

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a woman in a red and white dress, possibly a saint or a personification of wisdom, holding a book. Above her is a golden crown. To the left and right are golden lions. The background is a light blue sky with a white cloud. Below the central figure is a green landscape with a white path leading to a white building. The seal is surrounded by a grey border containing the Latin text "CAROLINA ACADEMIA" at the top and "CETERAS REBUS CONSPICUA" at the bottom.

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UN EMULSIFICADOR DE GRASA**  
**EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE**

**ERWIN ENRIQUE KLEIN MOLINA**

GUATEMALA, MAYO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UN EMULSIFICADOR DE GRASA  
EN DIETAS DE POLLOS DE ENGORDE**

**TESIS**

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**POR**

**ERWIN ENRIQUE KLEIN MOLINA**

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADO ZOOTECNISTA**

GUATEMALA, MAYO DE 2008

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

---

<b>DECANO</b>	Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
<b>SECRETARIO</b>	Med. Vet. Marco Vinicio Garcia Urbina
<b>VOCAL I</b>	Med. Vet. Yeri E. Veliz Porras
<b>VOCAL II</b>	Mag. Sc. Freddy R. González Guerrero
<b>VOCAL III</b>	Med. Vet. Mario A. Motta González
<b>VOCAL IV</b>	Br. José Abraham Ramírez Chang
<b>VOCAL V</b>	Br. José Antonio Motta Fuentes

---

**ASESORES**

Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas

Med. Vet. Hugo R. Pérez N.

Med. Vet. Beatriz Santizo

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS GUATEMALA, PRESENTO A  
CONSIDERACIÓN DE USTEDES EL PRESENTE TRABAJO TITULADO

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE UN EMULSIFICADOR DE GRASA EN  
DIETAS DE POLLO DE ENGORDE**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

**LICENCIADO ZOOTECNISTA**

## **ACTO QUE DEDICO**

- A DIOS: Por darme la vida, su amor y misericordia.
- A MIS PADRES: Alfredo Klein e Ilse Molina, por sus enseñanzas, amor y ejemplo que me brindan.
- A MIS ABUELOS: Guillermo Klein †, Stelita de Klein, Alfredo Molina y Amalia Humblers †.
- A MI ESPOSA: Leslie, por su amor, apoyo y felicidad que me da.
- A MIS HIJAS: Melanie, por ser una bendición de Dios y darme muchos momentos de alegría. Y Allison †, por la oportunidad de amarte y enseñarme el poder de la fe.
- A MIS TIOS Y PRIMOS: Por su apoyo, consejos y ayuda en todo momento.
- A MI HERMANO: Guillermo Klein, por su ayuda brindada.
- A MIS AMIGOS: Por su amistad y experiencias vividas en todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad de San Carlos y todo el personal docente y administrativo, por haberme permitido instruirme y culminar esta etapa de mi vida.
- A mis asesores Lic. Miguel Angel Rodenas, Dr. Hugo Pérez y Dr. Beatriz Santizo, por su valiosa ayuda y tiempo brindado en el desarrollo de este trabajo de investigación.
- Al Lic. Neftaly Pérez y Lic. María Monzón por su colaboración brindada al desarrollo de esta investigación.
- Al personal de la granja avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1 Objetivo General	3
	3.2 Objetivos Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 Grasas y aceites en la industria de la alimentación animal	4
	4.2 Fisiología de la digestión de las grasas	5
	4.2.1 Proceso lipolítico	5
	4.2.2 Formación de micelas	6
	4.2.3 Absorción en el lumen intestinal	6
	4.3 Composición química de las grasas	7
	4.3.1 Largo de la cadena	7
	4.3.2 Relación ácidos grasos insaturados / saturados	7
	4.3.3 Contenido de ácidos grasos libres	7
	4.4 Edad de las aves	8
	4.5 El emulsificador ayuda a la digestibilidad de los nutrientes	8
	4.5.1 Grasa	8
	4.5.2 Proteínas	9
	4.6 Composición del emulsificador	9
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	10
	5.1 Localización y descripción del área	10
	5.2 Duración del estudio	10
	5.3 Materiales y equipo	10
	5.4 Manejo del experimento	11
	5.5 Tratamientos evaluados	12
	5.6 Variables de respuesta	13
	5.7 Diseño experimental	13
	5.8 Análisis Económico	13
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	14
	6.1 Variables medidas	14
	6.1.1 Peso vivo final y ganancia de peso total	16
	6.1.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia	18
	6.1.3 Rendimiento en canal	20
	6.1.4 Mortalidad	20
	6.2 Análisis Económico	21

VII.	CONCLUSIONES	23
VIII.	RECOMENDACIONES	24
IX.	RESUMEN	25
X.	BIBLIOGRAFÍA	27
XI.	ANEXOS	28

#### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Digestión de la grasa en las aves en la región del Duodeno y yeyuno	5
----------	---	---

#### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Contenido de proteína y energía de los alimentos utilizados en la fase de inicio (1 a 21 días) de los diferentes tratamientos	14
Cuadro No. 2	Contenido de proteína y energía de los alimentos utilizados en la fase de finalización (22 a 42 días) de los diferentes tratamientos	14
Cuadro No. 3	Valores obtenidos en los tres tratamientos evaluados	15
Cuadro No. 4	Beneficios obtenidos, costos variables y beneficio neto	21
Cuadro No. 5	Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno	22

#### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1	Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso total	17
Gráfica No. 2	Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia	19

## I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola guatemalteca es uno de los sectores más importantes y desarrollados dentro de la actividad agropecuaria del país, lo cual ha demandado que los avicultores intensifiquen sus producciones y busquen nuevas formas de manejo y alimentación para obtener los mejores beneficios.

