

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN



**“EFECTO DEL USO DE UN EMULSIFICANTE EN LA DIETA
SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE
CARNE HASTA LOS 21 DIAS DE EDAD”**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Rocío del Pilar Alfaro Chuquillanqui

LIMA - PERÚ

La Molina, 2014

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a Dios, sobre todo por guiar a mis padres en la enseñanza de vida que me han dado y por su gran apoyo en mi educación; así mismo por brindarme la amistad de Jorge Campos quien fue mi compañero incondicional en esta travesía y que con su ejemplo me inspiró a no detenerme ante la adversidad.

También aquellos seres amados que estarán por siempre en mi corazón ...

Agradecimientos:

- *Un agradecimiento especial al **Doctor Carlos Vílchez Perales**, Patrocinador del presente trabajo de investigación, por su confianza y apoyo profesional.*
- *Al **Ingeniero Jorge Campos Loyola**, por sus valiosos consejos y sobre todo por ser cómplice en mi desarrollo profesional.*
- *A mis compañeros **Paulo Sáenz y Gabriela Peceros** quienes confiaron en mí y me brindaron su valiosa amistad.*
- *A la señora **Silvia** que me enseñó y guió con mucha paciencia todos los análisis de laboratorio y sobre todo por el cariño brindado.*
- *Al **Ingeniero Omar Salinas** por sus consejos y su total comprensión para poder culminar esta etapa de mi vida profesional.*

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA

Departamento Académico de Nutrición

**EFFECTO DEL USO DE UN EMULSIFICANTE EN LA DIETA SOBRE
EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE CARNE
HASTA LOS 21 DIAS DE EDAD**

Tesis para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

ROCIO DEL PILAR ALFARO CHUQUILLANQUI

Patrocinado por:

Dr. Carlos Vélchez Perales

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

*Dr. Victor Guevara
Carrasco*

Presidente

Dr. Carlos Vilchez Perales

Patrocinador

*Ing. Mg. Sc Víctor Vergara
Rubín*

Miembro

*Ing. Mg. Sc. Pedro Ciriaco
Castañeda*

Miembro

INDICE

	Páginas
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1. Las grasas: Consideraciones generales	2
2.2. Digestión y absorción de lípidos en pollos de carne.....	3
2.3. Factores que afectan la digestibilidad de los lípidos	4
a. Edad del ave	4
b. Composición de la ración	5
2.4. Compuestos que intervienen en la emulsificación de lípidos en pollos	6
a. Sales biliares o emulsificantes naturales	6
b. La lipasa y la Colipasa..	7
c. Ácidos grasos y las proteínas transportadoras de ácidos grasos	7
2.5. Efecto de la adición de grasa en la dieta en el rendimiento del pollo de carne	8
a. Efecto del nivel de grasa	8
b. Efecto del tipo de grasa	8
2.6. Emulsificantes en la digestión de lípidos	9
a. Importancia del equilibrio hidrofílico – lipofílico.....	10
b. El uso de Emulsificantes en dietas para pollos de carne ...	10
III. MATERIALES Y METODOS	12
3.1. Lugar de ejecución.....	12
3.2. Instalaciones y equipo	12
3.3. Producto a evaluar	12

3.4.	Animales experimentales.....	13
3.5.	Tratamientos.....	13
3.6.	Dietas experimentales	13
3.7.	Manejo experimental	17
3.8.	Ensayo de Digestibilidad Aparente en el tracto total.....	17
3.9.	Mediciones	19
a.	Peso vivo y Ganancia de peso.....	19
b.	Consumo de alimento semanal y acumulado.....	19
c.	Conversión alimenticia.....	19
d.	Mortalidad	20
e.	Costo de alimento	20
3.10.	Análisis Estadístico.....	21
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
4.1.	Digestibilidad Aparente en el tracto total de la materia seca, proteína cruda y grasa total	22
4.2.	Peso vivo y ganancia de peso	25
4.3.	Consumo de alimento	28
4.4.	Conversión alimenticia.....	31
4.5.	Mortalidad.....	34
4.6.	Costos de alimentación	35
V.	CONCLUSIONES	37
VI.	RECOMENDACIONES.....	38
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	39
VIII.	ANEXOS	45

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 01: Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de las dietas de inicio (Base fresca)	14
Tabla 02: Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de las dietas de crecimiento (Base fresca).....	15
Tabla 03: Contenido de materia seca, proteína total y extracto etéreo de las dietas en fase de crecimiento.....	16
Tabla 04: Efecto del uso del Emulsificante Comercial sobre la Digestibilidad Aparente en el tracto total de los nutrientes (Base seca)23
Tabla 05: Efecto del uso del Emulsificante Comercial sobre la ganancia de peso(g/ave)	26
Tabla 06: Efecto del uso del Emulsificante Comercial sobre el consumo de alimento (g/ave)	29
Tabla 07: Efecto del uso del Emulsificante Comercial sobre la Conversión Alimenticia32
Tabla 08: Efecto del uso del Emulsificante Comercial sobre la Mortalidad (%)	34
Tabla 09: Costos de alimentación.....	35

INDICE DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 01: Coeficiente de Digestibilidad Aparente en el tracto total de los nutrientes	24
Gráfico 02: Peso inicial y Ganancia de Peso Semanal promedio por tratamiento.....	27
Gráfico 03: Consumo de Alimento por tratamiento	30
Gráfico 04: Conversión Alimenticia por tratamiento.....	32
Gráfico 05: Conversión Alimenticia por tratamiento.....	36

INDICE DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO I:	Ficha técnica del emulsificante comercial VOLAMEL EXTRA.....46
ANEXO II:	Registro del peso inicial de los pollos (g)47
ANEXO III:	Especificaciones nutricionales de la línea Cobb 2012.....48
ANEXO IV:	Composición Nutricional de la pre mezcla Vitamínico Mineral.....49
ANEXO V:	Ficha técnica del Promotor de crecimiento.....50
ANEXO VI:	Aporte de Materia seca, proteína total, ceniza insoluble y extracto etéreo de las heces en fase de crecimiento..... 51
ANEXO VII:	Concentración real de Ceniza Insoluble en ácido..... 52
ANEXO VIII:	Coefficientes de digestibilidad de la dieta control (T-1) en la etapa de crecimiento (Base seca).....53
ANEXO IX:	Coefficientes de digestibilidad de la dieta control (T- 2) en la etapa de crecimiento (Base seca).....54
ANEXO X:	Coefficientes de digestibilidad de la dieta control (T- 3) en la etapa de crecimiento (Base seca).....55
ANEXO XI:	Coefficientes de digestibilidad de la dieta control (T- 4) en la etapa de crecimiento (Base seca).....56
ANEXO XII:	Registro de parámetros productivos en la primera semana de edad.....57
ANEXO XIII:	Registro de parámetros productivos en la segunda semana de edad.....58
ANEXO XIV:	Registro de parámetros productivos en la tercera semana de edad.....59

ANEXO XV:	Ganancia total de peso, consumo total de alimento, conversión alimenticia acumulada y mortalidad acumulada.....	60
ANEXO XVI:	Precio de ingredientes	61
ANEXO XVII:	Análisis de varianza de la Digestibilidad Aparente en el tracto total de la Materia seca.....	62
ANEXO XVIII:	Análisis de varianza de la Digestibilidad Aparente en el tracto total de la Proteína cruda.....	63
ANEXO XIX:	Análisis de varianza de la Digestibilidad Aparente en el tracto total de la Extracto etéreo.....	64
ANEXO XX:	Análisis de varianza de Peso vivo final	65
ANEXO XXI:	Análisis de varianza de la Ganancia de peso total.....	66
ANEXO XXII:	Análisis de varianza de Consumo de alimento total.....	67
ANEXO XXIII:	Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia	68
ANEXO XXIV:	Análisis de varianza de la Conversión Alimenticia	69

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad Experimental de Avicultura de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la inclusión de un emulsionante exógeno en dietas para pollos de carne, durante las fases de inicio (0-10 días de edad) y crecimiento (11-21 días de edad), que contienen cantidades moderadas de aceite. Se utilizaron 160 pollos de la Línea Cobb 500, distribuidos al azar, en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones de 10 pollos cada uno, colocados en una batería con calefacción. Se emplearon cuatro dietas: T1: Dieta Control, T2: Control + Emulsificante Nutricional, T3: Dieta Reformulada (-40 Kcal Energía Metabolizable (EM)) + Emulsificante Nutricional y T4: Dieta Reformulada (-40 Kcal EM) sin adición del Emulsificante Nutricional. Se suministró agua y alimento ad libitum. Se registró el Consumo de Alimento, el Peso Vivo, la Ganancia de Peso, la Conversión Alimenticia y Mortalidad hasta los 21 días de edad. Adicionalmente, se determinó la digestibilidad Aparente en el tracto total de la Materia Seca, Proteína Cruda, Extracto Etéreo por el método indirecto de Ceniza Insoluble en Ácido, de la dieta de crecimiento. No se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para los parámetros de ganancia de peso y peso final en los tratamientos. Las dietas que tenían el Emulsificante nutricional, generó numéricamente una mejora en la ganancia de peso de 3.4% y 5.0% con respecto al grupo control, sin embargo para los parámetros de consumo voluntario y conversión alimenticia se demostró que hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) respecto al control influenciado por el uso de emulsificantes en las dietas. Finalmente, al ajustar el aporte de EM de la dieta se tendrá una reducción favorable en el costo del alimento.

I. INTRODUCCIÓN

El consumo de energía en la producción de carne y huevo se considera el 40 por ciento del costo total del alimento, el cual se considera aproximadamente el 70 por ciento del total del costo de producción; de ahí la importancia que tiene este nutriente, desde el punto de vista económico y la repercusión en la parte fisiológica, ya que el consumo de alimento está directamente relacionado a la concentración de energía de la dieta.

La fuente principal de energía en una dieta para aves son los carbohidratos presente en los granos, el incremento en los precios, así como también la escasez de estos conlleva a buscar fuentes alternativas para compensar esta situación. En el caso del pollo de carne, en donde los requerimientos de energía son relativamente altos (NRC, 1994), cada vez es más común incluir en la dieta ingredientes tales como las grasas, aceites vegetales o una combinación de ambas para cubrir las necesidades de energía metabolizable que permita desarrollar su potencial genético. No obstante existen factores intrínsecos y extrínsecos en estos ingredientes que afectan su digestibilidad, como por ejemplo la composición de los ácidos grasos, el nivel de inclusión de la grasa en la dieta, la edad del ave, entre otros. Es por ello que el uso de un emulsificantes en la dieta otorga una ventaja hacia estos factores, ya que trabajan sinérgicamente con las sales biliares, incrementando el nivel de energía de la dieta aportado por las grasas.

Estudios realizados han demostrado que el uso de un emulsificante nutricional en dietas de pollo de carne, hace más digestibles las grasas como fuente de energía. Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tienen como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de un emulsificante exógeno en dietas para pollos de carne que contienen cantidades moderadas de aceite hasta los 21 días de edad, a través de la digestibilidad aparente en el tracto total y el rendimiento productivo de las aves.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. LAS GRASAS: CONSIDERACIONES GENERALES

Las grasas constituyen una fuente concentrada de energía, de manera que variaciones relativamente pequeñas en sus niveles de inclusión puede tener efectos significativos en la energía metabolizable de la dieta (Lesson, 2000); asimismo presentan propiedades de insolubilidad que contribuyen con los depósitos energéticos y en la estructura de las membranas celulares, además sirven de vehículo para transportar las vitaminas liposolubles (A, D, E, K) (Mateos y Méndez, 1990).

Las grasas y los aceites tienen como estructura principal a los triglicéridos, compuestos de una molécula de glicerol ligado a tres ácidos grasos. Se diferencian según la naturaleza y la ubicación de los ácidos grasos; cuando se forman con el mismo ácido graso se les denomina “sencillos” sin embargo, si en la esterificación participan distintos ácidos grasos, se obtienen “triglicéridos mixtos”(McDonald, 2002).

