para los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 y T_4 , respectivamente. Las variables consumo acumulado de alimento y peso vivo final no presentaron diferencias estadísticas a un nivel de significancia de $p < 0.05$. El análisis financiero demostró que el tratamiento T_4 tiene un menor costo de alimentación, siendo este de C\$3.35/kg peso vivo. Encontrándose los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 con costos de C\$3.8210, C\$3.5624; y C\$3.4527/kg peso vivo, respectivamente. El mayor beneficio neto por kilogramo de peso vivo lo obtuvo el tratamiento T_4 , con C\$0.47. Siendo el beneficio neto para los tratamientos T_2 y T_3 de C\$0.26 y C\$ 0.37, respectivamente. La mortalidad presentada por los tratamientos T_1 , T_2 , T_3 , y T_4 para el final del periodo experimental fue de 5.13, 3.99, 2.85 y 3.99 (%), respectivamente.

I.- INTRODUCCION

En el abastecimiento de alimentos para la humanidad, los productos de industria alimenticia de procedencia animal constituyen una fuente de proteína de buena calidad y alto valor biológico. La producción de carne de aves juega un papel importante en el abastecimiento de proteína para la población.

El desarrollo de la industria avícola ha significado la evolución constante de la tecnología aviar, amplios conocimientos científicos-técnicos en su explotación y aumento acelerado de la producción de pollos; que se debe, en su mayor parte, a la eficiencia de su explotación y a las características particulares que posee su carne.

El pollo, además de ser un animal sano al momento del sacrificio, presenta alto valor nutritivo, teniendo un 20% de proteína en comparación con la carne de res, cerdo o cordero que poseen 18.8; 11.9 y 15.7% respectivamente. Además, posee condiciones organolépticas apetecibles y carne saludable para el humano debido a su bajo contenido de grasa, que es de 11%; en tanto, que la carne de res, cerdo y cordero tienen 14.0; 45.0 y 27.7% respectivamente (Mendieta, 1993). Lo que convierte al pollo en un importante alimento a nivel nacional y mundial.

En nuestro país, Nicaragua, la producción de broilers ha ido creciendo año con año, teniendo en la actualidad volúmenes de producción de 20 millones de aves. La empresa TIP-TOP INDUSTRIAL S.A. participa con una producción de pollos de 12 millones anuales, lo que equivale al 60% de la producción nacional de pollos de engorde (Aho, 1996).

TIP-TOP INDUSTRIAL S.A., se ha expandido desde hace varios años al campo de las “Rosticerías”, donde es ofrecido el producto que la empresa produce (pollo) en la forma de piezas fritas; administradas por TIP-TOP COMERCIAL S. A.

Para la preparación de las piezas de pollo se hace indispensable el uso de aceite comestible en cantidades considerables, el cual después de cierto tiempo de uso tiene que ser reemplazado después de desechado. Es en este punto donde se ve la posibilidad de utilizar este residuo de cocina, conocido con el nombre de **aceite de fritura**, como materia prima para formar parte de la dieta alimenticia de los pollos de engorde que la empresa produce en sus granjas.

La presente investigación estuvo dirigida a determinar el porcentaje adecuado de uso del aceite de fritura en combinación con el aceite de palma africana (*Elaeis guinensis*), o tomar solo al primero como fuente de energía. Esto se logró tomando en cuenta los resultados de la evaluación sobre índices productivos como: consumo acumulado de alimento, peso vivo final y conversión alimenticia.

Estos resultados fueron importantes, sobre todo para TIP-TOP INDUSTRIAL S.A., al conocer la forma de uso del aceite de fritura en la nutrición de pollos de engorde, con lo que también se beneficia el sector avícola en general.

1.1.- OBJETIVOS

1.1.1.- Objetivo general

Evaluar el efecto de sustitución parcial o total del porcentaje de grasa como fuente de energía a partir de aceite de palma (*Elaeis guinensis*) por aceite de fritura en la ración alimenticia de pollos de engorde, durante un período experimental de 42 días.

1.1.2.- Objetivos específicos

Evaluar el efecto de sustitución parcial o total del porcentaje de grasa a partir del aceite de palma por aceite de fritura sobre las variables consumo acumulado de alimento, peso vivo final y conversión alimenticia.

Realizar un análisis de costo-beneficio por concepto de alimentación, para evaluar la conveniencia económica de sustituir parcial o totalmente el porcentaje de grasa de aceite de palma por aceite de fritura utilizado en la ración alimenticia.

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Generalidades

2.1.1.- Origen y domesticación de las aves

Sisson y Grossman (1982) creen que el origen de la gallina se remonta a más de 5000 años y que su génesis deriva del Pollo Rojo de la Jungla, *Gallus bankiva*, L. especie de Faisán nativo del sudeste de Asia. En concordancia, Fehér (1980) clasifica taxonómicamente a la gallina dentro del género *Gallus* y de la sub-especie *domeoticus* (Cuadro 1A).

En cuanto a la domesticidad de la gallina, Castelló *et. al.* (1989) considera que es muy remota. La mayor parte de los historiadores opinan que la gallina se domesticó en la India, desde donde ya en las épocas prehistóricas pasó a China y, en los albores de la historia, a los imperios antiguos del Medio Oriente.

Desde el inicio de la domesticación de las aves, el hombre ha venido seleccionando y dejando para la reproducción a aquellos ejemplares que destacaban las características más deseables. Estas eran aves ágiles y agresivas para peleas de gallos; otros, aves de plumaje llamativo para ornato; o bien, de gran tamaño para la producción de carne, o buena capacidad para producir huevos (Vaca, 1991).

Existe variación en las aves de importancia comercial, tanto en la apariencia física como en la conversión del alimento. Estas pueden clasificarse en razas pesadas, como por ejemplo: Rhode Island Red, Light Sussex, White Wyandotte y White Rock; razas ligeras como: White, Brown, Black Leghorns, Minorcas y Anconas. Los broilers cruzados deben su desarrollo al cruzamiento de Light Sussex, White Rock, White Cornish y razas de pelea (Sisson y Grossman, 1982).

2.1.2.- Definición del término Pollo de Engorde

Se le denomina pollo de engorde al ave proveniente del cruce de dos razas o líneas seleccionadas, en las que se ha mejorado su capacidad productiva, rendimiento y eficiencia con fines de producción comercial. Pero estos no pueden ser usados como reproductores, ya que la progenie será muy heterogénea, desuniforme, tanto en su fórmula genética como en su capacidad productiva (Vaca, 1991).

2.1.3.- Características que debe reunir un pollo de engorde

Según Vaca (1991) el avicultor moderno tiene una cantidad de opciones donde escoger aquellas características en el pollo de engorde que se presten mejor a sus objetivos, pero que de forma deseable y general son las siguientes:

- a. Gran capacidad de incrementar su peso.
- b. Rápido desarrollo físico y buena estructura corporal para soportar altos pesos a edad temprana.

- c. Eficiente conversión, que significa la capacidad para convertir los alimentos en carne.
- d. Buena calidad de la carne y rápido emplume.
- e. Alta viabilidad.
- f. Resistencia a enfermedades.
- g. Color adecuado de piel.

North (1986) argumenta que en la actualidad los pollos de engorde se comercializan con edad aproximada de seis a siete semanas y con peso mayor o igual de 1.8 kilogramos, en caso de crecimiento intensivo.

Según la Guía de Manejo Hubbard (1995) el peso promedio de los pollos, a las seis semanas de edad, es de 2.377 kg y 1.946 kg, para macho y hembra, respectivamente, siendo de 2.155 kg para mixto (Cuadro 2A).

La empresa TIP-TOP IND. en la actualidad saca pollos de seis semanas de edad y con peso vivo por pollo de 1.9136 kg, al matadero, para venta comercial (Cuadro 13A). De cualquier forma una empresa avícola puede lograr el peso de los pollos que más le convenga, valiéndose de fórmulas alimenticias específicas y de la edad del pollo al destace.

2.1.4.- Breve descripción anatómica de las parte que conforman el sistema digestivo de las aves.

Sisson y Grossman (1982) expresan que el sistema digestivo de las aves está conformado por:

2.1.4.1.- Cavidad oral: formada por los labios y dientes, que aunque están ausentes, funcionalmente, se encuentran reemplazados por un pico epidérmico queratinizado que cubre las partes rostrales de las mandíbulas superior e inferior. Las glándulas salivares, bien desarrolladas en el pollo, forman una capa casi continua en las paredes de la boca y faringe.

2.1.4.2.- Faringe: formada por el techo de la faringe que está dividido por una hendidura infundibular corta y mediana; y por el suelo rostral de la faringe, que está formada por la base o raíz de la lengua, que se encuentra fija. La parte libre de la lengua, rígida y de forma triangular, descansa sobre el suelo de la boca.

2.1.4.3.- Esófago: situado entre la orofaringe y la parte glandular del estómago. Está dividido en esófago cervical (parte proximal a la orofaringe) y torácico (parte distal de la orofaringe). Forma un divertículo sacular (buche) en la parte ventral y cervical del esófago; se asienta ventrolateralmente a éste y cranealmente a la clavícula y músculos pectorales.

2.1.4.4.- Estómago: existen dos partes distintas separables por una constricción, y así se forma el estómago glandular que es craneal y pequeño (proventrículo) y un estómago muscular más caudal (ventrículo, molleja).

- **Estómago glandular:** es un órgano alargado en forma de huso dirigido craneo caudalmente, algo ventral y a la izquierda, situado en la parte ventral izquierda de la cavidad corporal. Mcleod *et. al.* (1964) citado por Sisson y Grossman (1982) aducen que tiene una longitud de 5 centímetros y en su parte más ancha mide 1,5 cm.

- **Estómago muscular:** es un órgano grande semejante a una lente biconvexa. Está situado, aproximadamente, entre los niveles de las III y XIV vértebras lumbosacras en el macho y aproximadamente, entre la VII y XII vértebra lumbosacra en la hembra. Asienta, esencialmente, sobre el plano vertical.

2.1.4.5.- Intestino delgado (*Intestinum tenue*): formado por un asa duodenal craneal y una porción caudal. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) agrega que tiene una longitud de 165 a 205 cm.

- **Duodeno (*Duodenum*):** es un asa de color gris rojizo con partes descendente proximal y ascendente distal. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) aduce que tiene una longitud de 22 a 35 cm y un diámetro de 0,8 a 1,2 cm.

- **Yeyuno (*Jejunum*):** las partes proximal y distal son casi rectas y la mayor parte de éste está dispuesto en número de asas cortas al borde del mesenterio dorsal. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) argumenta que tiene una longitud de 85 a 125 cm y un diámetro de 0,7 a 1,4 cm.

- **Ileon (*Ileum*):** es la continuación del yeyuno en la parte media, ventral al recto y cloaca, se extiende cranealmente dorsal al duodeno ascendente. Opuesto al bazo se arquea dorsal y caudalmente; cerca de la VII vértebra lumbosacra continúa caudalmente con el recto, donde tiene una pequeña constricción. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) aduce que tiene una longitud de 13 a 18 cm y un diámetro de 0,7 a 1 cm.

2.1.4.6.- Intestino grueso (*Intestinum crassum*): el intestino grueso del pollo está formado por un par de ciegos -*Caeca*- (derecho e izquierdo) y un intestino corto que continua con el íleon y cloaca. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) agrega que la longitud de cada ciego es aproximadamente de 14 a 23,5 cm.

- **Recto (*Rectum*):** es corto y ventral a la VII vértebra lumbosacra: es la continuación del íleon cranealmente, el ciego izquierdo ventralmente sobre el lado izquierdo y el ciego derecho dorsalmente sobre el lado derecho. Se extiende caudalmente como un tubo casi recto hasta la cloaca. Pilz (1937) citado por Sisson y Grossman (1982) agrega que la longitud del recto es de 8 a 11 cm y su anchura es mayor que la del duodeno.

2.1.5.- Organos digestivos complementarios

2.1.5.1.- Páncreas (*Pancreas*): tiene lóbulos dorsal, ventral y esplénico. Los lóbulos dorsal, ventral y tercero se extienden longitudinalmente en el mesenterio dorsal para unirse a las partes ascendentes y descendentes del duodeno. El lóbulo esplénico es pequeño y su parte craneal asienta junto al bazo; caudalmente está unido al lóbulo dorsal. Fehér (1980) agrega que el páncreas tiene una longitud de 12 cm y un peso de 2.27 a 3.44 gramos.

2.1.5.2.- Hígado (*Hepar*): está suspendido por el peritoneo en las cavidades dorsal derecha e izquierda y celómica hepática ventral. El hígado tiene lóbulos derecho e izquierdo que se unen ventralmente en la línea media. Fehér (1980) asegura que tiene un peso de 30 a 60 gramos.

2.1.5.3.- Vesícula biliar (*Vesica fellea*): según Vaca (1991) es un ensanchamiento del conducto hepático derecho, llamado cístico, que lleva la bilis del hígado a los intestinos. La vesícula sirve también como un "reservorio" de la bilis. Fehér (1980) sostiene que la vesícula tiene una longitud de 2 a 4.5 cm.

2.2.- Fisiología del proceso digestivo de las aves

Blandino (1993) indica que el principal objetivo de la alimentación aviar es convertir alimentos para animales en alimentos humanos; en este sentido la gallina doméstica es muy eficiente. Existe una cantidad de factores que hacen que las aves sean muy distintas a los cuadrúpedos: digieren con mayor rapidez, su respiración y circulación son más aceleradas, su temperatura corporal es unos tres a cuatro grados centígrados más alta (41 °C), son más activas y más sensibles a las influencias ambientales, crecen más pronto y maduran antes.