En lo que respecta a la alimentación, actualmente se requiere que las dietas posean una alta concentración energética, lo cual comúnmente se logra con la adición de grasas y aceites a niveles mayores de 7%. La eficiencia digestiva y el valor energético de las grasas varía mucho de acuerdo al origen de las mismas, su estructura y/o su apariencia física. Algunas características de las grasas y sus ácidos grasos que influyen sobre su digestibilidad son: el largo de su cadena de carbonos, la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados y su contenido de ácidos grasos libres (*Reporte Técnico - Avilac, 2003*). Los que poseen cadenas mayores de 12 carbonos no son solubles en el ambiente acuoso intestinal, debido a sus características hidrofóbicas, por lo que deben agruparse en micelas para poder ser absorbidos, al igual que los que son saturados.

Por lo anterior, en el presente estudio se evaluó el efecto de la adición del Polietilenglicol – gliceril ricinoleato como emulsificador en dietas de pollo de engorde, el cual tiene la capacidad de disminuir la tensión superficial entre la fase lípida y la fase acuosa, creando mayor afinidad de los productos lipolíticos para formar micelas y ser absorbidas hacia la pared intestinal. La ventaja de incorporarse en micelas es que se crea un gradiente mayor de difusión, lo que permite un mayor paso de nutrientes. Por lo tanto, el uso del emulsificador mejora la digestibilidad y posterior utilización de la grasa, además de otros nutrientes como las proteínas.

## **II. HIPÓTESIS**

La utilización de Polietilenglicol – gliceril ricinoleato como emulsificador en dietas de pollos de engorde mejora los índices de conversión alimenticia, ganancia de peso y mortalidad.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar opciones que permitan mejorar la productividad en las explotaciones de pollo de engorde.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Determinar el efecto de la inclusión de Polietilenglicol – gliceril ricinoleato como emulsificador en la dieta de pollos de engorde, sobre la conversión alimenticia, ganancia de peso, mortalidad y rendimiento en canal.

Analizar económicamente los resultados de los tratamientos.

## **IV. REVISION DE LITERATURA**

### **Definición del problema**

La avicultura en Guatemala se ha convertido en un importante renglón de la economía nacional, por lo cual es de vital importancia mejorar los niveles de producción y rendimiento.

Lo anterior se logra mejorando los sistemas de manejo y alimentación. En lo que respecta a la alimentación, actualmente se requiere que las dietas posean una alta concentración energética, lo cual se logra con la adición de grasas y aceites. La eficiencia digestiva y el valor energético de las grasas varía mucho, lo cual da mucha importancia a la adición de productos que puedan mejorar la digestibilidad y posterior utilización de las mismas.

### **4.1 Grasas y aceites en la industria de la alimentación animal:**

Según Soede (14). Para satisfacer las necesidades de un pollo, que es engordado intensivamente hasta un peso de 2.2 kg. en aproximadamente 42 días, las dietas contienen altas concentraciones de nutrientes y energía. Para alcanzar esta alta densidad energética se agregan grasas y aceites a los concentrados comerciales hasta niveles superiores de un 7%. Además es reconocido que las grasas y aceites tienen aproximadamente de 2 a 2.5 veces más potencial energético que los carbohidratos.

Además de su uso como fuente de energía, las grasas también son agregadas al alimento debido a su efecto sobre sus propiedades físicas, como la reducción del alimento polvoriento y la reducción de la separación entre partículas.

## 4.2 Fisiología de la digestión de las grasas:

La digestión y absorción de grasas en el pollo ocurre principalmente en el intestino delgado. Las enzimas que participan se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Digestión de la grasa en las aves en la región del Duodeno y yeyuno (8)

Enzima o secreción	Secretada en	Substrato	Producto final
Bilis	Vesícula biliar	Grasas	Emulsificación
Lipasa	Páncreas	Grasas	Ac. Grasos, monoglicéridos y glicerol
Estereasa del colesterol	Páncreas	Ac. Grasos – éster de colesterol	Ac. Grasos, colesterol

*Fuente: Leeson y Zubair 2004*

### 4.2.1 Proceso lipolítico:

La grasa disponible en el alimento entra al tracto gastrointestinal como partículas grandes. Bajo la influencia de las sales biliares provenientes de la vesícula biliar, estas partículas de grasa son emulsificadas en partículas mucho más pequeñas, por lo tanto incrementando la superficie total, esto provoca un incremento en la cantidad de moléculas de lipasa en acción sobre la superficie, lo cual significa un incremento en la actividad lipolítica. (14).