Los ácidos grasos del organismo provienen tanto de la dieta como de la biosíntesis endógena y son sintetizados cuando hay un exceso calórico, la principal fuente energía para la síntesis de ácidos grasos son los carbohidratos y la proteína proveniente de la dieta (Krogdahl, 1985). La mayoría de los ácidos grasos contienen solo un grupo carboxilo y son de cadena lineal; pueden ser saturados e insaturados, diferenciándose en sus propiedades físicas (McDonald, 2002). Acevedo (2012) menciona que el grado de saturación de las grasas afecta directamente al proceso denominado solubilización micelar, el cual es importante en la digestión y absorción de las grasas; es decir, afecta directamente la utilización digestiva de las mismas, por lo tanto si las grasas son más saturadas, se hace necesario mayor cantidad de sales biliares para el proceso de emulsificación y formación de micelas. En consecuencia, las sales biliares

incrementan el valor de la energía metabolizable en dietas con alta concentración de ácidos grasos saturados. (El Raouf, 2007)

2.2. DIGESTIÓN Y ABSORCIÓN DE LÍPIDOS EN POLLOS DE CARNE:

La mayor parte de la grasa que se suministra en la dieta de las aves es grasa neutra (triglicérido), siendo el resto fosfolípidos y colesterol; de los cuales ni la grasa, ni el colesterol son miscibles en agua por ser esencialmente no polares. En cambio, los fosfolípidos tienen un compuesto polar de glicerol, por lo tanto, son más miscibles y ayudan a emulsionar los glóbulos de grasa; la emulsión del aceite y el agua se estabiliza por los fosfolípidos y se forma por el mecanismo de batido producido por la motilidad estomacal (Cañas, 1995); la emulsificación está a cargo de los ácidos biliares y el jugo pancreático, con sus componentes más importantes que son las sales biliares y la lipasa pancreática (Krogdhal, 1985).

Cañas(1995) cita a Gurr y James (1971) quienes afirman que la lipasa pancreática a través de la enzima colipasa pancreática hidroliza las gotas de triglicéridos en ácidos grasos y monoglicéridos, reduciendo los lípidos a una emulsión cada vez más fina. Por otro lado, los lípidos hidrolizados en el intestino son devueltos a la molleja por reflejo entero-gástrico; antes de ser absorbidos por el duodeno y principalmente en la parte anterior del yeyuno (Cañas, 1995). Así mismo, Churchet *al.* (2001) mencionan que los ésteres de colesterol también deben de ser hidrolizados por el jugo pancreático (colesterol esterase), a fin de formar colesterol libre para su absorción. Krogdhal (1985) señala que los productos de la lipólisis son transportados en una interfase heterogénea de agua y aceite, de modo que los ácidos grasos libres y monoglicéridos se mezclan con las sales biliares formando las micelas mixtas, que facilitan la absorción de grasas.

El Raouf(2007) cita a Katongole y March (1980) quienes afirman que todos los lípidos son transportados por los FABP(*del inglés, FattyAcidBindingProtein*) hacia las células epiteliales, las cuales se absorben por vía sanguínea; Krogdhal (1985) menciona que cuando están dentro de los enterocitos, los monoglicéridos y ácidos grasos libres son reesterificados, para la síntesis se requiere energía que depende de la

suplementación con carbohidratos; luego se unen con el colesterol libre, ésteres de colesterol, lipoproteínas y fosfolípidos para formar los llamados portomicrones (Leeson y Summers, 2001). Hemier (1997) afirma que los portomicrones pasan directamente a la circulación portal y no son metabolizados por el hígado debido al gran tamaño que poseen, es decir, son los encargados de transportar los triglicéridos a los tejidos y dependen de la hidrólisis realizada por la lipoproteína lipasa. Según Kroghal(1985) para formar las lipoproteínas las sales biliares se absorben en el yeyuno y en el íleon en similares cantidades, esto indica que la absorción de lípidos y sales biliares se superponen. Lehninger (2000) afirma que las sales biliares llegan al hígado por sistema portalhepático para ser secretados nuevamente por la bilis y las que se pierden por las heces son sustituidas por la síntesis de novo en el hígado.

2.3. FACTORES QUE AFECTAN LA DIGESTIBILIDAD DE LOS LÍPIDOS DE LA DIETA.

A. EDAD DEL AVE:

La digestibilidad de las grasas en pollos jóvenes es limitado debido a que no es suficiente la secreción de las lipasas (Kroghal y Sell, 1989; Noy y Salan, 1995; Raffof, 1995); la razón de la baja concentración de esta enzima es porque la circulación enterohepática es aun inmadura (Jeason y Kellog, 1992), afectando la energía metabolizable de la dieta (Halda y Ghosh, 2010). Estas diferencias son mayores especialmente cuando las grasas son de origen animal (Marzooqi y Leeson, 1999); es decir, cuando los ácidos grasos son más saturados y la fuente de grasa en la dieta es de menor calidad (Wiseman y Salvador, 1991; Mateos y Méndez, 1990), debido a que el ave es muy sensible a los efectos tóxicos de grasas deterioradas ya que tiene su sistema inmune y digestivo aun inmaduros (Kroghal y Sell, 1989). Asimismo Gerreiro *et al.* (2011), quienes afirman que presentan una limitación fisiológica en la absorción de otros nutrientes de la dieta.

El Raouf (2007) menciona que la madurez del ave involucra mecanismos óptimos para la absorción de grasas saturada está relacionada con la disponibilidad y eficiencia de las sales biliares, es decir son incapaces de reponer las sales biliares perdidas en la

excreción como fácilmente lo pueden hacer las aves adultas; Por lo tanto, la adición de sales biliares exógenas en caso de las dietas con altos niveles de grasas saturadas compensan la insuficiente cantidad de bilis secretada por el organismo y en consecuencia se incrementa la digestibilidad de la grasas, en especial la de los ácidos grasos saturados, palmítico y ácido esteárico.

Marzooqi y Leeson (1999) cita a Krogdhal y Sell (1989), quienes afirman que la grasa de la dieta no se utiliza de forma eficiente hasta el momento en que la actividad de la lipasa alcanza sus niveles máximos que es entre los 40 y 56 días de edad; sin embargo, Noy y Sklan (1995) estudiaron la digestión y la absorción de las grasas en las aves jóvenes de 1 a 21 días y reportaron que la verdadera digestibilidad de la grasa insaturada en las aves fue mayor al 85 por ciento, aumentando un poco en los días posteriores, lo cual demuestra que la actividad de las lipasas y las sales biliares en el cuarto día de edad fueron suficientes para la digestión completa de la grasa insaturada. Por otro lado, Baião y Lara (2005) concluyeron que la digestibilidad de la grasa no es un factor limitante para el crecimiento de las aves jóvenes.

B. COMPOSICIÓN DE LA RACIÓN:

Una ventaja que ejerce la inclusión de las grasas en las dietas basales principalmente es mejorarla palatabilidad del alimento y hacerlas menos polvorosas, también reduce la velocidad de tránsito digestivo, favoreciendo una mayor digestibilidad de los componentes no lipídicos de la dieta por permanecer un mayor tiempo en el tracto intestinal (Baião y Lara, 2005). Leeson (2000) menciona que cuando se usa grasas saturadas en la dieta, la digestibilidad de las grasas se hace menos eficiente y en especial cuando las grasas utilizadas contienen una alta proporción de ácidos grasos libres, interfiriendo en la producción de sales biliares por el organismo afectando los valores energéticos lo que concuerda con El Raouf (2007), que la digestibilidad de las grasas aumenta según el grado de insaturación como también la concentración de FABP.

La inclusión de grasa en la dieta puede alterar la microflora intestinal y causar posteriormente cambios subsecuentes en la conversión de las sales biliares primarias a las sales biliares secundarias; es por ello que estas sales biliares secundarias son las

que alteran la absorción de lípidos en pollos (Krogdhal, 1985) afectando la digestibilidad de las mismas.

2.4. COMPUESTOS QUE INTERVIENEN EN LA EMULSIFICACIÓN DE LÍPIDOS EN POLLOS.

A. LAS SALES BILIARES O EMULSIFICANTES NATURALES:

Las sales biliares sirven para el proceso de emulsificación que es el paso más importante para alcanzar el valor de la energía metabolizable en adición de una fuente de grasa a las dietas; además de la formación de las micelas (Halda y Ghosh, 2010). El Raouf (2007) menciona que el proceso de emulsificación reduce la tensión superficial de las moléculas de grasas ampliando la superficie del área que permite que la lipasa y otras enzimas actúen de una manera más eficiente, asimismo las sales biliares varían el pH de 6.5 (medio intestinal) a un pH de 8.5 para la acción de la lipasa pancreática, a su vez estimula el peristaltismo y presenta un efecto colagogo que estimula la producción adicional de bilis en el organismo.

Aparte de ello, el proceso de emulsificación de la grasa de la dieta se incrementa cuando el quimo entra en el intestino delgado se mezcla con la bilis para neutralizar la acidez del bolo alimenticio (El Raouf, 2007). Las sales biliares y los fosfolípidos cooperan en la emulsificación de triglicéridos de la dieta y otros nutrientes solubles en grasa (Krogdahl, 1985).

La liberación de la bilis se da por la vesícula biliar, este proceso ocurre en el intestino y está afectado por la colistoquinina, esta liberación está mediada por sensores situados en las criptas de la mucosa intestinal que son sensibles en presencia de las grasas. Según Baião y Lara (2005) que cuando se indujo la secreción de colecistoquinina dio como resultado la contracción de la vesícula biliar y la secreción de enzimas pancreáticas.

Se puede esperar que el flujo de la vesícula biliar se modifique de acuerdo a la composición de la dieta; sin embargo, los pollos alimentados con sales biliares primarias absorben los ácidos grasos saturados mejor que los pollos de grupo control

y utilizan la energía de manera más eficiente (Krogdahl, 1985); es decir, hay una mejor conversión alimenticia y se disminuye la mortalidad de las aves (Baurhooet *al.*, 2009).

B. LA LIPASA Y LA COLIPASA

En las aves no se reporta la acción de las lipasas linguales ni de la lipasa gástrica, por lo tanto la molleja y el intestino son los encargados de la emulsificación de los lípidos, formación de micelas y absorción de lípidos (Krogdahl, 1985).

Krogdahl (1985) cita a Droret *al.* (1976) quienes realizaron un estudio el cual demostró que la actividad de la lipasa pancreática fue más elevada en pollos con 21 días de edad alimentados con dietas que contenían un nivel de 15 por ciento de aceite de soya a diferencia de los que contenían un 30 por ciento; de modo que las concentraciones de lipasa en el tejido pancreático y los contenidos intestinales de las aves pueden tolerar grandes cambios durante las primeras semanas después del nacimiento. Sin embargo, Guerreiro *et al.* (2011) mencionan que hubo un incremento de la lipasa pancreática de las aves entre los 24 y 42 días de edad, particularmente cuando un emulsificante fue añadido a la dieta, es decir el nivel de la lipasa pancreática se incrementa según la edad del ave.

C. ÁCIDOS GRASOS Y LAS PROTEÍNAS TRANSPORTADORA DE ÁCIDOS GRASOS

El Raouf (2007) menciona que el paso de lípidos a través de la membrana es por transporte pasivo y las tasas de absorción varían con la longitud de la cadena de ácidos grasos y grado de saturación; el transporte y la absorción de los ácidos grasos a través del citoplasma de la célula parece estar influenciada por un ácido graso de FABP, la cual tiene mayor afinidad por los ácidos grasos insaturado que por los ácidos grasos saturados y prácticamente ninguna afinidad para ácidos grasos de mediano o de cadena corta. En pollos, la concentración de FABP es mayor en la porción proximal del intestino y disminuye distalmente.

Krogdahl (1985) cita a de Katongole y March(1979), quienes demostraron que existe una gradiente de concentración en la mucosa intestinal de los pollos en favor de los FABPs, que disminuye con la incorporación del nivel de grasa en la dieta.

2.5. EFECTO DE LA ADICIÓN DE GRASA EN LA DIETA EN EL RENDIMIENTO DE POLLOS DE CARNE.

A. EFECTO DEL NIVEL DE GRASA:

El Raouf(2007) cita a Touchburn y Naber (1966) y Jensen *et al.* (1970) quienes observaron las ventajas de tener una dieta con alta densidad calórica, por ejercer "calorías extra", el beneficio de la adición de grasas que solo es posible cuando todo el resto de nutrientes se ajusta en proporción al incremento del nivel energético de la dieta.