Con respecto a la digestión, de forma general, es la serie de procesos que determina la fragmentación de las partículas y moléculas de alimento hasta sustancias más simples que pueden ser absorbidas o utilizadas por las células (Wilson, 1989).

En las aves, la digestión inicia una vez que el alimento es tomado por el pico haciendo contacto con la saliva, que contiene el fermento llamado ptialina, la que desdobla almidones en azúcares (Cuadro 3A). Posteriormente el alimento pasa al buche donde sigue actuando la ptialina y el agua que el ave ingiere; lo que reblandece el alimento.

Al llegar al proventrículo es atacado por el jugo gástrico (formado éste por agua, ácido clorhídrico y pepsina), actuando sobre proteínas y transformándolas en productos nitrogenados intermedios de más fácil absorción (Vaca, 1991).

El ácido clorhídrico también interviene en la digestión de la fibra de los alimentos y en la descomposición de sales minerales, solubilizándolas y haciéndolas atacables por los fermentos del intestino. También en el proventrículo, cuando el medio no es muy ácido, actúa la lipasa. En la molleja se efectúa un proceso de trituración y molido, convirtiendo el bolo alimenticio en quimo (Vaca, 1991).

En la primera sección del intestino (asa duodenal) el alimento se pone en contacto con la bilis segregada por el hígado y el jugo pancreático, contribuyendo así a la digestión de los carbohidratos. En el intestino delgado se efectúa la absorción de los principios nutritivos que están en disposición de pasar al torrente sanguíneo. En los apéndices ciegos se acumula materia fecal, de naturaleza fibrosa, que sufre digestión con ayuda de bacterias que atacan las células (Vaca, 1991).

Los restos de alimento no aprovechable por los intestinos y ciegos se retiene en la última porción más gruesa del intestino, el recto, de donde son expulsados al exterior a través de la cloaca (Vaca, 1991).

2.2.1.- Importancia de utilizar grasas o aceites en la dieta de pollos de engorde.

Londoño (1993) considera que las grasas y aceites son indispensables en la alimentación; en cuanto, son normalmente fuentes de ácidos grasos esenciales (oleico, linoleico, araquidónico), y que la grasa de ciertos ingredientes alimenticios tiene gran importancia en la selección y el empleo de los mismos en la formulación de raciones. Por lo que puede apreciarse con frecuencia que las raciones carentes de grasa, o con bajo contenido de este nutriente, son menos aceptadas por los animales que aquellas con una mayor cantidad de ésta.

En nutrición se debe hablar de lípidos y no de grasas, por tener denominación más extensa y por usar en raciones avícolas los aceites, principios inmediatos emparentados con ellas, pero sin ser grasas realmente. En las grasas, el carbono, el hidrógeno y el oxígeno no entran en la misma proporción que en los hidratos de carbono (CH_2O), sino que se hayan en mayor proporción al carbono y al hidrógeno que el oxígeno, por lo que al quemarse para ser digeridos proporcionan aproximadamente más del doble de calorías que los azúcares o hidratos de carbono (Torrijos, 1976).

Las grasas contienen aproximadamente una cantidad de energía 2,25 veces mayor que las sustancias extractivas libres de nitrógeno, por lo que se precisa menos cantidad de ellas para desempeñar la misma función. La cantidad de grasa añadida a una ración puede oscilar del 1-8 % (Torrijos, 1976).

Londoño (1993) expresa que los lípidos que aparecen generalmente en los alimentos se encuentran en tres grupos fundamentales:

- a. Grasas o glicéridos o lípidos simples.
- b. Lípidos complejos o compuestos.
- c. Lípidos sin glicerol o estéridos o esteroides.

a.- Grasas o glicéridos: se incluyen en éste grupo los lípidos cuando interviene el mismo tipo de ácido graso en la esterificación: simple.

O cuando en la esterificación interviene más de un tipo de ácido graso: mixtas.

b.- Lípidos complejos o compuestos: son lípidos celulares y humorales difundidos en los tejidos, formando parte de las llamadas grasas fisiológicas. Estos ésteres presentan ácidos grasos con ácidos fosfóricos y bases nitrogenadas.

c.- Lípidos sin glicerol: forman un grupo importante de compuestos dotados de funciones biológicas específicas. Entre los de mayor importancia están los esteroides, ácidos biliares, hormonas suprarrenales y sexuales, etc..

Los ácidos grasos más difundidos en los alimentos generalmente pertenecen a la serie saturada y van desde el butírico de cuatro átomos de carbono al cerótico de 26 átomos de carbono (Cuadro 4A). Los que se presentan en los alimentos de la serie insaturada generalmente presentan uno, dos, tres, cuatro o más doble enlaces (insaturación) (Londoño, 1993).

Estos ácidos grasos saturados e insaturados presentan diferencias químicas y físicas entre sí, como por ejemplo: diferente Índice de Yodo, Punto de Fusión y Actividad Química (Londoño, 1993).

Balconi (1986) señala que en la actualidad la información disponible y por aplicarse en la formulación del alimento, es que el consumo voluntario de alimentos de las aves, está regido principalmente por las necesidades energéticas del animal. En segunda instancia, por factores fisiológicos como la concentración de ciertos compuestos en la sangre.

Tomando en cuenta que el ave consume principalmente para satisfacer sus necesidades energéticas, es necesario formular alimentos energéticamente más concentrados que los granos, por lo que una buena opción es el recurrir al uso de aceites y grasas (Balconi, 1986). Por otra parte, la suplementación de grasa a la dieta favorece la producción de pollos de engorde en zonas tropicales (Enríquez, 1986).

Zumbado (1994) señala las ventajas del uso de las grasas, que son las siguientes:

- El ser fuentes altamente concentradas de energía.
- Aportan ácidos grasos esenciales.
- Favorecen la absorción de vitaminas liposolubles.
- Interaccionan con los componentes de la dieta mejorando la utilización de la energía.
- Reducen la tasa de pasaje del alimento mejorando la digestibilidad.

- Reducen los efectos adversos del estrés por calor.
- Reducen la polvosidad del alimento mejorando su textura.
- Mejoran la palatabilidad de algunas fórmulas.
- Mejoran la dispersión de microingredientes en premezclas y alimentos.
- Actúan como lubricantes durante el mezclado y peletizado.
- Reducen el peso y volumen de alimento que debe ser mezclado, manipulado, etc.

2.2.2.- Absorción de las grasas

Antes de su ingreso en el intestino, la grasa de los alimentos es degradada en sólo muy pequeñas proporciones en el estómago; siendo por ello importantísima la misión de la lipasa pancreática (muy activa) en la degradación de las grasas a nivel del intestino delgado. La lipasa pancreática escinde las grasas, pasando por diglicérido y monoglicéridos, pudiendo incluso hidrolizarlas completamente en ácidos grasos y glicerina. El pH óptimo para la acción de la lipasa pancreática se sitúa en 8.0 (Londoño, 1993).

Los lípidos alimentarios, compuestos principalmente por triglicéridos, entran en el duodeno y se emulsionan después con el contacto de las sales biliares conjugadas (Scott *et al.*, 1973).

Al respecto, Londoño (1993) indica que la bilis formada en el hígado constituye tanto una excreción como una secreción. Por una parte, cierto número de productos metabólicos, por ejemplo: los pigmentos biliares abandonan el organismo por vía biliar. Por otra parte, se contiene en la bilis

compuestos químicos en forma de ácidos biliares que son de gran importancia para el proceso digestivo de los lípidos.

En las superficies de éstas grandes gotas de emulsión (5000 Å) se acelera grandemente la actividad de la lipasa pancreática. Los ácidos grasos en las posiciones 1- y 3- de los triglicéridos se proyectan en la fase acuosa del contenido intestinal y son rápidamente activados por la lipasa pancreática (Scott *et al.*, 1973).

La lipasa pancreática rompe los enlaces estéricos de la grasa emulsionada, produciéndose monoglicéridos y ácidos grasos libres como producto del desdoblamiento (Londoño, 1993).

Una parte de los monoglicéridos segregados y de los ácidos grasos insaturados ayudan a la formación y estabilización de gotas más pequeñas de emulsión, mientras que la mayoría de los monoglicéridos y de los ácidos grasos insaturados, junto con las sales biliares conjugadas, forman mezclas de modo espontáneo (Scott *et al.*, 1973).

Los ácidos grasos generados en el desdoblamiento y los que pudieran estar inicialmente presentes en el alimento, forman con los monoglicéridos y ácidos biliares unos agregados cargados negativamente y que se conocen con el nombre de micelas (Londoño, 1993).

Al respecto, Bell y Freeman (1977) aseguran que en los procesos de digestión y absorción de la grasa en los pollos, el aspecto clave es la formación de grasa micelar, cuyos componentes principales de éstas son los

monoglicéridos y los ácidos grasos libres que son absorbidos por las células epiteliales del intestino delgado (Cuadro 5A).

Estas pequeñas partículas de un diámetro de sólo 30-100 Å son ampliamente dispersadas en el medio acuoso del lumen intestinal. Solubilizan los ácidos grasos no polares, tales como el ácido palmítico y el esférico. De ésta forma los ácidos grasos y los monoglicéridos se ponen rápidamente en contacto con las microvellosidades (Scott *et al.*, 1973).

Estas micelas penetran en los espacios intermedios entre los distintos microvilli de la franja pilosa (500-1000 Å). En cualquier caso solo una parte de los monoglicéridos y ácidos grasos del contenido intestinal se halla en fase micelar, que experimenta entonces una rápida absorción. Mediante la absorción de los ácidos grasos y monoglicéridos contenidos en las micelas, se liberan los ácidos biliares y pueden colaborar en la emulsión de las grasas o bien son absorbidos en el íleon (Londoño, 1993).

Cada célula epitelial del intestino contiene cerca de mil microvellosidades, lo que le aumenta el área de superficie de la membrana epitelial del intestino aproximadamente 24 veces. Los monoglicéridos y los ácidos grasos pasan a través de ésta membrana a las células de las mucosas. Dado que las sales biliares no son absorbidas en la parte superior del intestino delgado, son utilizadas de continuo para la siguiente formación de micelas y son, eventualmente, absorbidas en la parte inferior del yeyuno (Scott *et al.*, 1973).

En los mamíferos, la grasa es secretada por las células mucosales en la linfa como quilomicronas que entran en circulación generalizada por la vía del conducto torácico. Sin embargo, el sistema linfático intestinal del pollo está menos desarrollado y difiere en su estructura. Se encontró que la red capilar sanguínea ocupaba casi todo el núcleo central y no había evidencia de una lactea central. La sugerencia de que toda la grasa pudiera ser absorbida por la vía del sistema portal fue posteriormente confirmada. Se demostró que por lo menos 90% de la grasa absorbida entraba en el sistema portal como lipoproteínas de muy baja densidad (Bell y Freeman, 1977).

Frederickson *et al.*, 1967 citados por Bell y Freeman, 1977 explican que los lípidos son demasiado apolares para circular como moléculas libres en la sangre. Forman una gama de complejos solubles que contienen diversas proporciones de proteínas; éstas constituyen los medios de transporte para los lípidos en los mamíferos y aves.

La explicación de la alta eficiencia en la utilización de algunas grasas radica en el bajo costo de energía de su hidrólisis en el intestino, de la absorción de ella, de la resíntesis triglicérida en el epitelio intestinal, el transporte y deposición en relación con la eficiencia con que los ácidos grasos, y los carbohidratos, suministran acetil CoA para los requerimientos de energía o la síntesis de las grasas (Blaxter, 1962 citado por Bell y Freeman, 1977).

Zumbado (1994) cita que el valor de la energía metabolizable de las grasas está determinado en gran parte por su absorbabilidad, la cual depende de: longitud de la cadena de los ácidos grasos predominante, grado de insaturación de los ácidos grasos, relación ácidos grasos insaturados:ácidos

grasos saturados, grado de esterificación, posición del ácido graso en el glicérido, edad del ave, microflora intestinal, sinergismo entre la grasa agregada y la residual de la dieta.

La absorción de ácidos grasos saturados de cadena larga, aunque bastante pobre, se ve mejorada por la presencia de ácidos grasos insaturados, cuando se logra una relación ácidos grasos insaturados:ácidos grasos saturados de al menos uno (Zumbado, 1994).

La absorción de ácidos grasos saturados libres se ve aún más afectada por la presencia de calcio y magnesio en la dieta, debido a la formación de jabones insolubles. Ello no solo limita la disponibilidad energética, sino que, puede ocasionar problemas de calcificación en el ave (Zumbado, 1994).

Zumbado (1994) continúa agregando que los ácidos grasos insaturados libres se absorben mucho mejor que los ácidos grasos saturados libres. Esto es importante a la hora de decidir sobre el uso de aceites ácidos e hidrolizados que se ofrecen en el mercado, y detalla el porcentaje de absorción de los ácidos grasos libres, monoglicéridos y triglicéridos (Cuadro 5A).

Lowe y Howells (1985) citados por Zumbado (1994) consideran que la composición de la grasa del Cuadro 6A es la ideal para aves. Además, agregan que es posible lograr buenos resultados con grasas de composición menos óptima, si se toman en cuenta factores nutricionales al formular, y si existe un buen control de la calidad de dicha grasa (Cuadro 7A).

2.2.3.- Valor energético de las grasas

La determinación de la energía metabolizable de las grasas por métodos convencionales no mide su aporte energético real a dietas prácticas. Esto por no cuantificar los efectos extracalóricos y extrametabólicos atribuidos a: sinergismo entre la grasa adicionada y la residual, reducción en la tasa de pasaje del alimento, aumentando en ambos casos la energía metabolizable de la dieta, y a la menor pérdida o incremento de calor de las grasas, que aumenta la energía neta debido a la mejor utilización de la energía metabolizable (Cuadro 8A). Estos efectos permiten obtener rendimientos superiores a los esperados, más aún en condiciones de estrés calórico (Zumbado, 1994).