Una molécula de grasa (triglicérido) esta compuesta de una molécula de glicerol en la cual cada uno de sus tres carbonos está unido a un éster y a un ácido graso. Los triglicéridos son digeridos enzimáticamente por la lipasa pancreática, convirtiéndolos en 2-monoglicerol y dos ácidos grasos libres. (8).

#### 4.2.2 Formación de micelas:

Los ácidos grasos de cadena corta (cadenas menores de doce carbonos) pueden ser absorbidos directamente en el epitelio intestinal. En cambio los ácidos grasos de cadena mediana y larga, los monoglicéridos y las moléculas de colesterol deben de incorporarse en micelas, bajo la influencia de agentes anfipáticos (moléculas con propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas) como las sales biliares. Esto debido a la naturaleza hidrofóbica de estas moléculas.

Estas moléculas lipolíticas se conglomeran en micelas, con la parte hidrofóbica hacia adentro y la parte hidrofílica volteada hacia el fluido digestivo acuoso. Estas estructuras micelares, dependiendo de su tamaño, pueden contener otros componentes como vitaminas liposolubles, carotenoides y/o colesterol, las micelas hacen a estos componentes solubles y capaces de moverse por todo el ambiente acuoso intestinal.

#### 4.2.3 Absorción en el lumen intestinal:

La mayor parte de la absorción de los contenidos de las micelas se lleva a cabo mediante el proceso de difusión, la cual consiste en la migración de moléculas de un área que tiene mayor concentración a un área de menor concentración. Los ácidos grasos incorporados en micelas son capaces de crear un mayor gradiente de difusión hacia la pared intestinal que los ácidos grasos simples.

Las micelas se adhieren a la superficie de las células epiteliales, donde una vez que se descomponen, los componentes son absorbidos en el yeyuno por difusión pasiva. Una vez dentro de las células de la mucosa, los monoglicéridos y los ácidos grasos son absorbidos directamente al sistema sanguíneo portal y transportadas al hígado.(8)

### 4.3 Composición química de las grasas:

Algunas características de las grasas y sus ácidos grasos que influyen sobre su digestibilidad son: el largo de su cadena de C, la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados y su contenido de ácidos grasos libres.

#### 4.3.1 Largo de la cadena:

La mayoría de los ácidos grasos utilizados en la industria de alimentos tienen un largo de cadena que varía de 8 a 22 átomos de carbono. Los que tienen cadenas cortas (iguales o menores de 12 átomos de carbono) pueden ser hidrolizados desde la molécula de glicerol por acción gástrica o de la lipasa pancreática. Además estos ácidos grasos son capaces de disolverse en la fase acuosa sin tener que incorporarse en micelas. Las características hidrofóbicas de las cadenas largas de carbono de los ácidos grasos son mucho mayores, lo cual no permite que sean solubles en el ambiente acuoso sin agruparse en micelas de primero.

#### 4.3.2 Relación ácidos grasos insaturados / saturados:

Los ácidos grasos también varían según su porcentaje de saturación, cuando cada átomo de carbono tiene adherido el máximo número de átomos de hidrógeno (dos) el ácido graso es saturado. Cuando un par de átomos de hidrógeno está ausente (uno de cada dos carbonos adyacentes) el ácido graso es mono- insaturado. Si dos o más pares están ausentes, el ácido graso es poli- insaturado. Los dobles enlaces entre carbonos dan a los ácidos grasos mayor carácter polar y facilitan la incorporación a micelas.

#### 4.3.3 Contenido de ácidos grasos libres:

Algunas de las grasas más económicas utilizadas contienen gran cantidad de ácidos grasos libres, los cuales tienen un efecto negativo en la digestión de la grasa. Estos ácidos grasos libres son considerados de menor calidad debido a su bajo nivel de energía y su

susceptibilidad a ranciarse y oxidarse. Este bajo nivel de energía es el resultado de niveles bajos de monoglicéridos.

#### **4.4 Edad de las aves:**

Generalmente es sabido que las aves jóvenes no pueden digerir eficientemente las grasas de los alimentos, debido a la secreción limitada de ácido biliar y al deficiente reciclaje del mismo, lo cual es resultado de que la capacidad digestiva sigue todavía madurando.

#### **4.5 El emulsificador ayuda a la digestibilidad de los nutrientes:**

Los efectos del emulsificador sobre la digestibilidad de las grasas y utilización de la proteína, incrementan la habilidad de los pollos de utilizar los nutrientes a un mayor nivel. Obteniendo como resultado una mejora en los parámetros productivos, tales como la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia.