Cañas (1995) menciona que la incorporación de grasas y aceites en la dieta permite aumentar su energía metabolizable. Esto se traduce a una ganancia de peso debido a su mejor eficiencia de utilización de la energía con un menor incremento calórico. Por lo tanto, una adición de grasas permite un ahorro de alimento; asimismo, implica que al adicionar grasas a la dieta del animal se aumenta el contenido calórico por kilogramo de alimento lo que permite una mayor cantidad de energía disponible para suplir los altos requerimientos energéticos de los pollos de carne. Acevedo (2012) afirma que la adición de grasas en la dieta es una alternativa para satisfacer la alta energía que requieren los pollos de carne, por tener una rápida velocidad de crecimiento, ya que las grasas tienen aproximadamente un valor calórico equivalente a 2.25 veces energía que los carbohidratos.

B. EFECTO DEL TIPO DE GRASA:

Sanz *et al.* (1999) y Crespo y Steve- García (2001) mencionan que la adición de grasas saturadas en las dietas aumenta el contenido de grasa corporal (abdominal y muscular). Asimismo, si las grasas adicionadas en la dieta son insaturadas pueden inhibir la lipogénesis o bien pueden catabolizarse en mayor proporción; Sin embargo, Scaife *et al.* (1994) menciona que la digestibilidad de la grasa aumenta según aumenta el grado

deinsaturación. Según Pinchasov y Nir (1992) y Su y Jones (1993) el efecto del tipo de grasa en la eficiencia de la alimentación podría estar relacionado, además en el estudio realizado por Crespo y Esteve-García (2001) la ganancia de peso final no se vio afectado por el tipo de grasas en las dietas; Sin embargo, el consumo de alimento y la eficiencia alimenticia fueron afectados por los aceites evaluados: aceite de girasol y aceite de linaza.

2.6. EMULSIFICANTES EN LA DIGESTIÓN DE LÍPIDOS:

Las sales biliares y los monoglicéridos que se forman después de la hidrólisis de las grasas son emulsificantes naturales. No obstante, la capacidad de estos emulsificantes naturales puede constituir un factor limitante para la digestión de la grasa. Las aves jóvenes cuentan con una producción limitada de sales biliares, por lo que en las primeras etapas de la vida está también limitada la digestibilidad de la grasa.

Por otro lado, las características de la grasa de la dieta pueden restringir la digestibilidad. En general, los ácidos grasos saturados (encontrados principalmente en las grasas animales) se digieren menos fácilmente en comparación con los ácidos grasos insaturados (como las grasas vegetales). Los niveles altos de ácidos grasos libres también van a limitar la digestibilidad. Los emulsificantes exógenos mejoran en este proceso de la digestibilidad (El Raouf, 2007 y Roy *et al.*, 2010). Obviamente, es más pronunciado el efecto positivo de la adición de tales emulsificantes nutricionales en las grasas menos digestibles, que en las altamente digestibles. El efecto va ser también más pronunciado en niveles más altos de grasa añadida. Sin embargo, en todos los casos, incluso con grasas altamente digestibles se pueden observar efectos positivos. El mecanismo de acción de estos emulsificantes exógenos es que tienen la capacidad de transformar una superficie hidrofóbica en una hidrófila (Roy *et al.*, 2010); tales agentes tensioactivos (sales biliares) actúan sobre las partículas de grasa en el intestino que están presentes en un medio acuoso, transformándola en partículas más pequeñas ampliando la superficie de acción de las lipasas (Guerreiro *et al.*, 2011), asimismo los emulsificantes mejoran la digestibilidad de los otros componentes del alimento debido a que están menos encapsulada por la grasa presente en la dieta. (Krogdahl, 1985)

A. IMPORTANCIA DEL EQUILIBRIO HIDROFÍLICO-LIPOFÍLICO Y TIPOS DE EMULSIFICANTES COMERCIALES

Un emulsificante comercial o exógeno es una molécula con una parte hidrosoluble (hidrofílica) y una parte del liposoluble (Lipofílico). La combinación de estas dos características en una molécula que proporciona la característica particular de que el emulsificante se puede disolver tanto en grasas como en agua, además de que puede ayudar a mezclar las dos fracciones. (Rovers Marc, 2013)

Existen dos tipos de emulsificantes comerciales y dependen del principio equilibrio hidrofílico-Lipofílico (HLB); Los emulsionantes nutricionales son emulsificantes con baja relación de HLB, eso significa que son más solubles en medio acuoso como el del intestino; caso contrario los emulsionantes técnicos son caracterizados por ser preferente hidrofóbicos o de alto HLB y son mas efectivos cuando se usa aceites de menor digestibilidad como sebo vacuno o ovino (Jones DB. *et al.*, 1992).

B. EL USO DE EMULSIFICANTE EN DIETAS PARA POLLOS DE CARNE:

El proceso de emulsificación de la grasa es el paso más importante para lograr un máximo valor de energía metabolizable aportado por la fuente de la grasa añadida; sin embargo, en pollos jóvenes es limitante una óptima emulsificación debido a que son insuficientes las secreciones de bilis y de lipasa. Por lo tanto, para asegurar que estas grasas adicionadas en las dietas sean absorbidas eficazmente por el sistema digestivo del ave se deben adicionar un emulsionante a la dieta ya que mejora la funcionalidad del sistema digestivo particularmente cuando la grasa se incorpora a la dieta a una edad temprana.

La literatura con respecto a los efectos de los emulsionantes nutricionales en pollos de carne indica el contenido total de energía en la dieta de pollos puede ser reducido hasta un 3 por ciento, cuando es añadido a una dosis de 500 ppm. (Smulders, 2006); es decir, la reducción en el contenido de energía de la dieta puede aumentar el peso final de un 2 a 5 por ciento, por consiguiente, mejora la conversión de un 2 a 4 por ciento bajo la influencia de los emulsionantes exógenos; por el contrario los reportes de Niret

al.(1993), Noy y Sklan (1995) y Lima *et al.* (2003) indican que los emulsionantes nutricionales ayudan a compensar una reducción de energía en las dietas de pollos de carne sin tener efectos significativos en los parámetros de crecimiento.

Estudios realizados por Guerreiro *et al.* (2011) reportaron que cuando incorporaron el emulsificante en las dietas, no hubo efectos significativos en el desarrollo de los pollos a los siete días de edad; sin embargo, encontraron que hubo efectos en la ganancia de peso y conversión alimenticia a los 14 días de edad. Lo que coincide con los resultados de Oliveira *et al.* (2013) en un estudio realizado con un emulsificante nutricional, no encontraron diferencia significativa hasta los 21 días de edad, sin embargo con unas dietas basales alimentadas de 22 a 42 días se observaron diferencias numéricas en los pesos finales de los tratamientos que habían consumido el emulsificante.

Halda y Ghosh (2010) reportaron una evaluación con el fin de determinar el valor que presenta un emulsificante nutricional que compensa la reducción de la energía en dieta para pollos de carne sin alterar las características en el rendimiento. El programa de alimentación consistió en una dieta de inicio hasta los 21 días y una dieta de crecimiento de 22 a 38 días. Las dietas consistieron en una dieta control (C), dieta control + Volamel Extra (C + VE) y una dieta con reducción de la energía metabolizable en 2 por ciento con respecto al Control + Volamel Extra (250 mg/Kg) (VE - EM). Los resultados indicaron que a los 38 días de edad se obtuvo una ganancia de peso superior en los pollos alimentados con la dieta (C + VE) y (VE - EM), comparadas con el grupo control; sin embargo, la diferencia fue más significativa en la conversión alimenticia, ya que se obtuvo una diferencia de 11 por ciento en las dietas (VE- EM) comparado con el grupo control. Por lo tanto, los autores concluyeron que la adición de emulsificante en las dietas mejoró la eficiencia de la utilización de la energía metabolizable.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN:

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Aves del Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia. El alimento fue preparado en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección social en Alimentos. Los análisis de los alimentos y de heces se realizaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA). El trabajo experimental se ejecutó entre los meses de Agosto y Septiembre del 2012.

3.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS:

Se emplearon dos criadoras metálicas con calefacción eléctrica controladas por termostatos, con cinco pisos divididos en dos compartimentos de las siguientes dimensiones: 0.88 metros de largo por 8.85 metros de ancho y 0.23 metros de altura, con área total de 0.74 m². Asimismo, fueron equipadas con dos comederos laterales y un bebedero frontal, así como de una bandeja de material galvanizado para la recolección de excretas. Los equipos utilizados incluyen una balanza de 15 kilogramos de capacidad con precisión de ± 1 gramo, además, equipos de limpieza y libreta de datos.

3.3. PRODUCTO A EVALUAR:

El producto a evaluar fue emulsificante “VOLAMEL EXTRA”, elaborado por la empresa NUKAMEL de Bélgica. La composición es la siguiente: concentrado de alverja; máximo 30 por ciento, emulsionantes (ésteres de Acido Cítrico de aceite de palma); máximo 18 por ciento, aceite de palma; mínimo 12 por ciento y concentrado de soya; máximo 10 por ciento (Anexo I).

3.4. ANIMALES EXPERIMENTALES:

Se utilizaron 160 pollos BB machos, de la línea Cobb 500, distribuidos en cuatro tratamientos, con cuatro repeticiones de 10 pollos por cada repetición. Los pesos iniciales se detallan en el Anexo II.

3.5. TRATAMIENTOS:

Los tratamientos evaluados en el presente experimento fueron los siguientes:

T1: Dieta Control (Testigo)

T2: T1 + Emulsificante nutricional (*On top*) (Dosis: 500 g/TM)

T3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional

T4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de emulsificante nutricional (Control Negativo).

3.6. DIETAS EXPERIMENTALES:

Las dietas experimentales para las fases de inicio (1 a 10 días) y crecimiento (11 a 21 días), fueron formuladas siguiendo las especificaciones nutricionales de la Línea Cobb 500 (Anexo III). Las dietas y el agua se suministraron *ad libitum*, registrando la cantidad de alimento suministrado y el residuo semanalmente. La composición de ingredientes y el valor nutricional estimado de las dietas experimentales de inicio y crecimiento se presentan en las Tablas 3 y 4, respectivamente. Los resultados de la determinación de materia seca, proteína total, extracto etéreo se presentan en la Tabla 3.

Las dietas experimentales se realizaron en la Planta de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, y se utilizó una mezcladora de paletas con capacidad de 25 kilogramos con un tiempo de mezclado de 15 minutos, la preparación de los microingredientes se realizó manualmente.

Tabla 01: Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de las dietas de inicio.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Maíz molido nacional	55.96	55.96	57.08	57.08
Torta de soya Argentina	36.21	36.21	35.97	35.97
Aceite crudo de soya	3.62	3.62	2.69	2.69
Fosfato de calcio	1.88	1.88	1.88	1.88
Carbonato de calcio	0.80	0.80	0.80	0.80
Sal común	0.45	0.45	0.45	0.45
Metionina DL	0.29	0.29	0.29	0.29
Lisina HCL	0.18	0.18	0.18	0.18
Premezcla de vit. y minerales (*)	0.12	0.12	0.12	0.12
Cloruro de colina, 60 %	0.10	0.10	0.10	0.10
Absorbente de micotoxinas	0.10	0.10	0.10	0.10
Promotor de crecimiento (*)	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
Fungicida	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	0.05
Emulsificante comercial (*)	0.00	0.05	0.05	0.00
Arena	0.00	0.00	0.00	0.05
Treonina L	0.04	0.04	0.04	0.04
TOTAL	100.00	100.05	100.00	100.00
Valor nutricional (calculado)				
Energía Metabolizable, Kcal/kg	3,035.00	3,035.00	3,035.00	2,995.00
Proteína Cruda, %	21.50	21.50	21.50	21.50
Lisina, total %	1.32	1.32	1.32	1.32
Met +Cis, total %	0.98	0.98	0.98	0.98
Treonina, total %	0.86	0.86	0.86	0.86
Triptófano, total %	0.25	0.25	0.25	0.25
Calcio, por ciento	0.90	0.90	0.90	0.90
Fosforo Disponible, %	0.45	0.45	0.45	0.45
Sodio, %	0.20	0.20	0.20	0.20
Grasa Cruda, %	6.37	6.37	5.47	5.47

(*) La composición del emulsificante nutricional, premezcla y del promotor de crecimiento se presenta en el Anexo I, Anexo IV y Anexo V, respectivamente.