La energía metabolizable máxima de las grasas (más de 10,000 Kcal/kg), se logra con niveles bajos en la dieta (3-5%), reduciéndose linealmente al aumentarlos. El tipo de grano en la dieta y la composición de la grasa residual también afecta el valor de la energía metabolizable de la grasa agregada. En general, las aves prefieren comer dietas con grasa, lo cual es ventajoso en clima cálido. Este efecto también se atribuye al menor incremento calórico de las grasas y a la mejor textura de las dietas (Zumbado, 1994).

Como el aporte energético de las grasas varía según su calidad, nivel y método de utilización, el usuario deberá establecer sus propios estimados para su formulación en particular y para comparar costos de ingredientes energéticos (Zumbado, 1994).

2.3.- Factores ambientales en la cría de pollos de engorde

Mientras mejores sean las condiciones de comodidad en que se desarrollen las aves, mayores serán sus rendimientos (Cuadro 9A). Las condiciones que tengan las instalaciones deben garantizar rangos de temperatura, humedad, ventilación, pureza del aire e iluminación en el interior de las mismas (Mayorga, 1994).

2.3.1.- Temperatura

Las aves son animales homeotermos endotermos. Esto se debe a que en la actualidad se utilizan los términos **ectotérmico** y **endotérmico** para diferenciar a los animales de acuerdo a los mecanismos que utilizan para mantener su temperatura corporal por arriba de la temperatura del medio. Las aves y los mamíferos homeotérmicos son animales endotérmicos, debido a que controlan su producción de calor metabólico como medio para mantener su temperatura corporal por arriba de la del medio. Con respecto a los animales poiquilotermos, también pueden mantener su temperatura corporal por arriba de la de su medio, pero lo hacen utilizando una fuente de calor externa, por lo general el sol. Los animales ectotérmicos dependen principalmente de mecanismos conductuales para mantener alta su temperatura corporal (Wilson, 1989).

Al respecto, Mayorga (1994) agrega que las aves son capaces de mantener su temperatura corporal dentro de un rango de temperatura ambiental, siendo el calor cedido hacia el medio igual al producto por el metabolismo y el ejercicio muscular. De perderse este equilibrio el animal

caerá en un estrés, siendo mortales temperaturas corporales menores de 23 grados centígrados y mayores de 40 grados centígrados, en aves adultas. Estudiando la temperatura, independiente de otros factores, observaremos que a cada etapa de vida del ave le corresponde una temperatura de comodidad donde las actividades vitales se desarrollan perfectamente y la productividad es máxima (Cuadro 9A).

Varias investigaciones han demostrado que las aves son capaces de ajustarse al calor si se les permite acostumbrarse a él gradualmente. Otros estudios han demostrado que si las aves se someten a un corto estrés por calor, durante una edad temprana, más tarde tendrán capacidad de resistir mejor un estrés por calor (Lacy, 1992).

North (1986) asegura que la temperatura ambiental influye directamente en el consumo de alimento, siendo éste más crítico a altas temperaturas ambientales.

El estrés provocado por el calor, que es producido cuando la temperatura ambiental y la humedad relativa son altas, disminuye el ritmo de crecimiento, la eficiencia alimenticia y la supervivencia de los broilers (Teeter, 1989 citado por Estrada y Cruz, 1993).

Al respecto, López *et al.* (1992) concuerdan en que la temperatura ambiente elevada ejerce un efecto nocivo que incide en una disminución de la ganancia de peso, poca eficiencia de conversión, en el consumo de alimento y aumento de la mortalidad. En efecto, pollos de engorde mayores de tres semanas, con temperatura de solamente 24-25 grados centígrados, se les

puede observar un ligero deterioro en el crecimiento, sobre todo en los machos, que al llegar cerca de los 30 grados centígrados los efectos ya son manifiestos.

El Manual Merck de Veterinaria (1981) explica que las manifestaciones de trastornos del mecanismo de regulación del cuerpo se origina por altas temperaturas, humedad relativa alta y ventilación inadecuada. Por lo que la exposición prolongada a temperaturas altas, es causa de que los vasos sanguíneos periféricos se dilatan, y cuando se produce dilatación sin aumentos compensatorios del volumen sanguíneo, puede producirse colapso circulatorio. Fisiológicamente las respuestas compensatorias de los pollos al estrés calórico tienen dos objetivos principales: aumentar la disipación de calor y reducir la producción de calor metabólico.

2.3.2.- Humedad relativa

Mayorga (1994) señala que el grado óptimo de humedad relativa oscila entre 60 y 75% aproximadamente, pero que entre 40 y 75% no presenta dificultades mayores en el comportamiento de las aves. Aunque se debe tener cuidado con humedades relativas menores de 60%, ya que Gómez (1988) y Vaca (1991) puntualizan que las humedades relativas menores del 50% pueden causar problemas, pues aumenta la producción de polvo en la camada y caseta, afectando negativamente el sistema respiratorio de las aves.

Una humedad relativa alta, a temperatura superior a 26.7 grados centígrados, produce efectos negativos sobre el rendimiento. A temperatura de 25 grados centígrados y humedad relativa mayor de 60%, provoca postración y muerte de las aves, lo cual demuestra el sinergismo entre estos factores

(López *et al.*, 1992). Al respecto, Bakker (1996) cita que con una humedad relativa del 80%, se debe bajar rápidamente la temperatura después de los 16 días de nacido el pollo, con el fin de no afectar su crecimiento (Cuadro 9A).

La mayor susceptibilidad de los pollitos, a los cambios de humedad relativa, se debe a que ellos tienen menor capacidad para acumular líquidos y son más propensos a pérdidas de agua. Aunque la humedad del ambiente externo influye en la del interior de las instalaciones, el foco principal lo tenemos en las mismas aves con sus deyecciones y su respiración (Mayorga, 1994).

2.3.3.- Ventilación

Mayorga (1994) asegura que la ventilación tiene tres grandes objetivos:

- a.- Purificación del aire cargado de anhídrido carbónico (CO_2) procedente de la respiración del ave y del amoníaco de sus deyecciones.
- b.- Eliminar el exceso de humedad del interior de la nave.
- c.- Eliminar el exceso de calor.

Todo esto se logra con la renovación del aire por medio de dispositivos o de la propia construcción de la nave, que contribuye a la regulación térmica, ya que desplaza las masas de aire que se han calentado por las vías de convección y evaporación a partir del propio animal.

A medida que los pollos aumentan la edad, la ventilación tiene importancia creciente. Las aves grandes irradian más calor y expelen más excremento, gastan más aire que los pollitos recién nacidos (Bundy y Diggins, 1961).

2.3.4.- Pureza del aire

El aire de una nave se vicia con la estancia continua de las aves en ésta, por causas como: respiración que expulsa el anhídrido carbónico, y por las deyecciones que desprenden gases amoniacales (Mayorga, 1994).

Si estos gases no son extraídos de las naves, entonces se producen las afectaciones en las aves, y estará en dependencia de las concentraciones que alcancen esos gases. Entre los efectos que se pueden observar están: jadeo, diuresis, pérdida de apetito, convulsiones y, en altas concentraciones de estos gases combinado a mucho tiempo de exposición de las aves, conduce a la muerte (Mayorga, 1994).

2.3.5.- Iluminación

En las aves de engorde la tasa de crecimiento puede ser afectada por el programa de iluminación. Esta influye en las características productivas y reproductivas de las aves, por lo que se hace necesario el correcto uso de la misma, desde el punto de vista del fotoperíodo, intensidad y color, para que las aves produzcan más carne (Sánchez, 1987).

Al respecto, Mayorga (1994) agrega que todo el gobierno hormonal que rige la producción está vinculado estrechamente a efectos lumínicos, de ahí la importancia de dosificar la iluminación en las instalaciones, por lo que existen diferentes programas de iluminación, y se basan en índices por categorías.

El Manual de Hubbard Farms Inc. (1995) recomienda emplear bombillos de 60 watts por cada 22 m². Después de una semana, se disminuye gradualmente la intensidad de luz hasta no más de 25 watts por cada 22 m². La baja intensidad de luz disminuye la actividad de los pollos, reduce el canibalismo, el picaje de plumas y mejora la eficiencia alimenticia, aunque también disminuye la pigmentación.

En las dietas sea cual sea el ingrediente alimenticio utilizado no importa, lo que el organismo animal aprovecha son los componentes químicos, las sustancias básicas por las que están constituidos dichos ingredientes. Estas sustancias químicas básicas son: agua, carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales (Vaca, 1991).

La industria avícola, al igual que muchas industrias pecuarias modernas, se ha visto enriquecida en los últimos años con la introducción de nuevas técnicas, métodos y programas en la alimentación, lo que es importante desde el punto de vista económico, ya que es el rubro principal que representa el mayor volumen de gastos en la producción (Vaca, 1991). Por lo que Enríquez, (1986) y Ensminger (1983), consideran que corresponde al rubro alimentación sobre el cual se debe incidir, con el fin de incrementar las utilidades en el producto terminado.

El mejor indicador para determinar el plano de nutrición más económico, es formular una serie de dietas con diferentes niveles de densidad nutricional (energía) y comparar estos datos sobre la base del menor costo del alimento. Esto nos podrá proporcionar el costo más bajo de alimento para producir un kilogramo de pollo, aún cuando no resulte la dieta que produzca la tasa de aumento más rápida (Buenrostro, 1990).

En este sentido, Rosales (1989) afirma que en América Latina y en cualquier parte del mundo en donde las dietas con alto contenido energético sea costoso, el contenido energético de los alimentos fluctúa entre 2,900 y 3,100 Kcal EM/kg de alimento. En *Avicultura Profesional* (1993) se señala ciertos niveles típicos nutricionales, que deben ser tomados en cuenta a la hora de formular la ración alimenticia para el pollo de engorde (Cuadro 17A).

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el punto de producción más económico no es fijo, sí no que flutúan con el tiempo, a medida que el valor relativo de los diferentes ingredientes varía (Buenrostro, 1990).

Así mismo, Blandino (1993) señala que para el mejor aprovechamiento del potencial genético del pollo de engorde es necesario elaborar un programa de alimentación que aporte la demanda de energía, proteína o aminoácidos, sin olvidar el punto de vista económico en el equilibrio de estos.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- Localización y duración del ensayo experimental

El presente trabajo investigativo se realizó en la granja avícola "La Trinidad", propiedad de la empresa TIP-TOP INDUSTRIAL S. A.. Esta explotación de aves está ubicada a 3 kilómetros al Norte de la ciudad de Nindiri, en la Comarca San Francisco, Departamento de Masaya. Su ubicación geográfica es de $86^{\circ} 07' 12''$ Longitud Oeste y $12^{\circ} 02' 06''$ Latitud Norte (Figura 1). La altura sobre el nivel del mar en la que se encuentra la granja es de los 204 metros (INETER, 1996). El ensayo experimental tuvo una duración de seis semanas (42 días), dando inicio el 28 de octubre y finalizando el 09 de diciembre de 1995.

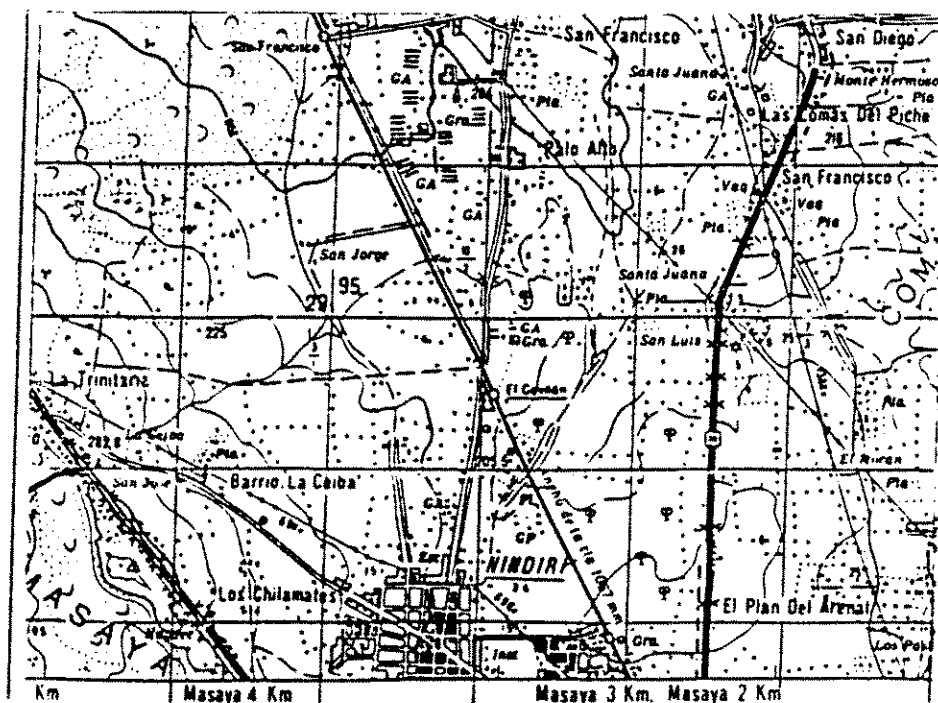


Figura 1. Posición geográfica de la granja "La Trinidad", Comarca San Francisco, Nindiri, Departamento de Masaya.

3.2.- Datos climatológicos

Durante el periodo de ensayo experimental, la temperatura y humedad relativa promedio de la zona, fueron de 25.2 grados centígrados y 83.05 %, respectivamente. La precipitación pluvial promedio registrada, para el mismo periodo experimental, fue de 4.03 milímetros (INETER, 1996) (Cuadro 10A).