##### 4.5.1 Grasa:

Con las situaciones descritas anteriormente en donde los factores del alimento (tipo y nivel de grasa) y los factores de las aves (edad) dan como resultado una ineficiente capacidad de digestión de la grasa del alimento, un emulsificador puede ayudar a la funcionalidad digestiva. Ya que es una molécula polar anfipática, es capaz de formar un puente entre el agua y la grasa soluble. Esto permite que el emulsificador tenga un efecto adicional sobre la utilización de la grasa mas allá de lo que fisiológicamente hacen las sales biliares.

Las propiedades específicas del emulsificador se hacen mas activas dentro de un medio acuoso, como el intestinal. El principal modo de acción del emulsificador sobre la digestibilidad de las grasas esta relacionado con la formación de micelas. El emulsificador

es capaz de bajar la tensión superficial entre la fase lípida y la fase acuosa creando una mayor afinidad de los productos lipolíticos para formar micelas. (14).

#### 4.5.2 Proteínas:

Además de los efectos sobre los lípidos, el emulsificador es capaz de dispersar partículas sólidas en una solución. El emulsificador suprime las interacciones entre nutrientes, lo cual da como resultado un incremento en la dispersión y solubilidad de esos nutrientes.

Las partículas de proteína tienden a interactuar unas con otras, formando conglomerados. Esta acumulación de proteínas hace más difícil el trabajo a las enzimas proteolíticas, a las cuales les es muy difícil romper estas estructuras, comparado con una simple partícula en solución.

Agregando el emulsificador se logra que las partículas de proteína interactúen menos unas con otras, lo cual mejora la eficiencia de las enzimas proteolíticas.

#### **4.6 Composición del emulsificador:**

El emulsificador a utilizar en el estudio presenta la siguiente composición: (10)

Húmedad	1.5%
Proteína cruda	5.2%
Fibra cruda	0.02%
Lisina	0.36%
Metionina	0.06%
Grasa cruda	3.6%
Cis + Met	0.18%

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización y descripción del área:

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala. Según De la Cruz (1988) pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Sub-tropical Templado. La temperatura promedio es de 18.5 grados centígrados, la humedad relativa es de 78%, la precipitación pluvial media anual es de 1200 mm y se encuentra a una elevación de 1,450 metros sobre el nivel del mar.

### 5.2 Duración del estudio:

La fase experimental del presente estudio tuvo una duración de 42 días. Del 28 de abril al 9 de junio de 2006.

### 5.3 Materiales y equipo:

Para el estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 210 pollos de engorde raza Hubbard de un día de nacidos
- 1 criadora de gas
- 6 bebederos de galón
- 6 bandejas
- Círculo de recepción
- Báscula
- Vacunas (Newcastle, Newcastle + IA)
- concentrado inicio control
- concentrado finalizador control
- concentrado inicio + emulsificador
- concentrado finalizador + emulsificador

- concentrado inicio + emulsificador (-65 kcal/kg.)
- concentrado finalizador + emulsificador (-65 kcal/kg.)
- Mezcladora
- Tabla de desempeño
- 21 Comederos tubulares
- 21 Bebederos de campana
- Libreta de campo
- Computadora

#### **5.4 Manejo del experimento:**

Como primera fase se lavó y limpió la galera y el equipo con agua y jabón, además se desinfectó con un producto comercial. También se le aplicó cal viva al piso y paredes. Después se colocó el círculo de recepción con tres divisiones y se instaló la criadora.

Se ingresaron 210 pollos de engorde de la raza Hubbard de un día de nacidos. Los cuales se dividieron en tres grupos de 70 pollos cada uno, los cuales fueron identificados como tratamientos A, B y C.

Al momento de la recepción de los pollos se les proporcionó agua con electrolitos, el alimento se les proporcionó media hora después de haber ingresado. La temperatura en la galera fue de 33 grados centígrados. Posteriormente el alimento para cada tratamiento fue proporcionado ad libitum, tomando en cuenta los rechazos del día anterior.

Los pollos permanecieron 10 días en el círculo de recepción y posteriormente fueron trasladados a sus respectivas divisiones, tomando en cuenta los tratamientos. Se hicieron 21 divisiones en las cuales se colocaron 10 pollos en cada una, un bebedero y un comedero. A todos los pollos se les aplicó la vacuna contra Newcastle al ojo (día 8)

Diariamente se anotó el registro de mortalidad, alimento ofrecido y alimento rechazado. Semanalmente se pesaron 30 pollos de cada tratamiento mediante el uso de una balanza digital. A los 42 días se destazaron 30 animales de cada tratamiento y se obtuvo el peso en canal y de las vísceras.

### **Mezclado del alimento:**

Primeramente se hizo una premezcla para cada tipo de concentrado según lo que indicaba la fórmula, está incluyó: vitaminas, minerales, secuestrante de micotoxinas, lisina, metionina, coccidiostato y el emulsificador en una concentración del 0.05%. Posteriormente se elaboró cada uno de los concentrados colocando los macro-nutrientes (maíz amarillo, soya, grasa, calcio, fosfato dicalcico y sal) y la premezcla en una mezcladora, según la formulación de cada uno de los concentrados. Después de seis minutos de mezclado se obtuvieron cada uno de los alimentos para cada tratamiento.