T1: Dieta Control (Testigo); T2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM);

T3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional; T4:

Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición del emulsificante nutricional (Control Negativo)

Tabla 02: Composición porcentual de los ingredientes y valor nutritivo calculado de las dietas de crecimiento.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
Maíz molido nacional	61.25	61.25	62.37	62.37
Torta de soya Argentina	30.97	30.97	30.73	30.73
Aceite crudo de soya	3.78	3.78	2.84	2.84
Fosfato de calcio	1.75	1.75	1.74	1.74
Carbonato de calcio	0.76	0.76	0.77	0.77
Sal común	0.45	0.45	0.45	0.45
Metionina DL	0.26	0.26	0.26	0.26
Lisina HCL	0.19	0.19	0.20	0.20
Premezcla de vit. y minerales (*)	0.12	0.12	0.12	0.12
Cloruro de colina, 60 %	0.10	0.10	0.10	0.10
Absorbente de micotoxinas	0.10	0.10	0.10	0.10
Promotor de crecimiento (*)	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
Fungicida	0.05	0.05	0.05	0.05
Antioxidante	0.05	0.05	0.05	0.05
Emulsificante comercial (*)	0.00	0.05	0.05	0.00
Arena	0.00	0.00	0.00	0.05
Treonina L	0.04	0.04	0.04	0.04
TOTAL	100.00	100.05	100.00	100.00
Valor nutricional (calculado)				
Energía Metabolizable, Kcal/kg	3,108.00	3,108.00	3,108.00	3,068.00
Proteína Cruda, %	19.50	19.50	19.50	19.50
Lisina, total %	1.19	1.19	1.19	1.19
Met +Cis, total %	0.89	0.89	0.89	0.89
Treonina, total %	0.78	0.78	0.78	0.78
Triptófano, total %	0.22	0.22	0.22	0.22
Calcio, por ciento	0.84	0.84	0.84	0.84
Fosforo Disponible, %	0.42	0.42	0.42	0.42
Sodio, %	0.20	0.20	0.20	0.20
Grasa Cruda, %	6.60	6.60	5.70	5.70

(*) La composición del emulsificante nutricional, premezcla y del promotor de crecimiento se presenta en el Anexo I, Anexo IV y Anexo V, respectivamente.

T1: Dieta Control (Testigo); T2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM);

T3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional; T4:

Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición del emulsificante nutricional (Control Negativo)

Tabla 03: Contenido de materia seca, proteína total, y extracto etéreo de las dietas en fase de crecimiento (Base fresca y base seca).

Componentes	Base Fresca (%)			Base seca (%)		
	Materia seca	Humedad	Proteína total (Nx6,25)	Extracto etéreo	Proteína total (Nx6,25)	Extracto etéreo
T-1	86,91	13,09	20,45	6,6	23,53	7,59
T-2	87,67	12,33	21,22	6,64	24,21	7,57
T-3	86,76	13,24	22,67	6,53	26,13	7,53
T-4	86,76	13,24	19,47	6,46	22,44	7,44

Fuente: Análisis realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA).

3.7. MANEJO EXPERIMENTAL:

Toda la etapa de crianza de las aves, se llevó a cabo de acuerdo a las prácticas normales de manejo empleado en el sistema de baterías. El suministro de alimento fue en forma de harina. Se llevó una medición semanal del consumo de alimento y peso de las aves, se llevaron a cabo las medidas preventivas para conducción normal de crianza, tales como la ventilación, uso de pediluvios, restricción de ingreso al ambiente, etc. Además, se realizaron labores de limpieza y desinfección del ambiente antes del ingreso de las aves.

3.8. ENSAYO DE DIGESTIBILIDAD APARENTE EN EL TRACTO TOTAL:

La recolección de heces se realizó el último día de la prueba (día 21), se utilizó en la base de cada jaula, una plancha metálicas para cada tratamiento y fue cubierta de papel para facilitar la recolección, al día siguiente las heces fueron retiradas del papel y colocadas en bolsa de polietileno, identificadas por tratamiento, repetición y tipo de alimento, fueron pesadas en fresco y conservadas en refrigeración, posteriormente se realizó el proceso de pre secado (60°C por 24 horas). Se realizaron análisis para determinar el porcentaje de Ceniza Insoluble en Acido (CAI) de la dieta basal y de las heces, por el método indirecto propuesto por J. Van Keulen and Young (1977).

- DIGESTIBILIDAD APARENTE EN EL TRACTO TOTAL:

En diversos estudios en aves se ha usado el análisis de excretas para determinar la digestibilidad de los nutrientes denominado “Digestibilidad aparente en el tracto total” o ATTD, por su sigla en inglés (Ravindranet *al.*, 1999; Chianget *al.*, 2010; Dotas *et al.*, 2010; Baeket *al.*, 2012). Si bien el ATTD en aves no mide la digestibilidad de la proteína propiamente dicha de acuerdo a la definición clásica, ya que las heces y la orina son eliminadas juntas, sino su metabolicidad (Ravidranet *al.*, 1999; Lemneet *al.*, 2004; Sakomura y Rostagno, 2007), este último término no es comúnmente empleado según Sakomura y Rostagno.

El efecto de las pérdidas endógenas, fermentación cecal y excreciones urinarias se puede corregir muestreando el contenido íliaco, denominado Digestibilidad Aparente Iliaca o AID, (Lemmeet *al.*, 2004). Sin embargo la cantidad muestreada disponible a nivel del íleon es muy poca y en consecuencia, poco representativa comparado con las muestras obtenidas de las heces, conduciendo a una mayor variabilidad en los resultados, por lo tanto se obtiene menor poder estadístico. (Schoyenet *al.*, 2007), Por ello se considera que la obtención de una sola muestra iliaca válida, demanda utilizar varias aves. Además que solo se recomienda usar en aves maduras (Lemmeet *al.*, 2004).

Cabe mencionar que, se ha reportado la diferencia entre los valores obtenidos en aves mediante ATTD y AID es mínima y no significativa (Schoyenet *al.*, 2007), en consecuencia para fines prácticos, resulta conveniente emplear el termino de Digestibilidad Aparente en el Tracto Total (DATT) como un indicador valido de digestibilidad de los nutrientes (Dotas *et al.*, 2010).

La ecuación utilizada fue propuesta por Chiang *et al.* 2010 y se presentan a continuación:

$$DATT\% = 100 - (100 * (MA/MH) (NH/NA))$$

Dónde:

MA: % de marcador en el alimento

MH: % de marcador en las heces

NH: % de nutriente en las heces

NA: % de nutriente en el alimento

La concentración real de la CIA en el alimento y las heces se detalla en el Anexo VII y los cálculos de DATT se realizaron en base al 100 por ciento de materia seca (Anexo VIII, Anexo IX, Anexo X y Anexo XI).

3.9. MEDICIONES:

Se midieron los siguientes parámetros:

A. PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO:

Las aves fueron pesadas en grupo de 10 a su llegada y posteriormente se registró el peso individual por tratamiento. La ganancia de peso se determinó semanalmente por la diferencia entre el peso final y el inicial (Anexo XII, Anexo XIII, Anexo XIV y Anexo XV).

$$\text{Ganancia de peso (g/a/s)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

B. CONSUMO DE ALIMENTO SEMANAL Y ACUMULADO:

El consumo de alimento se registró semanalmente por cada repetición, consistió en anotar la cantidad de alimento ofrecido al inicio de la semana de cada una de las bandejas y luego al finalizar la semana se pesaba dichas bandejas (Anexo XII, Anexo XIII, Anexo XIV y Anexo XV).

$$\text{Consumo de alimento (g/a/s)} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (g)}}{\text{Número de pollos}}$$

C. CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANAL Y ACUMULADA:

La conversión alimenticia se evaluó tanto semanal como acumulada por cada unidad experimental. Se obtuvo dividiendo el consumo de alimento entre el peso vivo de cada semana (Anexo XII, Anexo XIII, Anexo XIV y Anexo XV).

$$\text{Conversión alimenticia semanal} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (g)}}{\text{Ganancia de peso semanal (g)}}$$

$$\text{Conversión alimenticia acumulada} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (g)}}{\text{Ganancia de peso acumulada (g)}}$$

Ganancia de peso total (g)

D. MORTALIDAD:

Se registró diariamente de cada unidad experimental y luego se obtuvo el porcentaje de la mortalidad semanal y acumulada (Anexo XII, Anexo XIII, Anexo XIV y Anexo XV).

$$\text{Mortalidad semanal (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas}}{\text{Número total de aves}} \times 100\%$$

E. COSTO DE ALIMENTACIÓN:

Se determinó el costo del alimento para cada tratamiento considerando el consumo de alimento promedio de 21 días y el precio de cada ración por etapa (Inicio y crecimiento).

$$\text{Costo de alimento} = AT(i) \times BT(i)$$

Donde:

A: Total consumido por etapa

B: Precio del alimento por etapa

T (i): Tratamientos 1, 2,3,4.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Para la Prueba de digestibilidad se utilizaron los siguientes parámetros estadísticos:

1. Promedio (\bar{X})
2. Desviación estándar (D.E)
3. Coeficiente de variabilidad (C.V)

Los registros colectados durante la Prueba de crecimiento fueron sometidos a un análisis de varianza bajo un Diseño Completamente Randomizado con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) repeticiones por tratamiento, para ello se utilizó el software Statistical Analysis System (SAS, 2000). Para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Duncan. (Duncan, 1955).

El modelo lineal:

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

Donde:

Y_{ij} = La ij -ésima observación.

μ = Media poblacional.

T_j = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIGESTIBILIDAD APARENTE EN EL TRACTO TOTAL DE LA MATERIA SECA, PROTEÍNA CRUDA Y GRASA TOTAL:

En el Tabla 06 y en la Gráfica 01 se presentan los promedios de los coeficientes de DATT de la Materia Seca, Proteína Cruda y Extracto Etéreo de las dietas experimentales, se observó que la incorporación de un emulsionante nutricional dio como resultado mejoras significativas ($P < 0.05$) en los resultados de DATT de los nutrientes mencionados, a diferencia de las dietas que no incluían el emulsificante en estudio. Se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0.05$) en los resultados de DATT del extracto etéreo en el análisis de variancia de los tratamientos que incluían emulsificante, con respecto a los que no lo contenían (T-2 y T-3 versus T-1 y T-4). Las dietas del T2 y T3 contenían el Emulsificante nutricional en la misma dosis, mejorando la emulsión de las grasas y formación de micelas, ampliando la superficie de acción de las lipasas (Guerreiro *et al.*, 2011). En consecuencia, un aumento en la disponibilidad de la energía de la dieta, se reflejó en los parámetros obtenidos para estos dos tratamientos, tal como se muestran en el Anexo XV.

Por otro lado, los resultados de la dieta que tenía el emulsificante con la energía reformulada en menos 40 kcal (T3) fue significativamente mejor ($P < 0.05$), observando una mayor DATT en todos los nutrientes evaluados (Materia seca, proteína cruda y extracto etéreo) comparado a los demás tratamientos, esta mejora pudo deberse a la acción del emulsificante nutricional o de baja relación hidrofílica-Lipofílico (HBL), que hace que los otros nutrientes también sean más disponibles para el ave, debido a que están menos encapsuladas por la grasa presente en la dieta. (Krogdahl, 1985). Además, la dieta T3 pudo presentar un mejor balance nutricional y energético, comparado con los otros tratamientos, obteniendo una mejora en el peso vivo final del ave (Tabla 07).

Tabla 04: Efecto del uso del emulsificante sobre la Digestibilidad Aparente en el Tracto Total de los nutrientes (Base seca).

Tratamientos ¹	Coeficientes de DATT (%)		
	Materia Seca	Proteína Cruda	Extracto Etéreo
T-1	63,01 ^b	56,44 ^b	90,45 ^c
T-2	63,51 ^b	57,07 ^b	91,95 ^b
T-3	73,30 ^a	72,93 ^a	93,36 ^a
T-4	62,56 ^b	54,96 ^b	88,95 ^d

a,b,c; letras diferentes en cada fila indican diferencia estadística (P<0.05).