La galera donde se llevó a cabo el experimento presentó una temperatura, la cual fue registrada todos los días del periodo experimental, obteniéndose un promedio, para todo el periodo, de 29.55 grados centígrados (Cuadro 11A).

3.3.- Animales del ensayo experimental.

Para llevar a efecto este experimento se empleó el mismo tipo, y bajo las mismas condiciones de selección, de especie aviar que actualmente tiene en su explotación comercial la empresa TIP-TOP IND.. Se utilizaron 700 pollos de engorde del híbrido Petterson - Hubbard, cuyos progenitores tenían una edad de 41 semanas.

Estos pollos, al momento de iniciar el ensayo experimental, tenían la edad de un día y se utilizaron tanto machos como hembras, los cuales estuvieron en producción hasta los 44 días de edad (los 42 días culminaron el día 09 de diciembre), por lo que la matanza se realizó dos días después de haber finalizado la investigación experimental.

3.4.- Tratamientos experimentales

El ensayo experimental consistió en utilizar diferentes niveles de sustitución parcial o total de aceite de palma por aceite de fritura, como fuentes de energía en la dieta alimenticia de los pollos de engorde, mezclados en proporciones diferentes, de tal forma que el nivel de aceite en el alimento fue constante, siendo éste de un 6%. El resto de ingredientes se usaron en proporciones iguales, en cuanto a tipo, calidad y cantidad, para los diferentes tratamientos evaluados durante el período experimental. En el Cuadro 1 se observa la proporción de cada tipo de aceite utilizado en los diferentes tratamientos experimentales.

Cuadro 1. Contenido de aceite en las raciones alimenticias de los tratamientos evaluados durante el periodo experimental.

TRATAMIENTOS	% ACEITE DE PALMA	% ACEITE DE FRITURA
T ₁ (testigo)	6	0
T ₂	2	4
T ₃	1	5
T ₄	0	6

A continuación, en los Cuadros 2,3,4 y 5, se muestra la composición y análisis calculado de los tratamientos evaluados para cada período de alimentación. En estos se observa que se mantuvo constante los ingredientes para las cuatro dietas. Se realizó análisis bromatológico a una parte de los ingredientes que conformaron la ración alimenticia de los pollos de engorde (Cuadro 15A).

En el análisis calculado se obtuvieron diferentes valores para los diferentes tratamientos. La premezcla se ajustó a lo recomendado por la Guía de Manejo Hubbard (1995) mostrados en el Cuadro 14A

Cuadro 2. Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T₁ testigo. (6% aceite de palma).

CONCEPTO	TIPOS DE ALIMENTOS			
	INGREDIENTES (%)	INICIADOR (1-23 días)	CRECIMIENTO (24-36 días)	FINALIZADOR (37-42 días)
Maíz blanco		24.630	27.155	27.189
Maíz amarillo		24.621	27.154	27.189
Harina de soya		24.949	20.401	20.335
Aceites				
- Palma		6.000	6.000	6.000
- Fritura		0.000	0.000	0.000
Harina (carne y hueso)		4.000	3.490	3.487
Harina de pollo		4.000	4.000	4.000
Semolina de arroz		9.000	9.000	9.000
Premezcla		2.800	2.800	2.800
ANALISIS CALCULADO (%)				
Humedad		10.190	11.140	10.960
Proteína		21.100	19.380	19.180
Grasa		10.080	10.920	11.230
Cenizas		5.440	5.380	5.400
Carbohidratos		53.190	53.180	53.230
Fibra Cruda		2.560	2.280	2.700
Calcio		0.900	0.930	0.830
Fósforo		0.690	0.700	0.640
Energía (Kcal EM/Kg)		3100.010	3150.030	3200.180
Costo C\$ / Kg		2.20	2.12	2.02

Cuadro 3. Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T₂
(2% aceite de palma; 4% aceite de fritura).

CONCEPTO	TIPOS DE ALIMENTOS		
	INGREDIENTES (%)	INICIADOR (1-23 días)	CRECIMIENTO (24-36 días)
Maíz blanco	24.630	27.155	27.189
Maíz amarillo	24.621	27.154	27.189
Harina de soya	24.949	20.401	20.335
Aceites			
- Palma	2.000	2.000	2.000
- Fritura	4.000	4.000	4.000
Harina (carne y hueso)	4.000	3.490	3.487
Harina de pollo	4.000	4.000	4.000
Semolina de arroz	9.000	9.000	9.000
Premezcla	2.800	2.800	2.800
ANALISIS CALCULADO (%)			
Humedad	10.050	11.120	10.760
Proteína	22.400	19.800	19.000
Grasa	10.750	12.170	12.930
Cenizas	5.500	5.820	5.070
Carbohidratos	51.300	51.090	52.240
Fibra Cruda	3.570	2.420	2.650
Calcio	0.910	1.010	0.810
Fósforo	0.720	0.720	0.650
Energía (Kcal EM/Kg)	3116.670	3166.700	3216.850
Costo C\$ / Kg	2.08	2.00	1.90

**Cuadro 4. Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T₃
(1% aceite de palma; 5% aceite de fritura).**

CONCEPTO	TIPOS DE ALIMENTOS			
	INGREDIENTES (%)	INICIADOR (1-23 días)	CRECIMIENTO (24-36 días)	FINALIZADOR (37-42 días)
Maíz blanco		24.630	27.155	27.189
Maíz amarillo		24.621	27.154	27.189
Harina de soya		24.949	20.401	20.335
Aceites				
- Palma		1.000	1.000	1.000
- Fritura		5.000	5.000	5.000
Harina (carne y hueso)		4.000	3.490	3.487
Harina de pollo		4.000	4.000	4.000
Semolina de arroz		9.000	9.000	9.000
Premezcla		2.800	2.800	2.800
ANALISIS CALCULADO (%)				
Humedad		9.940	11.140	10.980
Proteína		21.880	20.010	19.280
Grasa		10.500	11.840	12.730
Cenizas		5.630	5.920	5.310
Carbohidratos		52.050	51.090	51.700
Fibra Cruda		3.260	2.600	2.930
Calcio		0.870	1.050	0.820
Fósforo		0.680	0.660	0.660
Energía (Kcal EM/Kg)		3133.30	3183.370	3233.520
Costo C\$ / Kg		2.05	1.97	1.87

**Cuadro 5. Composición y análisis calculado de la dieta del tratamiento T₄
(6% aceite de fritura).**

CONCEPTO	TIPOS DE ALIMENTOS			
	INGREDIENTES (%)	INICIADOR (1-23 días)	CRECIMIENTO (24-36 días)	FINALIZADOR (37-42 días)
Maíz blanco		24.630	27.155	27.189
Maíz amarillo		24.621	27.154	27.189
Harina de soya		24.949	20.401	20.335
Aceites				
- Palma		0.000	0.000	0.000
- Fritura		6.000	6.000	6.000
Harina (carne y hueso)		4.000	3.490	3.487
Harina de pollo		4.000	4.000	4.000
Semolina de arroz		9.000	9.000	9.000
Premezcla		2.800	2.800	2.800
ANALISIS CALCULADO (%)				
Humedad		10.300	11.130	10.750
Proteína		22.480	20.060	19.850
Grasa		10.380	11.330	12.650
Cenizas		5.380	5.920	5.210
Carbohidratos		51.460	51.560	51.540
Fibra Cruda		3.260	2.380	2.910
Calcio		0.810	0.990	0.800
Fósforo		0.650	0.660	0.660
Energía (Kcal EM/Kg)		3149.900	3199.970	3249.840
Costo C\$ / Kg		2.02	1.94	1.84

El aceite utilizado por las rosticerías para freír las piezas de pollo, es de origen vegetal. Es usado, aproximadamente, seis horas por día y a una temperatura de 350 °C. Los residuos de las piezas de pollo o condimentos que estos desprenden al momento de freírse, son filtrados dos veces por día. El uso del aceite vegetal es continuo, por un espacio de tiempo de ocho días, para luego desecharse.

El aceite de fritura, utilizado durante el presente estudio, fue agregado al resto de los ingredientes que conformaron la dieta de las aves sin un período previo de reposo. Se utilizó en su totalidad el contenido de los recipientes en que fue transportado de las rosticerías a la Planta de Alimentos de la empresa TIP-TOP.

Se les realizó análisis químico a los aceites de palma y fritura, con el objetivo de conocer ciertos índices y valores que pudieran determinar sus cualidades para uso alimenticio, o encontrar algún elemento químico que pudiera ser tóxico para las aves. El resultado del análisis químico para el aceite de fritura, realizado en Laboratorios Químicos S. A., demuestra que éste puede ser usado, sin ningún inconveniente, en alimentación aviar (Cuadro 6).

Al respecto, Zhang *et. al.*, (1992) asegura que el aceite de fritura contiene minerales que son importantes en la dieta de los pollos (Cuadro 18A). En relación a la calidad que debe contener un aceite para alimentación de pollos de engorde, Falla (1996)¹ indica que el Índice de Acidez no debe ser mayor de 55%, Humedad + Impurezas + Índice no Saponificable no debe exceder de 3%, Índice de Peróxidos menor de 10 meq./kg, Índice de Yodo debe oscilar entre

¹ Falla, A. 1997. Calidad de los aceites. Planta de Alimentos de TIP-TOP IND. S.A. (Comunicación personal).

35-55 gr. Y/100 gr de grasa, el porcentaje de grasa para que sea excelente deberá ser mayor de 97%.

Cuadro 6. Análisis químico de los aceites utilizados en la ración alimenticia durante el período experimental.

CONCEPTO	ANALISIS QUIMICO POR ACEITE	
	ACEITE DE PALMA	ACEITE DE FRITURA
Acidez (%) ácido oleico	50.25	3.57
Humedad (%)	0.65	0.80
Impurezas (%)	0.22	0.20
Indice no saponificable (%)	1.70	0.85
Indice de peróxidos (meq./Kg)	3.55	2.47
Indice de iodo (gr.l/100 gr. grasa)	51.83	69.19
Grasa (%)	97.43	98.15
Kcal EM / Kg	7600.00	8800.00

3.5.- Descripción de la galera experimental

La granja "La Trinidad" posee 32 galeras para producción de pollos de engorde de tipo comercial y una galera para investigaciones experimentales. En este mismo lugar también se encuentra ubicada la Planta de Alimentos de la empresa TIP-TOP IND., donde se fabrica y abastece de concentrado a todas las demás granjas de dicha empresa.

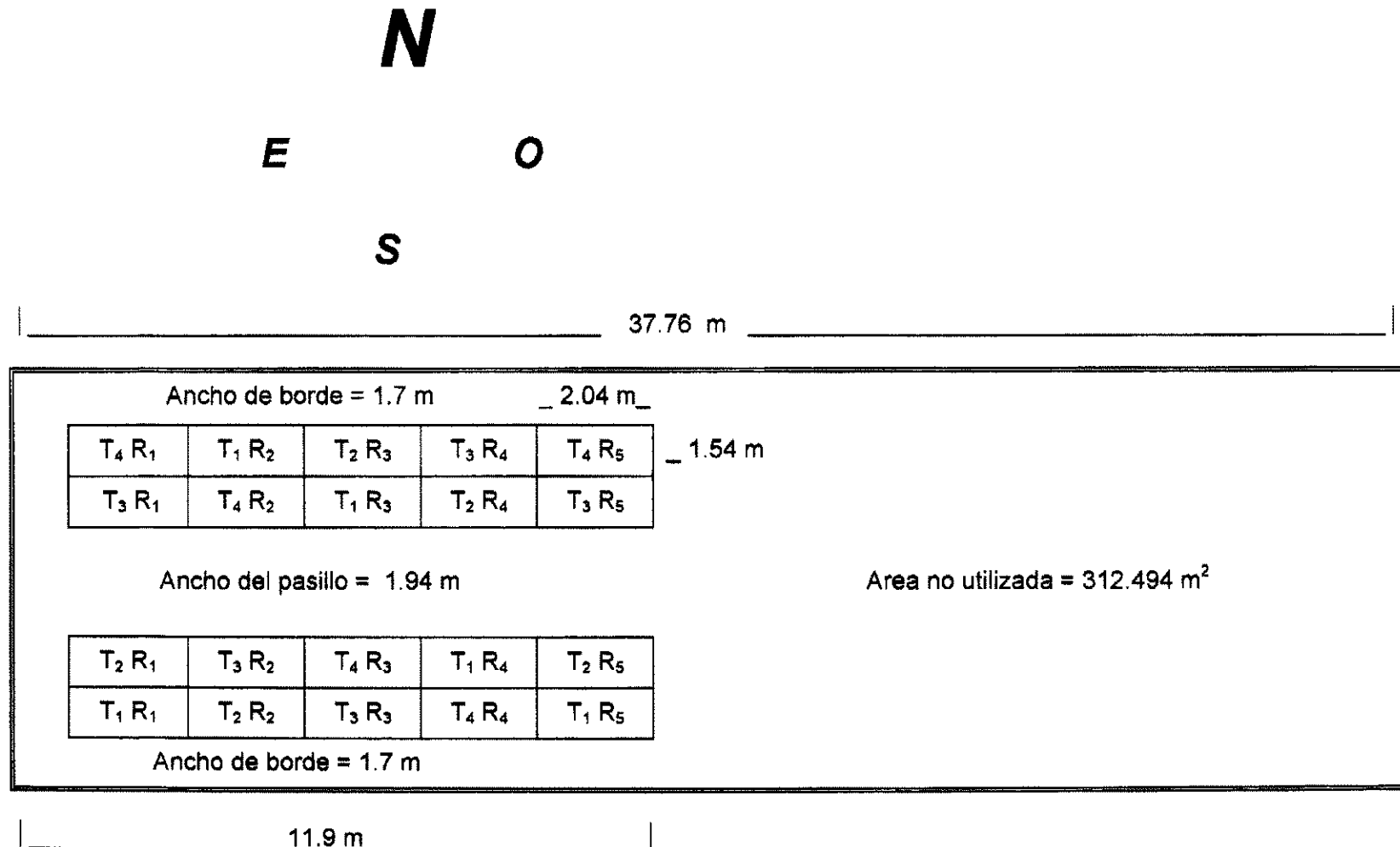
La galera donde se llevó a cabo el experimento fue diseñada para ensayos experimentales que la empresa hace constantemente. Su ubicación es longitudinal de Este a Oeste, con una longitud de 37.76 m y un ancho de 11.5 m.