### **5.5 Tratamientos evaluados:**

- A (testigo): al cual se le proporcionó el concentrado sin el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.1 Mcal/kg. en inicio y 3.2 Mcal/kg. en finalizador.
- B (segundo tratamiento): al cual se le proporcionó el concentrado con el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.1 Mcal/kg. en inicio y 3.2 Mcal/kg. en finalizador.
- C (tercer tratamiento): al cual se le proporcionó el concentrado con el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.035 Mcal/kg. en inicio y 3.135 Mcal/kg. en finalizador. Disminución de 65 Kcal/kg. del valor requerido de energía, debido a que se espera una mejor absorción y utilización de la misma.

## 5.6 Variables de respuesta:

Las variables que se midieron son:

- Peso vivo (g)
- Consumo de alimento (g)
- Mortalidad diaria (unidades)
- Peso al beneficiado (g)

Con las variables medidas se cuantificaron los siguientes índices:

- Mortalidad (%)
- Conversión alimenticia total.
- Ganancia de peso acumulada (g)
- Rendimiento en canal (%)

## 5.7 Diseño experimental

El diseño utilizado fue completamente al azar. Cada tratamiento contó con un número de 7 repeticiones y se utilizó como unidad experimental 10 pollos.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = a, b, c, d, e, f, g$$

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la  $ij$ -ésima unidad experimental

$U$  = Media general

$T_i$  = Efecto de Las dietas

**$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental**

## 5.8 Análisis Económico

Se realizó un análisis económico determinando el presupuesto parcial y la tasa marginal de retorno de los diferentes tratamientos evaluados.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 Variables Medidas

Los cuadros 1 y 2 muestran el contenido de energía y proteína de los alimentos utilizados en los tres tratamientos, tanto en la fase de inicio como en la fase final de engorde de los pollos.

Se puede observar que el alimento del tratamiento C, presenta 65 kcal/kg. menos de energía que los otros dos, ya que según investigaciones de Nutrifeed Veghel, Holanda (14) en pollos de engorde, indican que el uso de un emulsificador mejora de 1 a un 2.7% la digestibilidad de las grasas.

Cuadro No. 1. Contenido de proteína y energía de los alimentos utilizados en la fase de inicio (1 a 21 días) de los diferentes tratamientos

	Inicio A. Testigo	Inicio B. Concentrado+ emulsificador	Inicio C. Conc+emulsificador -65 kcal/kg.
Proteína %	22	22	22
Energía Mcal/kg.	3.1	3.1	3.035

Cuadro No. 2. Contenido de proteína y energía de los alimentos utilizados en la fase de finalización (22 a 42 días) de los diferentes tratamientos

	Inicio A. Testigo	Inicio B. Concentrado+ emulsificador	Inicio C. Conc+emulsificador -65 kcal/kg.
Proteína %	20	20	20
Energía Mcal/kg.	3.2	3.2	3.135

En el cuadro No. 3 se muestran las principales variables productivas obtenidas en el estudio, en el cual se pueden ver las diferencias significativas en algunas de ellas.

*Cuadro No 3. Valores obtenidos en los tres tratamientos evaluados*

<b>Variable productiva</b>	<b>A. Testigo</b>	<b>B. Concentrado + emulsificador</b>	<b>C. Conc+emulsificador – 65 kcal/kg.</b>
<b>Peso vivo inicial (g)</b>	45	45	45
<b>Peso vivo al final (g)</b>	2429 b	2582.19 a	2306.3 b
<b>Ganancia de peso total/ave (g)</b>	2384 b	2537.19 a	2261.3 b
<b>Consumo de alimento total/ave (g)</b>	4149 a	4098 a	4134 a
<b>Conversión alimenticia</b>	1.74 b	1.62 a	1.83 b
<b>Peso al beneficiado (g)</b>	1557 b	1683 a	1508 b
<b>Rendimiento en canal en %</b>	64.1 a	65.17 a	65.4 a
<b>Mortalidad (%)</b>	2.85 a	1.42 a	1.42 a