¹ *Valores promedio de 3 repeticiones (10 aves cada una) por tratamiento.*

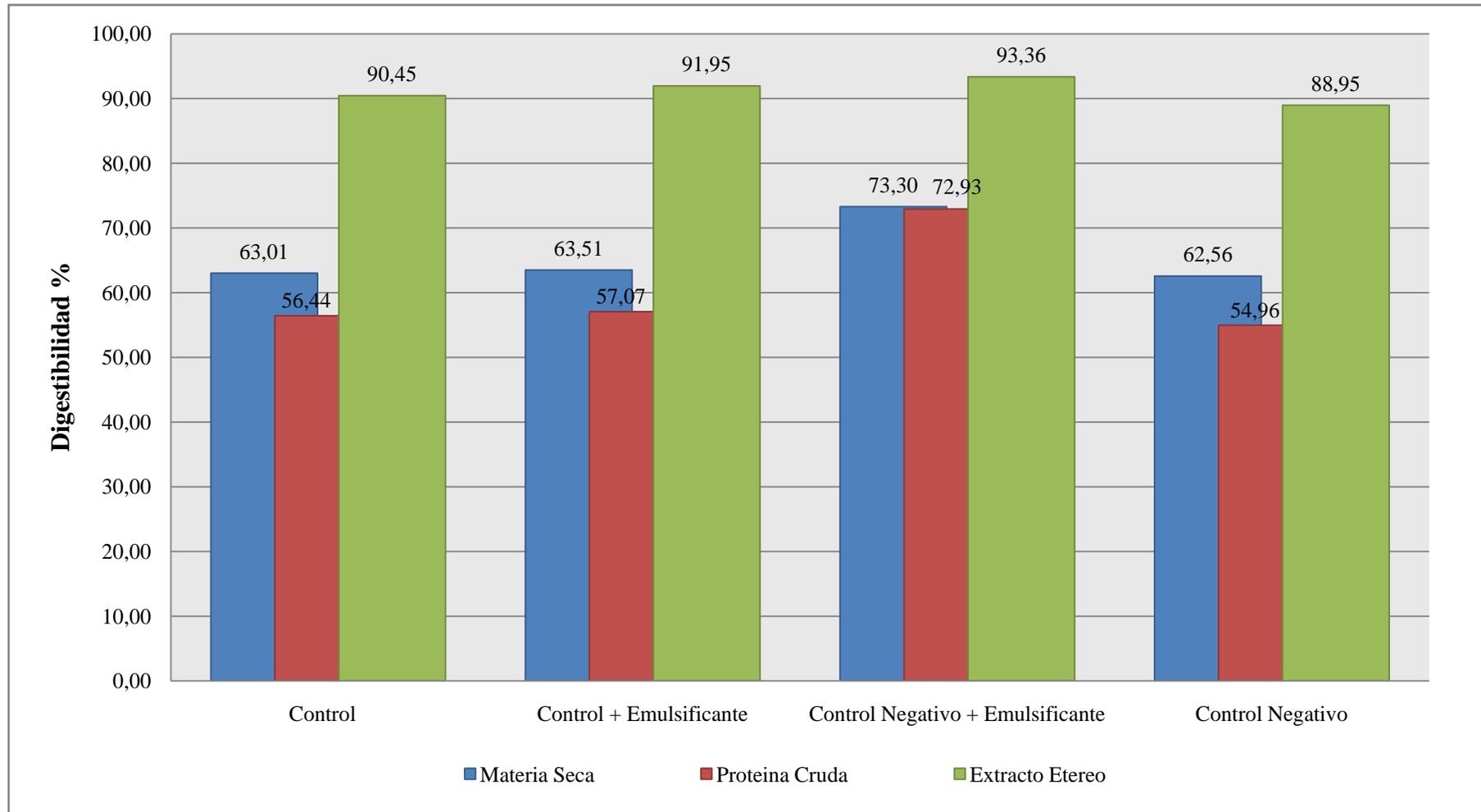
T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificantenutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificantenutricional (Control Negativo)

Gráfico01: Coeficiente de Digestibilidad Aparente en el Tracto Total de las dietas experimentales (DATT).



4.2. PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO:

En el Tabla 05 y en la Gráfica 02 se presentan los resultados de la ganancia de peso, pesos vivos iniciales y pesos vivos finales de las aves durante el periodo de evaluación.

Los resultados de la ganancia de pesos no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el análisis de variancia entre tratamientos (Anexo XXI), siendo los resultados del T2 y T3 numéricamente mayores en ganancia de peso total, comparados con el grupo control y el T4. Esta mejora pudo deberse a la inclusión del emulsificante nutricional en las dietas de ambos tratamientos. La dieta del T3 fue reducida energéticamente en 40 Kcal con adición del emulsificante nutricional y fue la que obtuvo el mayor peso de todo el ensayo; sin embargo, se puede justificar con un mayor consumo de alimento de alta digestibilidad, logrando por efecto la más alta ganancia de peso entre todos los tratamientos evaluados.

Los pesos finales obtenidos tampoco presentaron diferencia significativa en el análisis de variancia ($P > 0.05$) entre los tratamientos (Anexo XX). Se observó que todos los tratamientos pasaron el peso estándar de la línea Cobb 500 (938 gramos a los 21 días). Además, una mejora numérica en ganancia de peso de 3.43 por ciento y 5.00 por ciento en las dietas de T2 y T3, respectivamente (Tabla 05), comparados con el grupo control. Esta mejora se vio reflejada en el peso final al día 21, tal como lo reporta Smulders (2006), quien afirma que se puede mejorar el peso final entre 2 a 5 por ciento en un estudio con emulsificantes comerciales de bajo HLB, adicionadas en dietas para aves con reducción de energía hasta un 3 por ciento. Asimismo, Guerreiro *et al.* (2011), también investigaron con dietas con adición de emulsificantes nutricionales, encontraron efectos positivos en la ganancia de peso y conversión alimenticia a los 14 días de edad, tal como corresponde a los datos obtenidos en el presente trabajo (Tabla 05). Finalmente, cabe mencionar que en la dieta T4 el resultado del peso final obtuvo una diferencia numérica de más 1.5 por ciento con respecto al grupo control, pudiendo deberse al mayor consumo total de alimento, logrando un mayor peso comparado al tratamiento control.

Tabla 05: Efecto del uso del emulsificante sobre la ganancia de peso (g/ave).

Parámetros	Tratamientos ¹			
	T-1	T-2	T-3	T-4
Peso inicial	50.75	50.99	51.58	51.85
Peso al final a la 1° semana (07 días)	198.48	201.13	205.63	196.70
Peso al final a la 2° semana (14 días)	514.10	532.18	528.75	511.03
Peso al final a la 3° semana (21 días)	961.18 ^a	992.64 ^a	1007.55 ^a	975.65 ^a
Ganancia de peso total	910.43 ^a	941.65 ^a	955.98 ^a	923.80 ^a
Mejora de peso final sobre el grupo control	--	3.27 %	4.82 %	1.51%
Mejora de ganancia de peso sobre el grupo control	--	3.43 %	5.00 %	1.47%

¹ Valores son promedio de 4 repeticiones (10 aves cada una) por tratamiento.

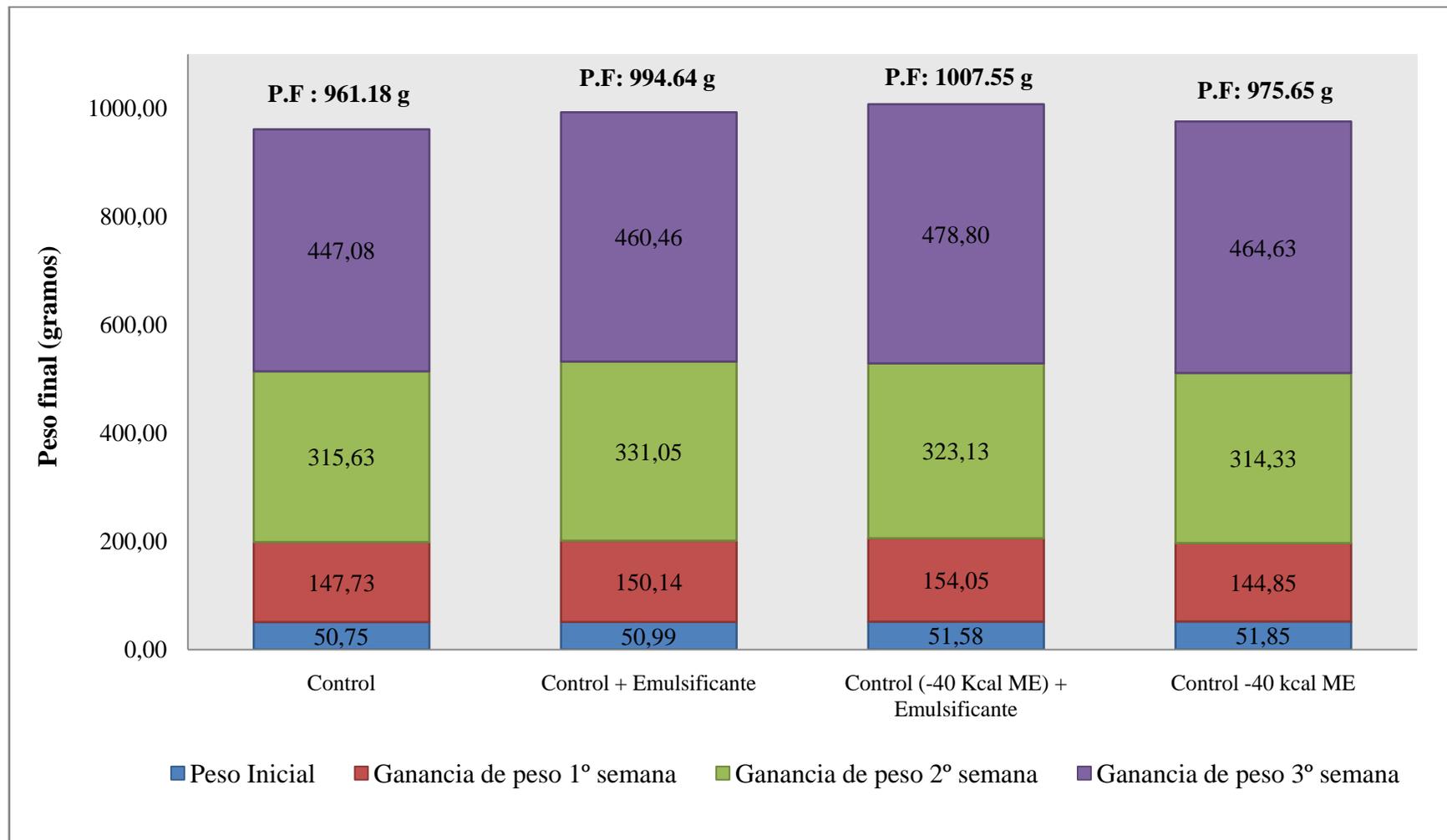
T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificante nutricional (Control Negativo)

Gráfico 02: Peso inicial, ganancia de peso semanal y peso final promedio por tratamiento.



4.3. CONSUMO DE ALIMENTO:

Los consumos de alimento en materia seca semanal y total durante el periodo experimental se indican en el Tabla 06 y en la Gráfica 03. Así mismo, se obtuvieron diferencias significativas en el análisis de variancia ($P < 0.05$) para el consumo de alimento entre los tratamientos 2 y 4, respecto al grupo control. (Anexo XXII)

La dieta del tratamiento 2 contiene un mayor valor energético, debido a la adición “*On Top*” del emulsificante nutricional en la fórmula, por lo que el ave pudo regular su consumo de alimento con el aporte energético de la dieta. El resultado del T2 obtuvo diferencias significativas en el análisis de variancia ($P < 0.05$), comparado con los demás tratamientos del experimento, lo que coincide con el estudio realizado por Halda y Gosh (2010) quienes afirmaron que las dietas que usaron el emulsificante mostraron diferencias significativas en el consumo de alimento con respecto al control.