La galera posee dentro de su construcción piso de cemento a 0.29 m del suelo y con un borde de 0.16 m de alto. Su estructura de soporte (pilares, vigas, tubos galvanizados, etc.) es completamente metálica y cercada con maya ciclón galvanizada. El techo es de cinc corrugado galvanizado con doble caída de agua y teniendo una altura en su parte media (caballete), con respecto al piso, de 4.16 m, y en la altura del alero, con respecto al suelo, de 3.13 m. Los aleros tienen un ancho de 0.835 m en los lados Este y Oeste, y de 1.10 m en los lados Norte y Sur. Tiene construida dos puertas, de la misma maya ciclón, en su parte media, una al lado Norte y la otra al lado Sur de la galera.

Para el abastecimiento de agua, la galera cuenta con dos recipientes, situados en la parte noreste de la misma, para almacenamiento de agua; que les llega por medio de tubería de una fuente principal, que es un pozo artesiano, el cual abastece a todas las demás instalaciones o tanques de las galeras de la granja. Los recipientes están contruidos de concreto y situados a una altura de 2.6 m sobre una base de cemento, con una estructura metálica en cuya altura máxima posee una plataforma de perlines, que son los que sostienen directamente los tanques. Estos poseen una capacidad de 500 litros cada uno.

Para realizar el ensayo se utilizó una parte de la galera, lado Este, que consistió en un área de 136.85 m². Se distribuyó el área para los cuatro tratamientos, con sus respectivas cinco repeticiones para cada uno, de tal forma que una repetición tuvo 2.04 m de largo y 1.54 m de ancho. Con ésta distribución del área se garantizó que hubiesen 11.14 pollos por metro cuadrado (Figura 2).

Figura 2. Esquema de la galera experimental y ubicación azarizada de los diferentes tratamientos (T_x) con sus respectivas unidades experimentales (R_x).



3.6.- Manejo del ensayo experimental

Los pollos de engorde confinados para llevar a cabo el ensayo experimental, recibieron el manejo que la empresa TIP-TOP IND. da a todas las galeras de sus granjas comerciales. La excepción se dio en lo referente al alimento que les fue suministrado a los pollos, el cual contenía diferentes tipos de aceites y que fueron evaluados tomando en cuenta los índices productivos señalados anteriormente.

El manejo se inició con la preparación de la nave tres días antes de la llegada de los pollitos y la cual consistió en lo siguiente:

- Barrido
- Lavado con agua y jabón líquido o detergente
- Desinfección de la nave con desinfectante de amplio espectro.
Formol 37%.

→ Limpieza y desinfección de los alrededores de la galera

→ Caleo

→ Introducción y desinfección de brosa limpia. La cantidad de brosa necesaria se determinó cuando se obtuvo un espesor de yacija de cinco centímetros, uniforme para toda el área a utilizar.

Posteriormente continuaron las prácticas de preparación que aseguraron iguales condiciones para todos los tratamientos y repeticiones, que consistieron en la ubicación al azar y definición del área que tendría cada uno, de acuerdo a la cantidad de pollos que se utilizarían, y al espacio vital necesario por pollo.

Se utilizaron, para hacer las divisiones de cada repetición, rejillas de metal de 0.61 m de alto con ocho barillas cruzadas de forma horizontal y un espacio entre barilla de 3 centímetros; de tal forma que no hubo peligro de que se cruzaran pollitos de una repetición a otra, una vez que se les quitó los ruedos.

Se identificó con una leyenda en cartulina la ubicación de las repeticiones y tratamientos. Seguidamente, se realizó el acomodamiento de los ruedos para cada repetición, que en los primeros tres días tuvieron un diámetro de un metro, y en los últimos tres días de uso tuvieron un diámetro de 1.2 m. Cada ruedo estaba construido con dos láminas, unidas por uno de sus extremos, de cinc liso galvanizado, y cada lámina tenía 0.42 m de ancho y 2.50 m de largo.

Una vez definida el área y puestos los ruedos, se procedió al empapelado del espacio que cubrieron los ruedos. Para el empapelado se utilizó papel periodico, en cantidad suficiente que cubriera la brosa y que fuera lo suficientemente grueso, para que absorbiera con eficiencia las deyecciones de los pollitos en los primeros seis días de vida de estos. El papel se quitó al mismo tiempo que los ruedos, además que éste funcionó para evitar que comieran cascarilla de arroz de la cama.

Se revisó la instalación de las criadoras, que se ubicaron a 1.5 m del piso, estuvieron distribuidas a dos por cada lado del pasillo, de tal forma que cada una cubrió un área de 34.21 m². Estas criadoras funcionan con gas propano. Estuvieron conectadas a un cilindro de 100 libras, por medio de tubos galvanizados y de mangueras de plástico.

Estas criadoras se utilizaron durante cuatro noches; a partir del primer día de llegada de los pollitos.

Se realizó el encortinado de la nave con el fin de proteger de frío o viento el área a utilizar para el ensayo experimental. Para esto se utilizó cortinas de nylon, que se colocaron a lo largo y ancho de la galera, sujetas a la maya ciclón. Estas se empezaron a levantar parcialmente durante el día, a los ocho días de la llegada de los pollitos. A los 15 días de vida de estos, se quitaron en su totalidad, tanto durante el día como para la noche.

3.6.1.- Plan sanitario

El plan sanitario fue aplicado para todos los tratamientos en iguales condiciones de forma y tiempo, el que se desarrolló de la manera siguiente:

- Primer día : Vitaminas + Electrolitos (Polivit B Complex en polvo)*, a razón de 0.5 g por litro de agua.
- Días 2; 3; 4 : Antibiótico (Doxivet en polvo)*, a razón de 0.5 g por litro de agua.
- Día cinco : Vacuna contra Gumboro. Dosis completa. Forma de vacunación: masiva y oral.
- Día siete : Vitaminas + Electrolitos (Polivit B Complex en polvo). Dosis de 0.5 g por litro de agua.
- Día nueve : Vacuna contra New Castle. Dosis completa. Forma de vacunación: masiva y oral.
- Día 12 : Vitaminas + Electrolitos (Polivit B Complex en polvo). Dosis de 0.5 g por litro de agua.

- Día 15 : Vacuna contra Gumboro. Media dosis.
- Día 17 : Vitaminas + Electrolitos (Polivit B Complex en polvo).
Dosis de 0.5 g por litro de agua.
- Días 19; 20; 21: Cloro en agua. Dosis: cinco partes por millón.
- Día 22 : Desinfección de camas (Creolina).
- Día 25 : Vitaminas + Electrolitos (Polivit B Complex en polvo).
Dosis de 0.5 g por litro de agua.
- Días 27-35 : Cloro en el agua. Dosis: cinco partes por millón.
- Día 36 : Desinfección de cama (Creolina).

* Ver Cuadro 12A sobre su composición química y posología; y Cuadro 16A sobre aditivos alimenticios usados comúnmente con su razón de uso (Wyatt, 1995).

3.6.2.- Programa de iluminación

Para la iluminación nocturna de la galera, donde se llevó a cabo el ensayo experimental, se utilizaron seis bujías con filamento de tungsteno, de 25 watt cada una. Estas quedaron distribuidas a razón de tres por cada lado del pasillo de la nave de experimentación, a una altura, con respecto al piso, de 1.8 m. La distancia que hubo entre cada bujía de un lado del pasillo, de forma longitudinal a la galera, fue de 1.7 m, siendo 5.02 m la distancia que separó a cada una en sentido transversal de la nave. De ésta forma cada bujía cubrió una área de 9.08 m² sobre los tratamientos experimentales.

El programa de iluminación que se empleó es el mismo que la empresa usa para sus demás galeras. Este proporciona la intensidad lumínica y cantidad de horas luz que TIP-TOP IND. ha encontrado en investigaciones, hasta el momento, como el más indicado (Cuadro 7).

Cuadro 7. Cantidad de horas luz e intensidad lumínica empleados durante el período experimental.

EDAD (DIAS)	TIEMPO (HORAS LUZ)	INTENSIDAD LUMINICA (WATT/m²)
0 - 4	23	2
5 - 17	Luz natural	-
18 - 42	23	1

3.7.- Descripción de las variables estudiadas

Castelló et. al. (1991) considera que los principales objetivos en una crianza aviar son: consumo de alimento, peso vivo, índice de conversión, mortalidad y rendimiento de la canal.

Las variables en estudio a medir fueron las siguientes:

a.- Consumo acumulado de alimento

Cantidad de alimento consumido por ave. Este fue calculado con base en la diferencia entre el alimento ofertado diario menos el alimento rechazado a diario por los animales.

El cálculo del consumo de alimento se hizo diariamente. Durante los primeros 12 días se hizo uso de un comedero de bandeja de plástico; éste tipo de comedero ocasionó que los pollitos comieran dentro de éste. Con el objetivo de colar el alimento, separándolo de las deyecciones que los pollitos realizaban sobre éste, se utilizó durante los primeros 12 días un colador de lata, en forma de caja, con medidas de 0.12 m de profundidad, 0.24 m de ancho, 0.24 m de largo; con aproximadamente 195 agujeros y con un diámetro de cada uno de 5 milímetros. Posteriormente se instalaron los comederos del tipo tubular.

Se pesó la cantidad de alimento suministrado por la mañana y la cantidad residual encontrada por la mañana del día siguiente, usando una pesa de reloj, restándole a lo suministrado lo residual; obteniéndose con ésta operación el consumo de alimento diario.

Se mantuvo durante el período del ensayo experimental el cuidado de pesar siempre a una misma hora el alimento residual y el alimento a ofertar. Este se realizó todos los días a las nueve de la mañana y se finalizaba 45 minutos después.

b.- Peso vivo final

Peso promedio de las aves que han sobrevivido hasta el final de la crianza. Es decir, el peso del animal en pie tomando en cuenta para esto el peso acumulativo por semana.

El peso vivo final es tomado directamente, utilizando una pesa de reloj. El pesaje de los pollos fue realizado cada siete días, a partir del primer día de llegada de los pollitos. Se pesaron siete pollos por repetición, lo que equivale a 35 pollos por cada tratamiento, y esto significó un 20% del mismo al final de cada semana. Al final del período, a los 42 días, se hizo un pesaje de todos los pollos que llegaron vivos. Este pesaje se realizaba siempre por la mañana, a una hora específica para todas las veces que se efectuó.

c.- Conversión alimenticia

Cantidad de alimento consumido (Kg) para lograr un incremento de un kilogramo de peso vivo.

El cálculo de la conversión alimenticia se obtuvo de forma semanal, dividiendo el consumo de alimento acumulado entre la ganancia de peso acumulado semanalmente. Esquemáticamente se demuestra a continuación:

$$Y = X1 / X2$$

donde: **Y** es la conversión alimenticia acumulada.

X1 es el consumo de alimento acumulado.

X2 es la ganancia de peso acumulada.

d.- Ganancia media diaria

Bajo esta denominación se relaciona el peso vivo de las aves al final de un determinado período de tiempo y el peso inicial para ese mismo período. Esta no fue sujeta a análisis estadístico.

f.- Mortalidad

Es la cantidad porcentual de aves que se han muerto o dado de baja durante los días invertidos en la crianza, oponiéndose al concepto de viabilidad que no es más que el porcentaje de sobrevivientes.

Este registro de mortalidad se hizo diariamente por la mañana, contabilizando los pollos que amanecían muertos, y se hizo momentos antes de suministrar el alimento del día de los pollitos, en todo caso, antes del pesaje.

g.- Análisis financiero

El costo alimenticio por kilogramo de pollo listo al mercado, es la relación entre el costo del alimento consumido promedio por pollo al final del período, y el peso del pollo de cada período.

Los diferentes tratamientos evaluados tuvieron iguales condiciones de manejo, a como la empresa TIP-TOP lo realiza, la única diferencia entre estos fue el costo alimenticio.

El alimento consumido por los pollos fue registrado diariamente; por lo que pudo calcularse el consumo de alimento por semana y el consumo acumulado durante todo el período experimental. A cada unidad experimental se le registró el consumo, posteriormente obtuvimos el consumo por tratamiento.

En la explotación del pollo de engorde existen tres períodos de alimentación: inicio (1-23 días), crecimiento (24-36 días) y finalizador (37-42 días). Cada uno de estos períodos de alimentación estuvieron diferenciados por la cantidad, calidad y tipo de nutriente que conformó la dieta alimenticia; lo que también hizo variar el costo de alimentación en cada período.

El peso vivo de los pollos fue registrado cada siete días; pesando una muestra de un 20% (7 pollos) por cada repetición. El pesaje se hizo siempre a una misma hora, por la mañana.

De los registros diarios sobre consumo de alimento, se calculó un consumo acumulado para cada período de alimentación de los diferentes tratamientos evaluados. Una vez que éste cálculo fue hecho, se sumaron los tres períodos de alimentación de cada tratamiento, obteniéndose el consumo acumulado total para cada uno de ellos.