### **6.1.1 Peso vivo final y ganancia de peso total**

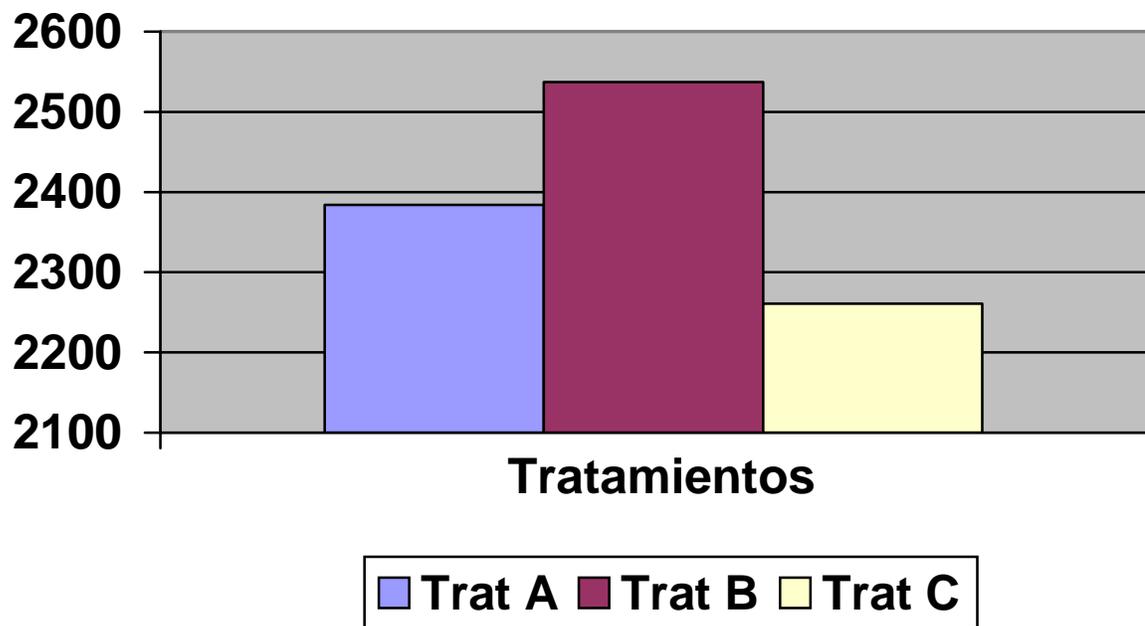
Como se muestra en el cuadro No 3, el peso vivo final de los pollos del tratamiento B presentaron diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) sobre los del tratamiento A y C. Mientras que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos A y C.

Al analizar los datos obtenidos se puede determinar que los pollos del tratamiento en el que se utilizó el concentrado más el emulsificador presentaron una mayor ganancia de peso total y un peso final mejor que los otros dos tratamientos. Mientras que los pollos alimentados con el concentrado formulado con 65 kcal/kg. menos, más el emulsificador fueron los que presentaron menor ganancia de peso total y menor peso vivo final.

Comparando estos datos con los obtenidos en estudios hechos en 1999 en Holanda por Nutrifeed (11) se puede observar que los resultados son similares, ya que en dichos estudios se obtuvieron mejores pesos finales de los pollos alimentados con concentrado más el emulsificador: 2142 g/ave, mientras que los pollos alimentados con concentrado sin el emulsificador presentaron un peso vivo final de 2081 g/ave.

En lo que respecta a los objetivos de producción de la línea genética utilizada, la guía de manejo de la raza Hubbard (15) nos indica que el peso promedio de los pollos a los 42 días debe ser de 2335 gr./ave, lo que nos muestra que los pollos del tratamiento "A" y del tratamiento "B" superaron ese peso, mientras que los pollos del tratamiento "C" fueron los únicos que se quedaron por debajo de ese promedio.

**Gráfica No 1. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso total (grs.)**



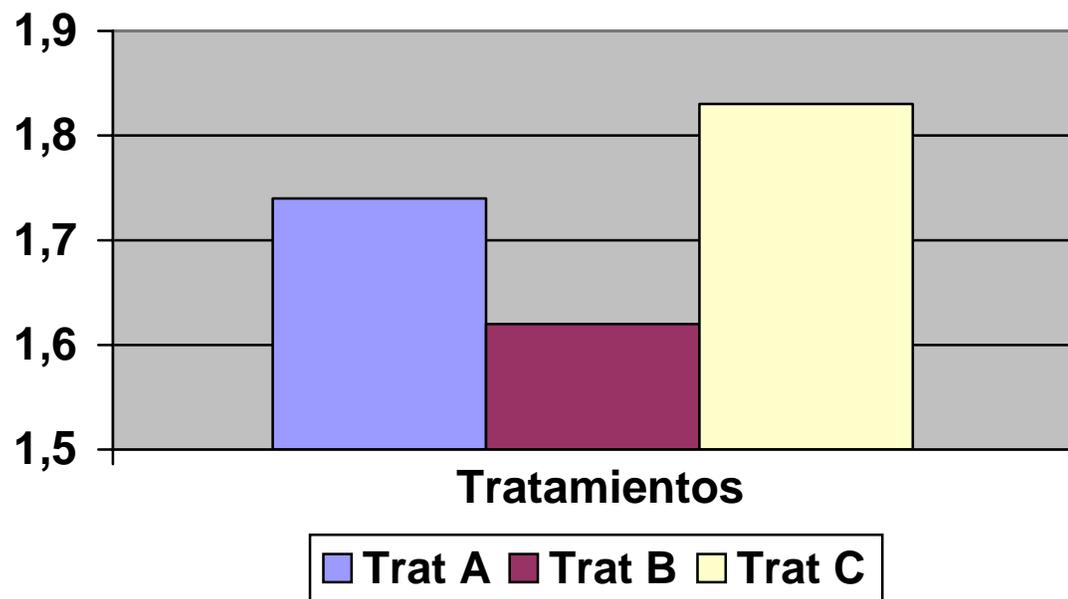
### **6.1.2 Consumo de alimento y conversión alimenticia**

En cuanto al consumo de alimento se muestra que fue similar en los tres tratamientos, no habiendo diferencias estadísticas significativas ( $p>0.05$ ) entre los mismos.