Los resultados de las dietas T3 y T4 obtuvieron diferencias significativas en el análisis de variancia ($P < 0.05$), cabe mencionar que ambas dietas contienen un valor reducido en 40 kilocalorías comparado con el grupo control, así mismo ambos tratamientos son los que tienen el mayor consumo de alimento. La diferencia entre ambos se debió al uso del emulsificante nutricional obteniendo un mejor peso vivo final para el T3. Por el contrario el T4 obtuvo un mayor consumo de alimento debido a que el ave necesitó complementar las kilocalorías faltantes de la dieta, es decir que el ave tuvo que regular su ingesta según su requerimiento energético. Estos resultados coinciden con los reportes de Niret *et al.* (1993), Noy y Sklan (1995) y Lima *et al.* (2003) quienes indican que los emulsionantes nutricionales ayudan a compensar una reducción de energía en las dietas de pollos de carne sin la afectar los parámetros de crecimiento.

Tabla 06: Efecto del uso del emulsificante sobre el consumo de alimento (g/ave).

Parámetros	Tratamientos ¹			
	T-1	T-2	T-3	T-4
Consumo de alimento a la 1° semana	150.88	150.05	150.28	149.25
Consumo de alimento a la 2° semana	399.87	376.78	386.78	422.56
Consumo de alimento a las 3°semana	642.76	621.60	661.25	663.82
CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL	1,193.50^{ab}	1,148.43^b	1,198.30^{ab}	1,235.63^a
Consumo promedio semanal	397.83	382.81	399.43	411.88
Consumo promedio diario	56.83	54.69	57.06	58.84

a,b; Letras diferentes en cada fila indican diferencia estadística (P<0.05).

¹ *Valores son promedio de 4 repeticiones (10 avescada una) por tratamiento.*

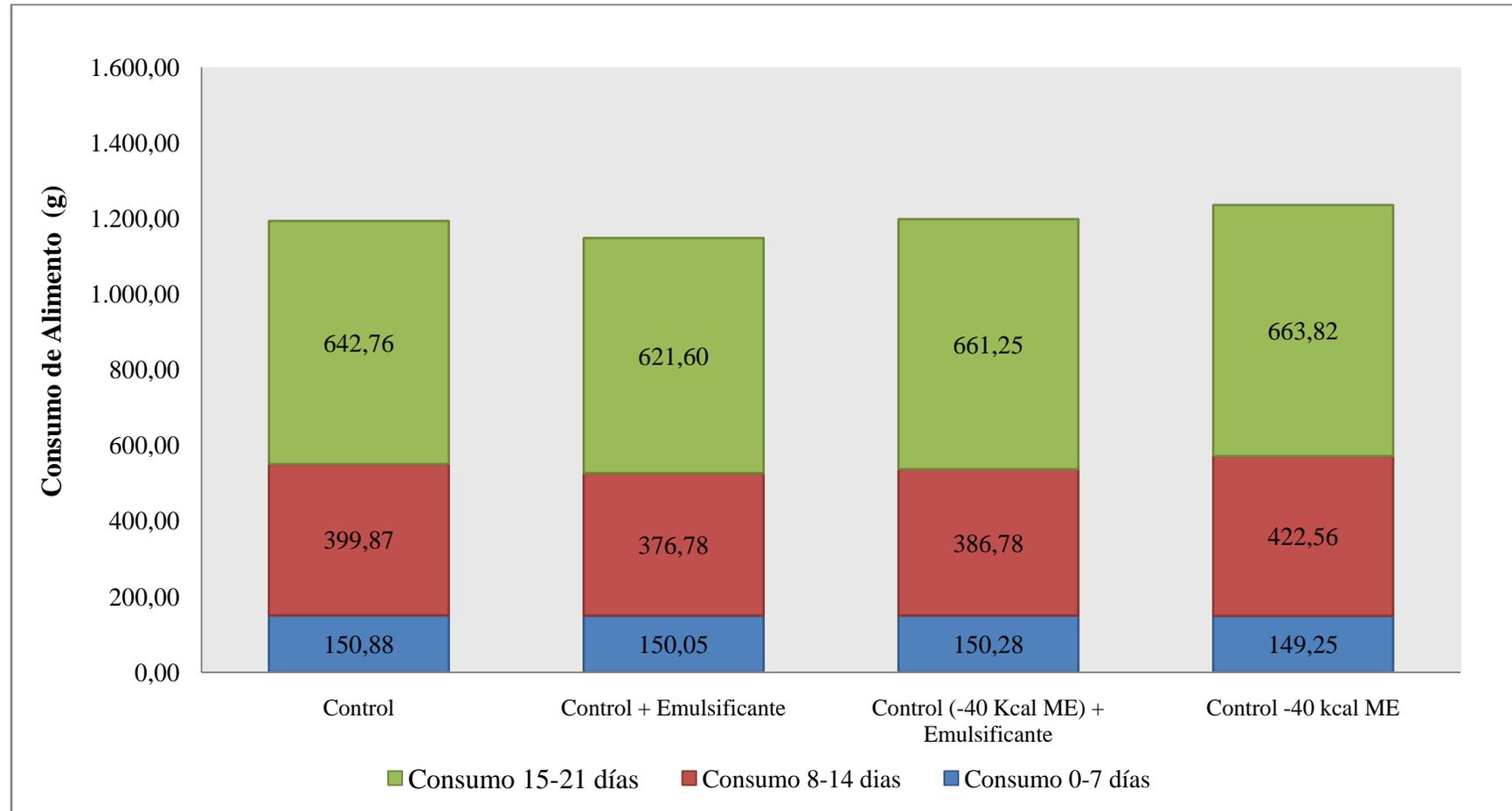
T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificantenutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificantenutricional (Control Negativo)

Gráfico 03: Consumo de alimento por tratamiento.



4.4.CONVERSIÓN ALIMENTICIA:

En el Tabla 07 y la Gráfica 04 se muestran los resultados de la conversión alimenticia obtenidos en el presente estudio. La información semanal y acumulada se presenta en los Anexos XII, Anexo XIII, Anexo XIV y Anexo XV.

En los tratamientos que se le adicionó el emulsificante nutricional se obtuvieron diferencias significativas en el análisis de variancia ($P < 0.05$) tal como se muestran en el Anexo XIII, logrando una mejora de 6.97 por ciento (T2) y 4.38 por ciento (T3) comparados con los tratamientos que no lo tenían (T1 y T4). Estos datos se asemejan a los reportados por Halda y Ghosh (2010) afirmando que la adición del emulsificante comercial de tipo nutricional en las dietas mejoró significativamente la utilización de la Energía Metabolizable. Así como también Smulders (2006) afirma que el uso de los emulsificantes nutricionales en dietas con reducción de energía hasta un 3 por ciento, encuentra una mejora de 2 a 4 por ciento en la conversión alimenticia respecto al grupo control. Cabe mencionar que el T2, fue el tratamiento que se adicionó el emulsificante “*On Top*” a la dieta y se obtuvo un mejor resultado final en la conversión alimenticia, debido a un menor consumo de alimento, generado por las kilocalorías extras que aporta el emulsificante en la dieta

Finalmente los resultados del T4, no obtuvo mejoras significativas en el análisis de variancia ($P > 0.05$), por ser una dieta con un menor DATT de los nutrientes en especial del extracto etéreo y de la proteína, además de tener una dieta con un menor valor energético, como consecuencia hubo un mayor consumo de alimento y una ineficiente digestibilidad de la grasa como fuente de energía, en consecuencia obtuvo una menor ganancia de peso.

Tabla 07: Efecto del uso del emulsificante sobre la conversión alimenticia.

Parámetros	Tratamientos ¹			
	T-1	T-2	T-3	T-4
Consumo total de alimento (g/a)	1,193.50	1,148.43	1,198.30	1,235.63
Ganancia total de peso (g/a)	910.43	941.65	955.98	923.80
Conversión Alimenticia (C.A)	1.31 ^{ab}	1.22 ^c	1.25 ^{bc}	1.34 ^a
Mejora de C.A sobre el grupo control	--	6.97 %	4.38 %	-2.03 %

a,b,c; Letras diferentes en cada fila indican diferencia estadística ($P < 0.05$).

¹ *Valores son promedio de 4 repeticiones (10 aves cada una) por tratamiento.*

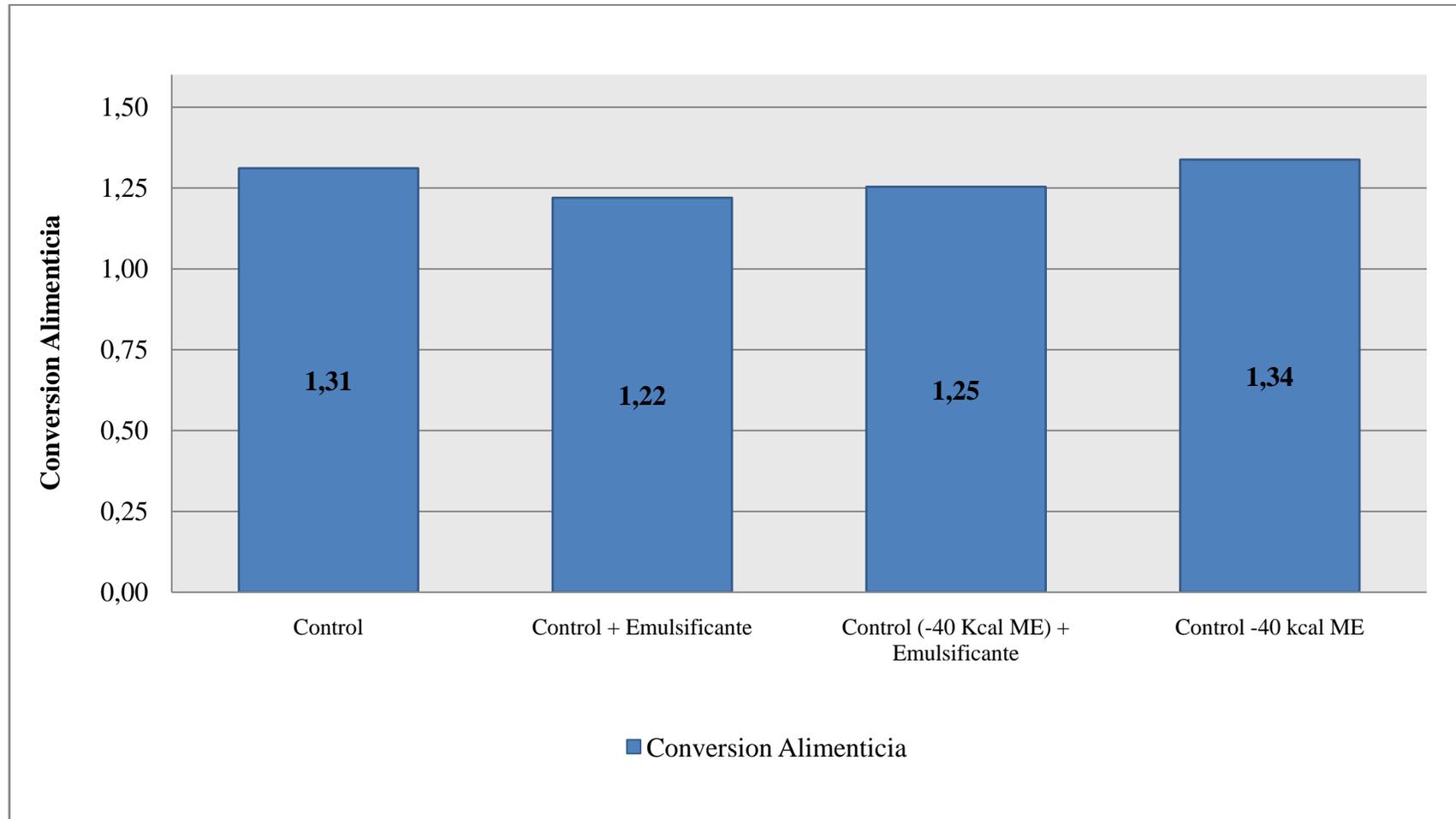
T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificante nutricional (Control Negativo)

Gráfico 04: Conversión alimenticia por tratamiento.