El costo del kilogramo de alimento de cada uno de los tratamientos en cada período de alimentación fue calculado por TIP-TOP INDUSTRIAL S.A., de acuerdo a sus consideraciones de tipo financiero; estos pueden observarse en los Cuadros 2,3,4 y 5.

Para obtener el costo de lo consumido por pollo en cada período de alimentación y para cada tratamiento, se multiplicó el consumo por pollo del período del tratamiento evaluado por el costo del kilogramo de alimento del mismo período de alimentación. Posteriormente, al sumar los tres períodos de cada tratamiento, se obtuvo el costo total de alimento consumido durante el ensayo experimental.

El costo total de alimento consumido por kilogramo de peso vivo, para cada uno de los tratamientos evaluados se calculó dividiendo el costo total del consumo por pollo (kg) entre el peso vivo (kg) logrado por pollo al final de los 42 días.

Para conocer el beneficio obtenido a partir del costo total de alimento por kilogramo de peso vivo, se procedió a calcular el beneficio neto por kilogramo de peso vivo. Según Tórres (1997)² este nos indica que si el consumo de alimento por kilogramo de peso vivo alcanzado, resulta favorable o no para el avicultor. Si el resultado es positivo, será favorable; si el beneficio neto por kilogramo de peso vivo resulta negativo, no será favorable para el avicultor.

Se calculó el beneficio neto por kilogramo de peso vivo, restándole al tratamiento T_1 (testigo) del costo total por kilogramo de peso vivo cada uno de los tratamientos evaluados (T_2 , T_3 y T_4), obteniéndose el beneficio neto para cada uno de ellos.

² Tórres, A. 1997. Beneficio neto. Facultad de Educación a Distancia y Desarrollo Rural - U.N.A. (Comunicación personal).

3.8.- Diseño experimental

Para el análisis de las variables respuestas se utilizó el Diseño Completamente Aleatorio (DCA), con cuatro tratamientos, cinco repeticiones por tratamiento, 35 pollos por unidad experimental.

La aleatorización para la asignación de los tratamientos a las unidades experimentales se llevó a cabo mediante el uso de la tabla de números aleatorios. Pedroza (1993) indica que la homogeneidad de las unidades experimentales es lo que permite que los tratamientos se les pueda aplicar completamente al azar; así mismo, los tratamientos objeto de estudio constituyen la única fuente de variación conocida.

El cálculo del análisis de varianza para las diferentes variables en estudio (consumo de alimento, peso vivo y conversión alimenticia), se hizo haciendo uso de un programa computarizado denominado Sistema de Análisis Estadístico (SAS, por sus siglas en inglés), versión 6.3.

Los promedios de las variables respuestas correspondientes a los distintos tratamientos se compararon entre sí, sometiéndolos a la Prueba de Tukey, para determinar la superioridad por tratamiento, a los que a la vez se les efectuó un estudio económico de costos alimenticios.

La evaluación de la sustitución parcial o total de aceite de palma por aceite de fritura como fuente de energía en la ración alimenticia de pollos de engorde, sobre cada una de las variables en estudio: consumo acumulado de alimento, peso vivo final y conversión alimenticia, se evaluó a través del siguiente modelo aditivo lineal (DCA):

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

Donde:

Y_{ij} = Cualquier observación de una de las variables en estudio.

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- Consumo acumulado de alimento

El análisis de varianza para la variable consumo acumulado de alimento, demuestra que no se encontraron diferencias significativas entre los efectos de las diferentes dietas, a un nivel de significancia con probabilidad $p < 0.05$. Esto es, que el aceite de fritura contenido en los diferentes tratamientos aplicados a las unidades experimentales, no influyó para el mayor o menor consumo de alimento. Al mismo tiempo, se encontró un coeficiente de variación de 2.96%, que es considerado bueno para ensayos de campo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable consumo acumulado de alimento, a los 42 días.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P>F	CV (%)
DIETAS	3	26539.31	8846.43	0.78	0.5242	2.96
ERROR	16	182353.16	11397.07			
TOTAL	19	208892.48				

Los promedios obtenidos para la variable consumo acumulado de alimento, al final del periodo experimental, para los tratamientos T₁ (testigo), T₂, T₃ y T₄ fueron de 3.5949, 3.6654, 3.5696, 3.5874 kg, respectivamente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Consumo de alimento acumulado, en kilogramos, por pollo hasta los 42 días.

Tratam.	% aceite		EDAD EN DIAS						S _x
	a	b	7	14	21	28	35	42	
T ₁	6	0	0.0956	0.3677	0.8446	1.5964	2.5289	3.5949	0.0605
T ₂	2	4	0.0959	0.3676	0.8555	1.6377	2.5887	3.6654	0.0595
T ₃	1	5	0.0956	0.3619	0.8384	1.5953	2.5205	3.5696	0.0301
T ₄	0	6	0.0956	0.3643	0.8450	1.6108	2.5269	3.5874	0.0318

- a: % aceite de palma

- b: % aceite de fritura

- S_x : Calculado a los 42 días.

Los resultados encontrados con respecto al error estándar (S_x) para cada uno de los tratamientos en estudio, en el cual se observa la diferencia que cada uno de los valores, demuestran que independientemente del tipo de aceite y de la relación que se haya empleado en cuanto al porcentaje de aceite de palma con aceite de fritura, no influyó sobre el consumo de alimento en las condiciones ambientales y de manejo en que se llevó a cabo el experimento.

Se observa, al final de los 42 días, el comportamiento oscilatorio que se presentan en los resultados y que es debido a causas propiamente aleatorias. Existe la tendencia en los tratamientos T₃ y T₄, a una disminución del consumo de alimento, situándose estos, cercanos al consumo del tratamiento T₁(testigo).

Los niveles de energía metabolizable de cada uno de los tratamientos experimentales tampoco tuvieron influencia sobre la variable consumo de alimento, independientemente del nivel de energía que cada uno de los análisis

químicos presentó para cada tratamiento, los cuales difirieron en pequeñas cantidades (Cuadros 2,3,4 y 5).

Sin embargo, el consumo de alimento de todos los tratamientos fueron inferiores, si los comparamos con los índices de consumo de alimento de la TIP-TOP IND., y Hubbard Farm Inc. (1995) (Cuadros 13A y 2A).

La temperatura dentro de la galera, durante el periodo de ensayo experimental (Cuadros 10A, 11A), fue mayor que la temperatura comfort, reportada por Bakker (1996), pudiendo influir negativamente sobre la variable consumo de alimento.

4.2.- Peso vivo final

El análisis de varianza realizado para la variable peso vivo, demuestra a un nivel de significancia con probabilidad $p < 0.05$ que no se encontraron diferencias significativas entre los efectos de las diferentes dietas evaluadas. El no encontrar diferencias significativas, indica que el peso vivo no fue afectado por el uso de aceite de fritura empleado en los diferentes tratamientos y aplicados a las unidades experimentales. En éste mismo análisis de varianza, resulta un coeficiente de variación de 3.14%, el cual es considerado satisfactorio para ensayos de campo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable peso vivo final, a los 42 días.

FUENTE	GL	SC	CM	F	Pr>F	CV (%)
DIETAS	3	17938.12	5979.37	1.46	0.2641	3.14
ERROR	16	65728.51	4108.03			
TOTAL	19	83666.63				

Los promedios obtenidos para la variable peso vivo final, de los tratamientos T₁(testigo), T₂, T₃ y T₄ fueron de 1.9924, 2.0557, 2.0346, y 2.0724 kg, respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Peso vivo final de los pollos, en kilogramos, hasta los 42 días.

Tratam.	% aceite		EDAD EN DIAS						S _x
	a	b	7	14	21	28	35	42	
	T ₁	6	0	0.0991	0.2807	0.5783	1.0525	1.5327	
T ₂	2	4	0.0997	0.3067	0.6262	1.1191	1.5894	2.0557	0.0259
T ₃	1	5	0.0981	0.2715	0.6187	1.0979	1.5837	2.0346	0.0270
T ₄	0	6	0.0999	0.3030	0.6387	1.0947	1.5522	2.0724	0.0165

- a: aceite de palma.

- b: aceite de fritura.

- S_x: a los 42 días.

Los valores encontrados para el error estandar (S_x) de las diferentes dietas evaluadas, indican que independientemente de la relación de aceite de palma con aceite de fritura que se hizo uso, o usando solamente aceite de fritura, no influyó sobre la variable peso vivo de los pollos.

También puede observarse el comportamiento oscilatorio que presentan los resultados al final de los 42 días y que puede ser atribuido a causas aleatorias. Estos resultados permiten observar la tendencia, del peso vivo de los pollos, a aumentar en la medida que se vaya aumentando el porcentaje de aceite de fritura en la dieta alimenticia.

Comparando resultados entre tratamientos, el tratamiento T_4 presentó un peso vivo mayor al final del período, siendo superior al peso vivo de los tratamientos T_2 y T_3 , e incluso al del tratamiento T_1 . No existiendo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos y comparando resultados del ensayo con los índices de la empresa TIP-TOP IND. (Cuadro 13A), que reporta un peso vivo a los 42 días de 1.9136 kg, todos los tratamientos fueron superiores; pero al comparar los resultados del experimento con los índices de la Hubbard Farm 1995 (Cuadro 2A), estos resultaron ser inferiores, ya que reporta un peso vivo de 2.155 kg al final de los 42 días.

El peso que alcanza un pollo de engorde, está determinado por muchos factores, entre los cuales están la edad en que se procesan, el tipo de alimento que se le suministre y otras condiciones tales como: manejo, raza o línea y salud del animal (Vaca, 1991).

Los resultados encontrados para la variable peso vivo final correspondieron a ganancias medias diarias mostradas en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Ganancia media diaria de los pollos, en kilogramos, hasta los 42 días.

Tratam.	% aceite		EDAD EN DÍAS							
	a	b	7	14	21	28	35	42	GMD A.	S _x
T ₁	6	0	0.0082	0.0259	0.0425	0.0677	0.0686	0.0657	0.0464	0.0010
T ₂	2	4	0.0082	0.0296	0.0456	0.0704	0.0672	0.0666	0.0479	0.0006
T ₃	1	5	0.0080	0.0248	0.0496	0.0685	0.0694	0.0644	0.0474	0.0006
T ₄	0	6	0.0083	0.0290	0.0480	0.0651	0.0654	0.0743	0.0483	0.0004

- a: % aceite de palma.

- b: % aceite de fritura.

- S_x: calculado a los 42 días.

-GMD A.: Ganancia Media Diaria Acumulada.

4.3.- Conversión alimenticia

El análisis de varianza para la variable conversión alimenticia demuestra que se encontraron diferencias significativas entre los efectos de las diferentes dietas a un nivel de significancia con probabilidad $p < 0.05$. También se encontró un coeficiente de variación de 1.5%, el cual es aceptable para ensayos de campo (Cuadro 13).

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia, a los 42 días.

FUENTE	GL	SC	CM	F	P>F	CV (%)
DIETA	3	0.01562338	0.00520779	7.25	0.0027	1.51
ERROR	16	0.01148924	0.00071808			
TOTAL	19	0.02711262				

En lo que respecta a la variable conversión alimenticia, los promedios para los tratamientos T₁(testigo), T₂, T₃, y T₄ en lo referente al final del período experimental, fueron de 1.8050, 1.7829, 1.7550, 1.7310 kg, respectivamente (Cuadro 14).

Cuadro 14. Conversión alimenticia de los pollos durante el período experimental hasta los 42 días.

Tratam.	% aceite		EDAD EN DIAS					
	a	b	7	14	21	28	35	42
T ₁	6	0	0.9656a	1.3126ab	1.4625a	1.5176a	1.6530a	1.8050a
T ₂	2	4	0.9639a	1.2011b	1.3689ab	1.4647a	1.6303a	1.7829ab
T ₃	1	5	0.9709a	1.3303a	1.3551ab	1.4565a	1.5953a	1.7550bc
T ₄	0	6	0.9563a	1.2090ab	1.3237b	1.4745a	1.6301a	1.7310c

- a: % aceite de palma.

- b: % aceite de fritura.

Las diferencias estadísticas observadas resultaron ser no significativas para los tratamientos T_2 y T_3 con 1.7829, y 1.7550 respectivamente, lo que indica un mejor desempeño de los pollos a medida que se iba aumentando el porcentaje de aceite de fritura en la ración alimenticia, pasando de 4% a 5% para cada tratamiento, respectivamente, al mismo tiempo que se iba disminuyendo el porcentaje de aceite de palma.

Sin embargo el tratamiento T_4 con resultado de 1.7310 de conversión alimenticia, estadísticamente tiene diferencia muy significativa con respecto a los tratamientos T_1 y T_2 con 1.8050, y 1.7829 de conversión, respectivamente. Esto demuestra que al incluir 6% de aceite de fritura en la ración alimenticia, se obtiene una mejor respuesta (menores valores) al aprovechamiento del alimento consumido por las aves.

Estos resultados para los tratamientos T_2 y T_3 son mejores que los que la empresa TIP-TOP IND. posee como índice de conversión, ya que ésta tiene un 2.03 para al final del período de engorde, que también es de 42 días. Al respecto, el Manual de Hubbard Farm (1995) indica que los pollos de engorde deben tener una conversión de 1.90 al final de los 42 días, lo que demuestra que los resultados obtenidos para los tratamientos evaluados del ensayo experimental fueron superiores (valores menores) a los presentados por la Guía de Manejo. El resultado para el tratamiento T_4 se presenta como superior a los índices de conversión de la Hubbard Farm (1995) y de la TIP-TOP IND., (Cuadros 13A, 2A).