En lo que respecta a la conversión alimenticia, el tratamiento B (concentrado con emulsificador) fue el que mejor resultado presentó con: 1.62, este resultado se encuentra por debajo de los presentados en los objetivos de producción de la raza (1.81) y se presenta una diferencia estadística significativa ( $p<0.05$ ) con respecto a los otros dos tratamientos. Entre los tratamientos A y C no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Lo anterior se debe, según Soede (2002), a que el emulsificador permite mejorar la digestibilidad y utilización de las grasas, mejorando así los parámetros productivos como la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia.

**Gráfica No 2. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia**



### **6.1.3 Rendimiento en canal**

Los resultados presentados en el cuadro No 3 muestran que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p>0.05$ ) en lo que respecta al rendimiento en canal.

### **6.1.4 Mortalidad**

En el cuadro No 3 se muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los resultados ( $p>0.05$ ) de mortalidad en los tratamientos evaluados.

## 6.2 Análisis Económico

Se utilizó la metodología de Tasa Marginal de Retorno (TMR) propuesta por CIMMYT (1988), en la cual se consideraron los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivaron de la venta del pollo.

Cuadro No. 4 Beneficios obtenidos, costos variables y beneficio neto

BENEFICIOS	A. Testigo	B. Concentrado + emulsificador	C. Conc+emulsificador -65 kcal/kg.
Ganancia de peso (kg.)	2.429	2.582	2.306
Valor Q/kg. en pie	9.91	9.91	9.91
Beneficio bruto (Q)	24.07	25.59	22.85
<b>COSTOS VARIABLES</b>			
Consumo de alimento de inicio (kg.)	1.035	1.030	1.037
Valor Q/kg. de alimento de inicio	2.334	2.368	2.322
Consumo de alimento finalizador (kg.)	3.114	3.068	3.097
Valor Q/kg. de alimento finalizador	2.32	2.354	2.307
Total de Costos Variables (Q)	9.641	9.664	9.554
<b>Beneficio neto (Q)</b>	<b>14.43</b>	<b>15.93</b>	<b>13.30</b>

Cuadro No. 5 Cálculo de la Tasa Marginal de Retorno

Tratamientos	BN	CV	$\Delta$ BN	$\Delta$ CV	TRM (%)
<b>C</b>	13.305	9.554			
<b>A</b>	14.435	9.641	1.13	0.087	1298.85
<b>B</b>	15.93	9.664	1.495	0.023	6500

En función de los tratamientos, el análisis de dominancia permitió establecer que el tratamiento B resultó ser el tratamiento dominante, mientras que los tratamientos A y C fueron los dominados, por lo que se concluyó que el tratamiento B es el más eficiente desde el punto de vista económico.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó el estudio, se concluye que:

1. Con respecto a la variable peso vivo final, el tratamiento B presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto a los otros dos tratamientos, con un peso vivo final de 2.582 kg., en comparación de 2.429 kg. y 2.306 kg. de los tratamientos A y C respectivamente, los cuales no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre ellos.
2. La variable ganancia de peso presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, siendo el tratamiento B, en el que se utilizó el concentrado más el emulsificador, el que presentó mejores resultados, mientras que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos A y C.
3. La mejor conversión alimenticia se presentó en el tratamiento B, la cual fue de 1.62, presentando diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a los tratamientos A y C, los cuales tuvieron una conversión de 1.74 y 1.83 respectivamente.
4. Las variables de consumo de alimento, mortalidad y rendimiento en canal (%) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ).
5. Se estimó que el tratamiento B, el cual consistió en el concentrado con el emulsificador, fue el más eficiente desde el punto de vista económico.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

En las condiciones en las que se realizó este estudio, se recomienda:

1. Utilizar un emulsificador a base Polietilenglicol – gliceril ricinoleato en alimento para pollos de engorde que tengan otras fuentes de grasa (aceite de palma, etc.)
2. Evaluar el efecto de los emulsificadores a base de Polietilenglicol – gliceril ricinoleato en función de la relación energía - proteína del alimento.