4.5. MORTALIDAD:

La mortalidad no ha sido evaluada en estudios anteriores, además los resultados muestran que no se encuentra diferencia significativa en todos los tratamientos ($P>0.05$). (Anexo XXIII)

La mortalidad en los tres casos se debió a cuadros de hepatomegalias con signos de intoxicación, que no fueron debido al uso del emulsificante nutricional.

Tabla08: Efecto del uso del emulsificante sobre la mortalidad.

Parámetros	Tratamientos ¹			
	T-1	T-2	T-3	T-4
Mortalidad a la 1 ^o semana	0.00	0.00	0.00	0.00
Mortalidad a la 2 ^o semana	2.50 (1)	0.00	0.00	5.00 (2)
Mortalidad a la 3 ^o semana	0.00	0.00	0.00	0.00
Mortalidad Acumulada, %	2.50^a	0.00^a	0.00^a	5.00^a

(*) Número de aves muertas.

¹Valores son promedio de 4 repeticiones (10 aves cada una) por tratamiento.

T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificante nutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificante nutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificante nutricional (Control Negativo)

4.6. COSTOS DE ALIMENTACIÓN

Los resultados sobre el costo de alimentación de cada tratamiento se muestran en la Tabla 09. Los costos de alimentación fueron obtenidos considerando los precios de los ingredientes en el mes de octubre del 2012 y se muestran en el Anexo XVI. La comparación se realizó tomando como grupo control al T1 (Dieta referencial) y los valores de costo de alimentación de forma decreciente, correspondió al T4, T3, T1 y T2 como se muestra en el Grafico 05, en la mayoría de los casos superó el 100 por ciento, con excepción del T2 y podría estar relacionado con la menor cantidad de alimento consumido durante el periodo experimental en comparación a los otros tratamientos.

Tabla 09: Efecto del uso del emulsificante sobre los costos de alimentación.

Etapa de Inicio (1-10 días)	T1	T2	T3	T4
Consumo del alimento (Kg/ave)	0,250	0,250	0,250	0,250
Precio del alimento (S./Kg)	1,705	1,724	1,704	1,685
Costo del alimento (S./ ave)	0,426	0,431	0,426	0,421
Etapa de Crecimiento (11-21 días)				
Consumo del alimento (Kg/ave)	0,944	0,898	0,948	0,986
Precio del alimento (S./Kg)	1,644	1,663	1,643	1,624
Costo del alimento ((S./ ave)	1,551	1,494	1,558	1,601
Costo total de alimentación hasta los 21 días (S./ ave)	1,977	1,925	1,984	2,022
Porcentaje relativo	100,00	97,37	100,36	102,25

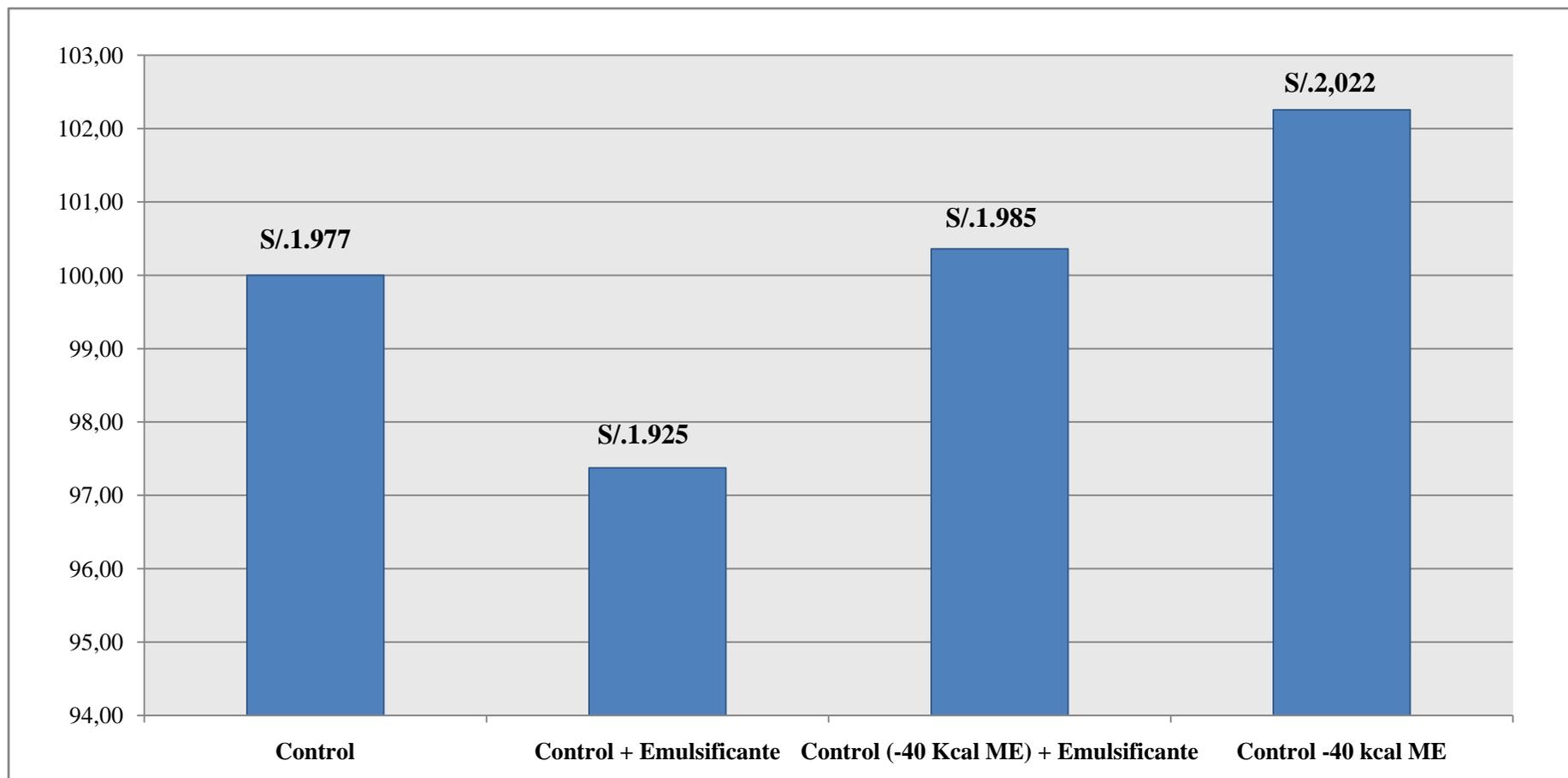
T-1: Dieta Control (Testigo)

T-2: T1 + Emulsificantenutricional (On top) (Dosis: 500 g/TM)

T-3: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) + Emulsificantenutricional

T-4: Dieta Reformulada (- 40 kcal Energía Metabolizable) sin adición de Emulsificantenutricional (Control Negativo)

Gráfico 05: Comparación de costo de alimentación por tratamiento.



V. CONCLUSIONES

Bajo condiciones en las que se ha llevado a cabo el presente estudio se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La utilización del emulsificante nutricional mejoró significativamente ($P < 0.05$), los coeficientes de DATT de los nutrientes, sobre todo del extracto etéreo, demostrando el efecto de la adición de un emulsificante sobre la digestibilidad de las grasas en dietas para pollos de carne a los 21 días de edad.
- La ganancia de peso, el peso vivo final y la mortalidad no fueron significativamente diferentes ($P > 0.05$), no siendo influenciados por la adición del emulsificante, ni por la variación energética en la dieta para pollos de carne a los 21 días de edad.
- El consumo voluntario de alimento, la conversión alimenticia fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$), influenciados por la adición de un emulsificante nutricional en la dieta para pollos de carne a los 21 días de edad. Siendo el tratamiento que tenía el emulsificante nutricional en la dieta (*On top*) el que obtuvo el mejor comportamiento productivo.
- La adición de emulsificante nutricional al alimento en forma “*On Top*”, a una dosis de 500 g/TM; permite maximizar los parámetros zootécnicos significativamente y reducir los costos de alimentación en la producción de pollos de engorde hasta los 21 días de edad.

VI. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se ha llevado a cabo el presente estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Realizar la evaluación con otros tipos de emulsificantes comerciales, como por ejemplo los de alto balance hídrico-lipofílico, en la alimentación de pollos de carne.
- Realizar estudios en las crianzas de pollos de engorde en climas tropicales, donde su requerimiento de energía es más alto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **ACEVEDO D. 2012.** Aporte de la grasa en dieta de broilers. Agrytec (en línea), Ecuador. [Consultado 5 enero. 2013]. Disponible en <http://www.agrytec.com>
- **BAIÃO NC, LARA L.J.C. 2005.** Oil and fat in broiler nutrition, Brazilian Journal of Poultry Science; 7(3):129 – 141.
- **BAEK H., ZHANG Z.F. Y KIM I.H. 2012.** Effect of egg by-product supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, relative organ weight and meat quality in broiler. Department of animal Resource and Science, Dankook University, Cheonan, Choongnam, South Korea. J. Animal Sci. Vol 90.suppl.3/J.Dairy Sci. Vol 95.suppl.2
- **BAURHOO B, FERKET PR, ZHAO X. 2009.** Effects of diets containing different concentrations of monoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. Poultry Science; 88(11):2262-72.
- **CAÑAS R. 1995.** Alimentación y Nutrición Animal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía, pp.138-142, pp.353-361.
- **CHURCH D.C, POND W.G, POND K.R. 2001.** Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales. México, Editorial Limusa, pp.112-113.

- **CHIANG G., LU W.Q., PIAO X.S., HU J.K., GONG L.M. and THACKER P. 2010.** Effects of feeding solid-state fermented rapeseed meal on performance, nutrient digestibility, intestinal ecology and intestinal morphology of broiler chickens. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University, N°2. Yuanmingyuan West Road, Beijing, China. Asian-Aust. J. Sci. N°2: 263-271.

- **CRAMPTON, E., L. HARRIS 1974.**Nutrición Animal Aplicada. Ed. Acribia, Zaragoza.

- **DOTAS V., HATZIPANAGIOTOU A., PAPANIKOLAOU K. 2010.** Metabolizable energy and amino acid bioavailability of field pea seeds in broilers diets. Department of Animal Production, Faculty of Agriculture, Aristotle University of Thessaloniki, Greece.

- **EL RAOUF M. A. 2007.** Use of emulsifiers in high fat level diets of broilers. Department of Animal Production. Faculty of Agriculture. Al Azhar University. Disponible:http://www.dawagen.com/dwd/mak/pdf/ta5sea/Mohamed_ashraf.Pdf

- **GUERREIRO N., PEZZATO A.C., SARTORI J.R., MORI C., CRUZ V.C., FASCINA V.B., PINEHIRO D.F., MADEIRA L.A. Y GONCALVEZ J.C. 2011.**Emulsifier in broiler diets containing different fat sources. Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal. BrazilianJournalofPoultry Science;13(2)119-125.

- **HALDA S. Y GHOSH T.K. 2010.** Nutritional emulsifier sustains performance of broiler fed a low-energy diet- a new approach to alleviate tropical heat stress, Feed Quality Conference 2009, Bangkok.

- **HERMIER D. 1997.** Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. Station de RecherchesAvicola, Francia. JournalNutrition; 127:805S-808S.

- **JEASON S.E.Y KELLOGTF. 1992.** Ontogeny of taurocholate accumulation in terminal ileal mucosal cells of young chicks. Poultry Science; 71:367-372.

- **JONES D., HANCOCK J., HARMON D. Y WALKER C. 1992.** Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids, and growth performance in weanling pigs. Manhattan, Journal of animal science, 70:3473 -3482.

- **JVAN KEULEN Y YOUNG B. 1977.** Evaluation of acid – insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. Canada: Journal Animal Science. University of Alberta. pp.278-340.

- **KROGDAHL A. 1985.** Digestion and absorption of lipids in poultry. Department of poultry and For Animal Science, Agricultural University of Norway. Journal of Nutrition; 115: 675-685.

- **KROGDAHL A. Y SELL J. L. 1989.** Influence of age on lipase, amylase, and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. Poultry Science; 68:1561–1568.

- **LEHNINGER A.L., NELSON D. Y COX M. 2000.** Principles of Biochemistry, SauPaulo – Sarvey. pp.839.