4.4.- Mortalidad

La mortalidad no se consideró como una variable sujeta a análisis de varianza. Esto es debido a que las estimaciones del porcentaje de mortalidad requieren de muestras con un mayor número de individuos. Sin embargo en el experimento el tratamiento T₁ (testigo) presentó la mayor mortalidad al final del período experimental con 5.13%, y para los tratamientos T₂, T₃, y T₄ valores de 3.99, 2.85 y 3.99, respectivamente (Cuadro 15).

Cuadro 15. Mortalidad acumulada de los pollos, en porcentaje, hasta los 42 días.

Tratam.	% aceite		EDAD EN DIAS					
	a	b	7	14	21	28	35	42
	T ₁	6	0	1.14	1.71	2.28	2.85	4.56
T ₂	2	4	0.57	1.71	2.85	3.99	3.99	3.99
T ₃	1	5	-	0.57	1.14	1.14	2.28	2.85
T ₄	0	6	-	-	0.57	1.14	2.85	3.99

- a: % aceite de palma.

- b: % aceite de fritura.

Los resultados del experimento comparándolos con los índices de la empresa TIP-TOP IND. (Cuadro 13A), se puede observar que fueron menores, excepto con el tratamiento testigo T₁, ya que la Empresa al final de los 42 días de producción de sus aves poseen un porcentaje de mortalidad del 5%.

El tratamiento T₄ no presentó mortalidad de aves en las dos primeras semanas de ensayo experimental, aunque al concluir los 42 días, su porcentaje de mortalidad de 3.99% fue igual que el porcentaje de mortalidad del tratamiento T₂, al concluir el mismo período.

La principal causa de mortalidad de los pollos fue por ahogamiento, producido por variaciones de temperatura ocasionadas dentro de la galera, altas humedades relativas de la zona combinado con los mayores pesos de las aves.

4.5.- Análisis financiero

El análisis financiero, en el que se evaluó la conveniencia económica de sustituir parcial o totalmente el aceite de palma por aceite de fritura para un período de 42 días, demostró que el menor costo alimenticio por kilogramo de peso vivo alcanzado lo obtuvo el tratamiento T₄, que contenía el 6% de aceite de fritura, con C\$3.35; siendo el costo alimenticio para los tratamientos T₁, T₂ y T₃ de C\$ 3.82, 3.56 y 3.45 respectivamente (Cuadros 16 y 17).

Estos costos por concepto de alimentación evaluados para cada uno de los tratamientos en estudio, presentaron variaciones entre ellos debido, entre otros aspectos a los diferentes costos del kilogramo - o quintal - de alimento; cuyo costo se reduce en la medida que el porcentaje de aceite de fritura aumenta en cada uno de los tratamientos experimentados (Cuadros 2,3,4 y 5).

Cuadro 16. Consumo de alimento de los pollos por periodos, al final de los 42 días.

Tratam.	% aceite		C O N S U M O (Kg)			
	a	b	Inicio	Crecim.	Finalización	Total
T ₁	6	0	1.0476	1.6263	0.9210	3.5949
T ₂	2	4	1.0668	1.6707	0.9279	3.6654
T ₃	1	5	1.0468	1.6126	0.9103	3.5697
T ₄	0	6	1.0525	1.6204	0.9146	3.5874

-Tratam. : Tratamiento.

- a: % aceite de palma.

- b: % aceite de fritura.

Cuadro 17. Costos con base en kilogramos de alimento consumido para producir un kilogramo de carne de pollo y beneficio neto por kilogramo de peso vivo, al final de los 42 días.

Tratam.	% aceite		Costo consumo por pollo (C\$)				Peso vivo (kg)	C. T. kg P.V. (C\$)	B. N. kg P.V. (C\$)
	a	b	Inicio	Crec.	Final	Total			
T ₁	6	0	2.30	3.45	1.86	7.61	1.9924	3.82	--
T ₂	2	4	2.22	3.34	1.76	7.32	2.0557	3.56	0.26
T ₃	1	5	2.15	3.18	1.70	7.02	2.0346	3.45	0.37
T ₄	0	6	2.13	3.14	1.68	6.95	2.0724	3.35	0.47

-Tratam. : Tratamiento.

- a: % aceite de palma.

- b: % aceite de fritura.

- C. T. kg P. V. : Costo Total kg Peso Vivo

- B. N. kg P. V. : Beneficio Neto por kg Peso Vivo

- US \$1.00 : C\$8.00

El haber obtenido un menor consumo acumulado de alimento con respecto al tratamiento T_1 (testigo) y tratamiento T_2 , el mayor peso vivo al final del período experimental y la mejor conversión alimenticia; beneficiar al tratamiento T_4 (6% aceite de fritura) con un menor costo alimenticio por kilogramo de peso vivo alcanzado, siendo este de C\$3.35.

El consumo acumulado de alimento es una variable que tuvo una influencia importante en el costo alimenticio; pese a no haberse encontrado diferencias estadísticas entre tratamientos con respecto a ésta, sí existen diferencias de consumo de alimento que monetariamente son significativos. Se encontró un menor costo de alimento, por kilogramo de peso vivo alcanzado, en la medida que fue aumentando el porcentaje de aceite de fritura y disminuyendo el porcentaje de aceite de palma en la ración que conformaron los tratamientos evaluados (Cuadros 16 y 17).

El peso vivo final alcanzado por los pollos incidió en el costo total por kilogramo de peso vivo, a los 42 días de ensayo experimental. Esto se manifiesta, en tanto, que siendo el tratamiento T_2 con peso vivo de 2.0557 kg, resultó con un costo, por concepto de alimentación en cada kilogramo de peso vivo logrado, de C\$3.56; y el tratamiento T_4 , con un peso vivo de 2.0724 kg al final del período, resultó con un menor costo de alimentación, siendo este de C\$3.35. El tratamiento T_3 , teniendo un menor peso vivo que el T_4 y mayor que el tratamiento T_1 , resultó inversamente proporcional en un menor costo que T_1 y mayor costo por kilogramo de peso vivo que el tratamiento T_4 .

El beneficio neto por kilogramo de peso vivo, resultó ser de C\$0.26, 0.37 y 0.47 para los tratamientos T_2 , T_3 y T_4 , respectivamente (Cuadro 17).

El haber obtenido, el tratamiento T_4 , el menor costo por concepto de alimentación en cada kilogramo de peso vivo logrado, resultó en un beneficio neto de C\$0.47 con respecto al tratamiento T_1 (testigo).

Este beneficio neto por kilogramo de peso vivo, es significativo para la empresa TIP-TOP IND. dado los volúmenes de producción que tiene, los cuales resultan en aproximadamente 12 millones de aves por año.

Al analizar los resultados del estudio financiero, con base a producción en gran escala, en una galera de 10 mil pollos se lograrían reducir costos de alimentación de C\$76,100.00 usando solo aceite de palma, a C\$69,500.00 con la sustitución total de aceite de palma por aceite de fritura, en un ciclo de producción. Esto es un beneficio neto de C\$6,600.00. Si tomamos a la granja "La Trinidad" que posee 32 galeras en producción, y lo multiplicamos por C\$6,600.00, tendríamos un beneficio neto de C\$211,200.00 en un ciclo de producción; si este último resultado lo multiplicamos por siete ciclos de producción que realiza la granja en un año, obtendríamos C\$1,478,400.00 en beneficio neto por año, aproximadamente.

V.- CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, donde se analizaron las variables consumo acumulado de alimento, peso vivo final y conversión alimenticia, colectadas en un período experimental de 42 días y en el que se probaron cuatro dietas, se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- 1.- El consumo acumulado de alimento de los pollos, tiende a disminuirse al sustituir el aceite de palma por aceite de fritura como fuente de energía.
- 2.- El peso vivo final registrado en los pollos para todos los tratamientos estudiados, indica que el uso de aceite de fritura como fuente de energía logra que las aves alcancen pesos aceptables de matanza a las seis semanas de edad para la venta comercial.
- 3.- La sustitución parcial del seis por ciento de aceite de palma por aceite de fritura, mejora la conversión alimenticia de los pollos, sin reducir el peso vivo final, lo que resulta en mayores beneficios para el productor.
- 4.- A medida que aumentó el porcentaje de aceite de fritura hasta llegar a la sustitución total del aceite de palma en un seis por ciento, se reducen los costos del consumo de alimento por kilogramo de peso vivo final en un 12%. Esta reducción de costos, analizada con base a producción en gran escala y por ciclo de producción anual, resulta en ahorros sustanciales para la empresa TIP-TOP o para cualquier otro productor de pollos de engorde.

5.- El aceite de fritura no constituyó un elemento de riesgo para la normal actividad del metabolismo energético de los pollos, por lo que puede ser usado en un seis por ciento en la ración alimenticia, sin que haya mortalidad asociada con el uso de este aceite.

VI.- RECOMENDACIONES

Habiendo atendido las conclusiones señaladas con anterioridad, se hacen las recomendaciones siguientes:

- 1.- Se recomienda que el productor utilice el seis porciento de aceite de fritura, que comúnmente se incluye en la ración alimenticia de los pollos de engorde sacrificados a los 42 días.
- 2.- Realizar investigaciones sobre niveles de inclusión de aceite de fritura más del seis porciento en la ración alimenticia de pollos de engorde, con el objetivo de confirmar la tendencia a aumentar que demostraron las variables peso vivo final y conversión alimenticia, en las dietas que contenían seis porciento de éste aceite.
- 3.- Para futuras investigaciones, siempre es necesario hacer análisis químico de los aceites que vayan a ser evaluados, especialmente si se usara aceite de fritura.

VII.- BIBLIOGRAFIA

- AHO, P.** 1996. Empresas líderes 1996. Industria Avícola (EE. UU.) 43(1):8-35
- AVICULTURA PROFESIONAL.** 1993. Entendiendo las dietas de los pollos de engorde. (EE. UU.) 10(4):185.
- BAKKER, W.** 1996. Técnicas de Producción. Control de temperatura en galpones de pollo. Industria Avícola (EE. UU.) 43(10):42-43
- BALCONI, I.R.** 1986. Avances recientes en nutrición animal y su repercusión económica. Revista Sur-Este Agropecuaria 1(7):15-20.
- BUENROSTRO, J.** 1990. Niveles de proteína recomendados en relación al contenido en la dieta de pollos de engorde. Soya Noticias (Méx.).
- BELL, D.J.; FREEMAN, B.M.** 1977. Fisiología y bioquímica de la gallina doméstica. Trad. por Gilberto Navarro. La Habana, Cuba, Editorial Científico Técnica. v.1, Tomo II, p. 309-356.
- BIBLIOTECA PRACTICA AGRICOLA Y GANADERA.** 1987. Producción Ganadera. Madrid, España, Oceano Centrum. v.4, 203 p.
- BLANDINO, R.** 1993. Nutrición y alimentación de las aves. Managua, Nic. Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria. s.p.

- BUNDY, C.E.; DIGGINS, R.V.** 1961. La producción avícola. Trad. por Angel Zamora de la Fuente. México, México, Compañía Editorial Continental. 478 p.
- CASTELLO LLOBET, J.A.; LLEONART ROCA, F.; CAMPO CHAVARRI, J.L.; OROZCO PIÑAN, F.** 1989. Biología de la gallina. Barcelona, España, Tecnograf. 307 p.
- ESTRADA, X. G.; CRUZ, O.** 1993. Efecto de diferentes niveles de energía conservando la relación energía-proteína en piensos de finalización en pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic., Facultad de Ciencia Animal, Universidad Nacional Agraria. 71 p.
- ENRIQUEZ, F.** 1986. La suplementación de las grasas. Avirama (Méx.) 5(52).
- ESMINGER, M.E.; OLENTINE, G.** 1983. Alimento y nutrición de los animales. 2 ed. Buenos Aires, Arg., El Ateneo. p. 485-507.
- FEHER, G.** 1980. A Haziállatok funkcionális anatómiája. Budapest, Hungría, Mezogazdasági. Tomo II, p. 585-910.
- GOMEZ PALACIO, J.** 1988. Los efectos y control del calor ambiental en la gallina. Arbor Acres S.A., México. Memorias, Quinto Censo Anual de Avicultura. 81 p.
- HORN, P.** 1981. Baromfitenyésztok Kézikönyve. Budapest, Hungría, Mezogazdasági. 697 p.

- HUBBARD FARM INC.** 1995. Standard and Hi-Y Broiler management guide. 16 p.
- INETER.** 1996. Departamento de Estudios Meteorológicos. Managua, Nic.
- JENSEN, L.** 1994. Factores que afectan la conversión alimenticia. *Avicultura Profesional (EE. UU.)* 11(3):136-140.
- LACY, M.** 1992. La tensión (estrés) causada por el calor. *Avicultura Profesional (EE. UU.)* 9(4):200-202.
- LONDOÑO, H.F.** 1993. Fundamentos de nutrición animal. Managua, Nic., Universidad Nacional Agraria. 182 p.
- LOPEZ, C.; ARCE, J.; RUIZ, B.; NAVARRO, H.; CORTEZ, R.; AVILA, E.; BUENROSTRO, J.** 1992. Manual del estrés calórico de las aves. *Soya Noticias (Méx.)* :10-20 p.
- MAYORGA, A.** 1994. Alojamientos y equipos necesarios para la crianza aviar. Managua, Nic., Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria. 19 p.
- MENDIETA, B.** 1993. Nutrición y alimentación de conejos. Managua, Nic., Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria. [14] p.
- NORTH, M.O.** 1986. Manual de producción Avícola. 2 ed. México, Editorial Manual Moderno. 423-683p.