## IX. RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la inclusión del Polietilenglicol – gliceril ricinoleato como emulsificador de grasas en dietas de pollos de engorde sobre los índices de mortalidad, conversión alimenticia y ganancia de peso. Se utilizaron para el estudio 210 pollos de engorde de la raza Hubbard divididos en tres tratamientos, al primero (A) se le proporcionó el concentrado sin el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.1 Mcal/kg. en inicio y 3.2 Mcal/kg. en finalizador. Al segundo (B) se le proporcionó el concentrado con el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.1 Mcal/kg. en inicio y 3.2 Mcal/kg. en finalizador. Y al tercero (C) se le proporcionó el concentrado con el emulsificador basándose en una formulación de requerimiento diario de energía/ave de 3.035 Mcal/kg. en inicio y 3.135 Mcal/kg. en finalizador, o sea una disminución de 65 Kcal/kg. del valor requerido de energía. El porcentaje de inclusión del emulsificador fue de 0.05% y fue premezclado con los micronutrientes del concentrado.

Se concluyó que con respecto a la variable peso vivo final, el tratamiento B presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto a los otros dos tratamientos. Con un peso vivo final de 2.582 kg., <sup>i</sup>en comparación de 2.429 kg. y 2.306 kg. de los tratamientos A y C respectivamente

La variable ganancia de peso presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, siendo el tratamiento B, en el que se utilizó el concentrado más el emulsificador, el que presentó mejores resultados, mientras que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos A y C.

La mejor conversión alimenticia se presentó en el tratamiento B, la cual fue de 1.62, presentando diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a los tratamientos A y C, los cuales tuvieron una conversión de 1.74 y 1.83 respectivamente. Las variables de

---

consumo de alimento, mortalidad y rendimiento en canal (%) no presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ).

Se estimó que el tratamiento B, el cual consistió en el concentrado con el emulsificador, fue el más eficiente desde el punto de vista económico.

Se recomienda utilizar el emulsificador Polietilenglicol gliceril – ricinoleato en dietas de pollo de engorde en una concentración del 0.05 por ciento.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Avilac HE improves health an performance of broilers. 2003. Avilac HE, Technical Report 2003.3. Holanda. 4 p.
2. Cruz, S J R. de La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
3. Cuautle Sánchez, I. Alimentación de las Aves. 2003. (en línea) Consultado el 5 de septiembre de 2005. Disponible en [http://www.grupoidisa.com.mx/imsa/informacion\\_tecnica/boletin\\_h\\_01.htm](http://www.grupoidisa.com.mx/imsa/informacion_tecnica/boletin_h_01.htm)
4. Ebbinge, Jan Buis. Chicks on milk (en línea) Consultado el 9 de agosto de 2005. Disponible en <http://www.nutrifeed.com/eng/news001.html>
5. Estadística de producción de carne de pollo de Guatemala. 2004. (en línea). Consultado 10 agosto 2005. Disponible en <http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=89&Items=2734&Elements=551&Years=201&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=&Domain=CBD&ItemTypes=CBD.NonPrimaryLivestockAndProducts&language=ES>
6. Guía de manejo de los pollos de engorde Hubbard clasico. 2003. Hubbard LLC, Americas Operation. Georgia. 6 p.
7. Klein Molina, GA. AÑO? Evaluación a sexta semana de edad de la mortalidad, conversión alimenticia, peso y análisis económico de 4 razas de pollos de engorde en san José Pinula, guatemala. *Tesis Lic.* Ing. Agr. Guatemala, GT; URL, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 64p.
8. Leeson, S. y Zubair, A K. 2004. Digestión en las aves I: Las proteínas y las grasas 2004 (en línea) Consultado 17 sep. 2005. Disponible en <http://www.novusint.com/Public/library/TechPaper.asp?ID=99&selLocate=es-Mx.htm>
9. Nutrición de las aves. 2004. México. (en línea) Consultado 20 ago. 2005. Disponible en [http://www.mypetstop.com.mx/mypetstop/es\\_mx/articles/birds/nutrition/nutritional+facts/nutrici\\_n+de+las+aves.htm](http://www.mypetstop.com.mx/mypetstop/es_mx/articles/birds/nutrition/nutritional+facts/nutrici_n+de+las+aves.htm)
10. Nutrición temprana en pollos de engorde (en línea) Consultado el 7 de septiembre de 2005. Disponible en <http://www.e-campo.com/media/news/nl/altavicultura8.htm>
11. Nutrient Requirements of Poultry. 1994 (en línea) Consultado 10 sep. 2005. Disponible en <http://www.nap.edu/books/0309048923/html/9.html>
12. Nutrifeed Research Report NF-B-45: The effect of emulsifier addition to broiler diets with different animal/vegetable fat ratios. s.f. Holanda, s.e. 1 p.
13. \_\_\_\_\_ NF-B-46: Avilac E trial (I + II) The effect of the emulsifier Avilac E on falt digestibility an dietary metabolic energy contribution in broiler diets. s.f. Holanda, s.e. 5 p.
14. Soede, CJ. 2002. Nutrifeed Technical Bulletin Avilac 12/2002 (en línea) Consultado el 7 de septiembre de 2005. Disponible en [www.nutrifeed.com](http://www.nutrifeed.com)
15. \_\_\_\_\_ 2005. Fat digestive physiology an exogenous emulsifiers. *World Poultry* (Holanda) 21(4):4

# **XI. ANEXOS**