- MERCK & CO. INC.** 1988. El Manual Merck de Veterinaria. Trad. por Translation Co. of America. Ed. por C. M. Fraser. 3 ed. Barcelona, España, CEMTRUM. 1218 p.
- PEDROZA, H.** 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Managua, Nic., Editora de Arte. 226 p.
- REVUELTA, G.L.** 1967. Bromatología zootécnica y alimentación animal. 2ed. La Habana, Cuba, Pueblo y Educación. 1088 p.
- ROSALES, G.** 1989. Seminario Científico-Técnico de aves de engorde. *Avicultura Profesional (EE. UU.)* 7(2).
- SANCHEZ, I.** 1987. Importancia de la iluminación en la cría del reproductor. *Agricultura* 31(1):1-23.
- SCOTT, M.L.; NASHEIM, M.C.; YOUNG, R.J.** 1973. Alimentación de las aves. Trad. Alfonso Corral Andrade. GEA. Barcelona, España. 507 p.
- SISSON, S.; GROSSMAN, J.D.** 1982. Anatomía de los animales domésticos. 5ed. Barcelona, España, Salvat Editores. Tomo II. p. 1957-1959; 2035-2061.
- TEETER, R.G.** 1986. Como mejorar el rendimiento durante el estrés debido al calor. *Industria Avícola (EE. UU.)* 36(7).

- _____. 1989. Productividad en pollos de engorde. *Revista de Tecnología Agropecuaria (EE. UU.)* 2(16):7-9
- TORRIJOS, J.L.** 1976. *Cria del pollo de carne broiler*. 2 ed. Barcelona, España, AEDOS. 282 p.
- VACA ADAMS, L.** 1991. *Producción Avícola; Sistema de explotación, instalaciones y equipos*. San José, C.R., EUNED. 260 p.
- VINT, L.** 1991. La grasa en las raciones para pollas en reposición y ponedoras. *Avicultura Profesional (EE. UU.)* 9(1):12-14
- WYATT, R.** 1995. Aditivos usados en las raciones para aves. *Avicultura Profesional (EE. UU.)* 13(1).
- WILSON, J.** 1989. *Fundamentos de fisiología animal*. Trad. por Manuel Guzman Ortiz. México, Mex. LIMUSA. 984 p.
- ZHANG, W.B.; ADDIS, P.B.** 1992. Evaluation of Frying Oil Filtration Systems. *Journal of Food Science (EE. UU.)* 57(3):651-654.
- ZUMBADO, M.E.** 1989. Como mejorar el rendimiento durante el estrés debido al calor. *Industria Avícola (EE. UU.)* 36(7):19-21
- _____. 1994. *Utilización de grasas y aceites en alimentación aviar*. San José, C.R. Universidad de Costa Rica. 19 p.

VIII.- ANEXOS**Cuadro 1A. Clasificación taxonómica de la gallina doméstica (Fehér, 1980).**

ESCALA ZOOLOGICA DE LA GALLINA DOMESTICA	
REINO	Animal
TIPO	Vertebrados
SUB-TIPO	Craniota
CLASE	Aves
ORDEN	Galliformes
SUB-ORDEN	Galli
FAMILIA	Phasianidae
GENERO	Gallus
ESPECIE	Gallus
SUB-ESPECIE	Domesticus

Cuadro 2A. Índices productivos establecidos por la Guía de Manejo Hubbard (1995).

Edad (Semanas)	Edad (Días)	Consumo (Kg/ave)	Peso (Kg/ave)	Conversión alimenticia
1	07	0.1340	0.141	0.95
2	14	0.4488	0.359	1.25
3	21	0.9923	0.675	1.47
4	28	1.8565	1.132	1.64
5	35	2.8917	1.643	1.76
6	42	4.0945	2.155	1.90

Cuadro 3A. Digestión de los principios nutritivos orgánicos (Vaca, 1991).

REGION	GLANDULAS	SECRECION	ENZIMAS	NUTRIENTE AFECTADO	PRODUCTO FORMADO
Boca	Salivares	Saliva	Ptialina	Almidones	Maltosa
Buche	---	---	Ptialina	Almidones	Maltosa
Proventriculo	Gastricas	Jugo gástrico	Pepsina Lipasa	Proteínas Grasas	Aminoácidos Glicerol+Acidos grasos
Duodeno	Páncreas	Jugo pancreático	Amilasa Tripsina Lipasa	Almidones Aminoácidos Grasas	Maltosa Polipeptidos Glicerol+Acidos grasos
Duodeno	Higado	Bilis	Grasas	---	Glicerol+Acidos grasos
Yeyuno	Glándulas de Lieberkuhn	Jugo intestinal	Malasa	Maltosa	Glucosa
Ileon	---	---	Sacarasa	Sacarosa	Glucosa y Fructosa

Cuadro 4A. Principales ácidos grasos saturados e insaturados (Londoño, 1993).

HC	NOMBRE	FORMULA
2	A. acético	CH ₃ -COOH
3	A. propiónico	CH ₃ -CH ₂ -COOH
4	A. butírico	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH
6	A. caprónico	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH
8	A. caprílico	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -COOH
10	A. cáprico	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -COOH
12	A. Láurico	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -COOH
14	A. mirístico	CH ₃ -(CH ₂) ₁₂ -COOH
16	A. palmítico	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH
18	A. estearico	CH ₃ -(CH ₂) ₁₆ -COOH
20	A. araquídico	CH ₃ -(CH ₂) ₁₈ -COOH
22	A. behémico	CH ₃ -(CH ₂) ₂₀ -COOH
24	A. lignocérico	CH ₃ -(CH ₂) ₂₂ -COOH
INSATURADOS		
	Oleico	C ₁₇ H ₃₃ COOH
	Linoléico	C ₁₇ H ₃₁ COOH
	Linolénico	C ₁₇ H ₂₉ COOH
	Araquidónico	C ₁₉ H ₃₁ COOH

Cuadro 5A. Absorbabilidad de las grasas (Zumbado, 1994)

ELEMENTOS	DESIGNACION	% ABSORCION
ACIDOS GRASOS LIBRES		
Laurico (saturado)	12:0	65
Miristico (saturado)	14:0	25-29
Palmitico (saturado)	16:0	2-12
Estearico (saturado)	18:0	<4
Oleico (insaturado)	18:1	88-94
Linoleico (insaturado)	18:2	91-95
Linolénico (insaturado)	18:3	-
MONOGLICERIDOS		
Laurin	12:0	89
Miristin	14:0	67
Palmitin	16:0	55
Estearin	18:0	41
Insaturados	-	93 - 98
TRIGLICERIDOS		
Aceite de Soya/Maíz	-	90 - 95
Manteca de cerdo	-	90 - 93
Sebo	-	70 - 76
Palma	-	70 - 75
Coquito	-	85 - 90

Cuadro 6A. Especificaciones de la grasa ideal para pollos de engorde (Zumbado, 1994).

ACIDOS GRASOS LIBRES	NIVEL ACEPTABLE (%)
Menos de C-14	3 (max.)
Palmitico	20
Palmitoleico	2
Estearico	8
Oleico	39
Linoléico	20
Linolénico	4
Más de C-20	4 (max.)

Cuadro 7A. Estandard de calidad de una grasa para pollos, (Zumbado, 1994).

COMPONENTES	VALORES MAXIMOS
Acidos Grasos Libres, %	50
Indice de Acidez, mg KOH/g	2.5
Indice de Humedad+Impurezas, %	1
Indice No saponificable, %	2
Indice de Peroxidos , m.eq.	15

Cuadro 8A. Energía metabolizable y contenido de ácido linoleico en algunas grasas y aceites (NRC, 1984 citado por Vint, 1991).

INGREDIENTE	EM (Kcal/kg)	Acido linoleico (%)
Grasa animal	8500	3.20
Mezcla animal y vegetal	8800	20.60
Aceite de Canola	8800	22.10
Aceite de Maíz	8800	58.00
Aceite de Semilla de Algodón	8800	51.50
Aceite de Palma	8300	9.10
Aceite de Maní	8800	32.00
Grasa de Ave	8200	19.50
Aceite de Soya	8800	51.00
Aceite de Girasol	8800	65.70

Cuadro 9A. Humedad relativa y temperatura óptima en la galera y el ambiente para pollos de engorde (Bakker, 1996).

EDAD (Días)	G A L E R A			AMBIENTE
	HR (80%) T° (°C)	HR (70%) T° (°C)	HR (60%) T° (°C)	T° (°C)
Primeras Hrs.	36	37	37	30
1	33	33	33	28
2	32	32	32	28
3	31	31	31	28
4	30	30	30	26
5	30	30	30	26
6	29	29	29	26
7	29	29	29	26
8	28	29	29	24
9-12	27	28	28	24
13-16	26	27	27	22
17-20	25	26	26	22
21-24	24	25	26	20
25-30	23	24	25	20
31-35	22	23	25	19
>35	21	22	24	18

HR: Humedad relativa

T° : Temperatura

Hrs.: Horas

Cuadro 10A. Información climatológica semanal reportada durante el ensayo experimental (INETER); 22 OCT.- 09 DIC. de 1995.

SEMANA	T° mín. °C	T° máx. °C	T° X °C	HR X %	Pp X mm	Vv X m/s
I	22.6	30.4	25.4	87.9	2.5	2.5
II	21.9	29.7	25.1	87.6	2.9	2.8
III	21.9	30.8	25.5	82.4	2.2	3.0
IV	21.7	30.4	25.3	81.7	0.1	3.1
V	21.9	29.3	25.0	82.6	4.4	2.7
VI	20.8	30.2	24.9	76.1	0.0	3.2

T° mín.: Temperatura mínima

T° máx.: Temperatura máxima.

T° X: Temperatura promedio

HR X: Humedad Relativa promedio

Pp X: Precipitación promedio

Vv X: Velocidad del viento promedio

Cuadro 11A. Datos sobre temperatura registrada dentro de la galera experimental (22 OCT. - 09 DIC. de 1995).

SEMANA	T° Mínima (°C)	T° Máxima (°C)	T° Promedio (°C)
I	33.0	37.0	34.0
II	28.0	31.4	29.7
III	25.8	31.4	29.8
IV	25.8	31.4	28.4
V	24.6	29.7	27.1
VI	24.1	31.4	28.3

Cuadro 13A. Índices productivos de la empresa TIP-TOP INDUSTRIAL, S.A. (1995).

Edad (Días)	Consumo (Kg)	Peso (Kg)	Conversión Alimenticia	Mortalidad Acumulada(%)
07	0.1682	0.1455	1.15	1.1
14	0.5282	0.3636	1.45	2.0
21	1.1159	0.6273	1.70	2.6
28	1.9159	1.0364	1.82	3.3
35	2.8318	1.4773	1.90	4.1
42	3.8854	1.9136	2.03	5.0

Cuadro 14A. Niveles nutricionales recomendados por la Guía de Manejo Hubbard (1995).

CONCEPTO	TIPO DE ALIMENTO		
	INICIADOR (1-21 Días)	CRECIMIENT (22-35 Días)	FINALIZADOR (36-42 Días)
Proteína cruda, mín. (%)	23	20	18
Kcal EM/Kg	3000 - 3100	3075 - 3150	3150 - 3250
Grasa cruda (%)	5 - 6	5 - 6	5 - 6
Sal (%)	0.25 - 0.40	0.25 - 0.40	0.25 - 0.40
Calcio (%)	0.95 - 1.00	0.90 - 0.95	0.85 - 0.90
Fósforo (%)	0.40 - 0.45	0.38 - 0.42	0.35 - 0.40
Metionina + Cistina	0.81	0.71	0.60
Metionina (99%)	0.405	0.35	0.32
Lisina (98%)	1.21	0.94	0.85
Treonina	0.75	0.65	0.56

Cuadro 15A. Análisis bromatológicos efectuados a varios ingredientes que formaron parte de la ración alimenticia (LABORATORIO QUIMICO S.A., 1995).

CONCEPTO (%)	TIPO DE INGREDIENTE				
	Semolina de arroz.	Harina de C. y H.	Harina de soya.	Maíz blanco	Maíz amarillo.
Humedad	11.65	8.15	11.67	11.83	12.64
Proteínas	11.53	45.90	47.55	7.89	8.50
Grasas	13.54	10.10	1.46	3.06	3.46
Cenizas	9.44	34.00	6.04	1.30	1.25
Carbohidratos	53.84	1.85	33.28	75.92	74.15
Fibra cruda	9.55	1.83	3.40	2.30	1.89
Calcio	0.04	11.68	0.25	0.004	0.005
Fósforo	1.46	5.81	0.66	0.225	0.235
Ureasa	-	-	0.05	-	-

C y H : Carne y Hueso.

Cuadro 16A. Aditivos alimenticios comunes y razón de su uso (Wyatt, 1995).

ADITIVO	EFEECTO O RESPUESTA
Antibióticos	Mejoras en el rendimiento.
Antibióticos	Control de infecciones bacterianas.
Antioxidantes	Protección de las vitaminas.
Vitaminas	Mejoras en el rendimiento.
Anticoccidianos	Prevención de la coccidiosis.
Inhibidores de hongos	Preservación de la calidad del alimento.

Cuadro 17A. Niveles típicos de nutrientes en dietas de pollos de engorde (Avicultura Profesional, 1993).

DIETA	EM Kcal/kg	PROTEINA (%)	LISINA (%)	CALCIO (%)	FOSFORO DISPONIB.
Iniciación	3000	23	1.2	1.0	0.45
Crecimiento	3100	20	1.0	0.9	0.40
Finalización	3200	18	0.85	0.8	0.35

Cuadro 18A. Minerales que contiene el aceite de fritura (ppm)
(Zhang et al., 1992)

MINERAL - ppm			
P - 0.15	Ni - 0.08	Al - <0.63	Pb - <0.297
K - 2.60	S - 0.33	Mn - <0.011	B - <0.082
Ca - 0.25	Fe - 0.08	Co - <0.043	
Mg - 0.67	Zn - 0.03	Cd - <0.021	
Na - 0.64	Cu - 0.09	Cr - <0.05	