- **LEMME A., RAVIDRAN V., BRYDEN WL. 2004.** Ileal digestibility of aminoacids in feed ingredients for broilers. World`s Poultry Science. J. 60:423.437.

- **LESSON S. 2000.** Nutrición Aviar Comercial, pp.59-64.

- **LEESON S. Y SUMMERS 2001.** Scott's Nutrition of the Chicken. University books, Ontario- Canada. pp.413.

- **LIMA A.C.F., PIZAURO J.R. J. M, MACARI M. Y MALHEIROS E.B. 2003.** Efeito do uso de probiótico sobre o desempenho e actividade de enzimas digestivas de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia; 32(1):200-207.

- **MCDONALD P. 2002.** Nutrición Animal, Zaragoza –España. Editorial Acribi app.28-34, pp.140-159, pp.180-182.

- **MATEOS G.G. Y MÉNDEZ J. 1990.** Fats for poultry: benefits of use and problems for an energy estimation. VIII Europea. Poultry Conference Barcelona, 111-122.

- **MARZOOQI W.L. Y LEESON S. 1999.** Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. Poultry Science; 78:1561–1566.

- **NIR I., NITSAN Z. Y MAHAGUA M. 1993.** Comparative growth and development of the digestive organs and some enzymes in broiler and egg type chicks after hatching. British Poultry Science; 34:523-532.

- **NOY Y SKLAN D. 1995.** Digestion and absorption in young chicks. Poultry Science; 74:366-373.

- **NUTRIENT REQUIREMENTS OF POULTRY, 1994.** Subcommittee on Poultry. National Research Council. Ninth Revised Edition. Pp:26

- **PINCHASOVY. Y NIRI. 1992.**The effect of dietary polyunsaturated fatty acid concentration on performance, fat deposition and carcass fatty acid composition in broiler chickens. Poultry Science; 71:1504:1512.

- **PORFENC NUTRICION ANIMAL.**Ficha técnica Volamel Extra [En línea] [Consulta: 12 de setiembre 2012] <http://www.porfenc.com/volamelextra.htm>

- **RAVIDRAN V, HEW LI, RAVIDRAN G, BRYDEN WL. 1999.** A comparison of ilealdigesta and excreta analysis for the determination of aminoacid digestibility in food ingredients for poultry. Brazilian Poultry Science 40(2):266-274.

- **ROY AMITAVA, HALDAR SUDIPO, MONDAL SOUVICK and GHOSH TAPAN. 2010.**Effect of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens.Veterinary Medicine International. India.Vol: 2010, Article ID 262604.

- **ROVERS, MARC. 2013.** Emulsificantes en la dieta para ahorros en energía y el costo de alimento.Revista virtual Wattagnet. [En línea] [Consulta: 15 de enero 2014].http://www.wattagnet.com/Emulsificantes_en_la_dieta_para_ahorros_en_energ%C3%ADa_y_en_el_costo_del_alimento.html

- **SANZ M., FLORES, PEREZ DE AYALA P. Y LOPEZ BOTE C.J. 1999.** Higher lipid accumulation in broiler fed on saturated fats than in those fed on unsaturated fats. Brazilian Poultry Science; 40:95101.

- **SAKOMURA, N. Y ROSTAGNO H. 2007.**Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Fundação de Apolo a pesquisa Ensino e Extensão, Jaboticabal.São Paulo, Brasil. Consultado 24/09/12.
<http://www.lisina.com.br/arquivos/cap%C3%ADtulo03.pdf>.

- **SCHØYEN H.F., HETLAND H., ROUVINEN-WATT K. and SKREDE A. (2007).** Growth performance and ileal and total tract amino acid digestibility in broiler chickens fed diets containing bacterial protein produced on natural gas. Department of Animal and Aquacultural Sciences, Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada B2N 5E3; and Aquaculture Protein Centre, Centre of Excellence, N-1432 As, Norway. Poultry Science 86:87-93.
- **SMULDERS D. 2006.** Nutritional emulsifiers make most of the feed energy. Feed International 2006:26-29.
- **SU W. YJONESP.J.H. 1993.** Dietary fatty acid composition influences energy accretion in rats. Journal Nutrition; 123:2109-2114.
- **SUN X., MCELROY A., WEBB KE., SEFTON AE. Y NOVAK C. 2005.** Broiler performance and intestinal alterations when fed drug-free diets. Poultry Science; 84(8):1294-302.
- **WISEMAN J. Y SALVADOR F. 1991.** The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed broilers. Poultry Science 1991; 70:573-582.

VIII. ANEXOS

ANEXO I: Ficha técnica del emulsificante VOLAMEL EXTRA.

VOLAMEL EXTRA																			
<p>Emulsificante nutricional que permite liberar energía de las dietas a partir de los ácidos grasos del alimento. Numerosos ensayos garantizan una liberación mínima de 50 kcal/g en dietas a base de maíz y soya.</p>																			
Composición	<p>Concentrado de arvejaproteica, máx. 30 % Emulsificante (ésteres de ácido cítrico de aceite de palma), min 15% Aceite de palma, min 12 %. Concentrado de soya, máx. 10%</p>																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Análisis nutricional</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E.Mpollos</td> <td>220 000 Kcal/kg</td> </tr> <tr> <td>Humedad</td> <td>min 4 % ...máx. 5 %</td> </tr> <tr> <td>Grasa</td> <td>min 25 %...máx. 27 %</td> </tr> <tr> <td>Fibra</td> <td>máx. 4 %</td> </tr> <tr> <td>Fósforo</td> <td>min 0.2 % ...máx. 1%</td> </tr> <tr> <td>Proteína Cruda</td> <td>min 28.5 % ...máx. 30.5 %</td> </tr> <tr> <td>Ceniza</td> <td>min 3.5 % ...máx. 4.5 %</td> </tr> <tr> <td>Calcio</td> <td>min 0.2 % ...máx. 1 %</td> </tr> </tbody> </table>	Análisis nutricional		E.Mpollos	220 000 Kcal/kg	Humedad	min 4 % ...máx. 5 %	Grasa	min 25 %...máx. 27 %	Fibra	máx. 4 %	Fósforo	min 0.2 % ...máx. 1%	Proteína Cruda	min 28.5 % ...máx. 30.5 %	Ceniza	min 3.5 % ...máx. 4.5 %	Calcio	min 0.2 % ...máx. 1 %
	Análisis nutricional																		
	E.Mpollos	220 000 Kcal/kg																	
	Humedad	min 4 % ...máx. 5 %																	
	Grasa	min 25 %...máx. 27 %																	
	Fibra	máx. 4 %																	
	Fósforo	min 0.2 % ...máx. 1%																	
	Proteína Cruda	min 28.5 % ...máx. 30.5 %																	
	Ceniza	min 3.5 % ...máx. 4.5 %																	
Calcio	min 0.2 % ...máx. 1 %																		
Indicaciones de uso	Es una fuente de grasas que es utilizada en formulaciones para lechones y pollos según recomendaciones del profesional actuante.																		
Dosificación	Incluir en raciones a 0.05 %																		
Conservación	Almacenar el producto en un lugar fresco y seco, alejado de la luz solar.																		
Presentación	Bolsa de 25 kg.																		

ANEXO II: Registro del peso inicial de los pollos (g).

Repeticiones	Tratamientos (gramos)			
	1	2	3	4
1	51.20	50.10	51.50	51.70
2	51.40	51.50	51.60	51.80
3	51.30	51.30	51.80	52.00
4	49.10	51.04	51.40	51.90
Promedio	50.75	50.99	51.58	51.85

() Promedio de peso por unidad experimental (10 aves).*

ANEXO III: Especificaciones nutricionales de la línea Cobb 2012.

ESPECIFICACIONES MÍNIMAS RECOMENDADAS			
		Inicio	Crecimiento
Periodo de alimentación	Día	0-10	11-21
Tipo de alimento		Migaja	Pellet
Proteína Bruta	%	21-22	19-20
Energía Metabolizable (EMA*)	Mj/kg	12,70	13,00
	Kcal/kg	3,035	3,108
	Kcal/lb	1380	1410
Lisina	%	1,32	1,19
Lisina digestible	%	1,18	1,05
Metionina	%	0,50	0,48
Metionina digestible	%	0,45	0,42
Met + Cis	%	0,98	0,89
Met + Cis digestible	%	0,88	0,80
Triptófano	%	0,20	0,19
Triptófano digestible	%	0,18	0,17
Treonina	%	0,86	0,78
Treonina digestible	%	0,77	0,69
Arginina	%	1,38	1,25
Arginina digestible	%	1,24	1,10
Valina	%	1,00	0,91
Valina digestible	%	0,89	0,81
Calcio	%	0,90	0,84
Fósforo disponible	%	0,45	0,42
Sodio	%	0,16-0,23	0,16-0,23
Cloruro	%	0,17-0,35	0,16-0,35
Potasio	%	0,60-0,95	0,60-0,85
Ácido linoleico	%	1,00	1,00

(*) Los valores EMA se basan en la tabla europea de valores de energía WPSA publicados en PoultryFeedstuffs 3ª edición 1989.

ANEXO IV: Composición Nutricional de la premezcla Vitamínico Mineral.

PROAPAK - 2A POLLOS	
Modo de uso: Se administra vía oral mezclado con el alimento a razón mínima de 1Kg/ TM en pollos de carne. Se deja a criterio del nutricionista la decisión de su suplementación adicional bajo condiciones especiales. En campo se pueden manejar dosis desde 1kg A 2 Kg por TM de alimento.	
COMPOSICION NUTRICIONAL	
Retinol (Vitamina A)	12000000 UI
Colecalciferol (Vitamina D3)	2500000 UI
DL Alfa tocoferol Acetato (Vitamina E)	30000 UI
Menadiona Bisulfito (Vitamina k3)	3.00 g
Tiamina (Vitamina B1)	1.50 g
Riboflavina (Vitamina B2)	5.50 g
Piridoxina (Vitamina B6)	3.00 g
Cianocobalamina (Vitamina B12)	0.015 g
Pantotenato de calcio (Vitamina B5)	11.00 g
Ácido Fólico (Vitamina B9)	1.00 g
Niacina (Vitamina B3)	30.00 g
Biotina (Vitamina B7)	0.15 g
Manganeso	65.00 g
Zinc	45.00 g
Hierro	80.00 g
Cobre	8.00 g
Yodo	1.00 g
Selenio	0.15 g
Excipiente c.s.p	1.00 Kg

ANEXO V: Ficha técnica del Promotor de crecimiento.

BACITRACINA DE ZINC AL 10 %	
Descripción	La Bacitracina es un antibiótico que se emplea como promotor de crecimiento para estimular la producción de aves y cerdos, así como para prevenir diversas enfermedades.
Dosificación y forma de uso	Pollos, pavos y cerdos: 50 ppm Zinc Bacitracina 10% (500 g/tonelada). Ponedoras y reproductoras: 500-700 ppm Zinc Bacitracina 10% (500 a 700 g/tonelada).
Propiedades	Se ha propuesto que los antibióticos utilizados como promotores del crecimiento actúan a dosis subterapéuticas, inhibiendo el crecimiento de bacterias intestinales causantes de enfermedades subclínicas, así como en bacterias de la microbiota habitual, que compiten por los nutrientes. Lo anterior conduce a un aumento de la productividad y reduce la mortalidad de los animales. Se estima que mejoran la ganancia de peso en un 5%.
Conservación	Almacenar en lugar fresco, seco y protegido de la luz.
Presentación	Bolsa x 25 Kg.

ANEXO VI: Aporte de Materia seca, proteína total, ceniza insoluble y extracto etéreo de las heces en fase de crecimiento.

Componentes	Base fresca (%)			Base seca (%)		
	Materia seca	Humedad	Proteína total (Nx6,25)	Extracto etéreo	Proteína total (Nx6,25)	Extracto etéreo
T1	31.28	68.72	8.66	0.61	27.69	1.95
T2	30.89	69.11	8.79	0.52	28.46	1.68
T3	29.87	70.13	7.92	0.56	26.51	1.87
T4	28.52	71.48	7.69	0.63	26.96	2.21

Fuente: Análisis realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA).

ANEXO VII: Concentración real de Ceniza Insoluble en Acido.

Tratamientos	% Ceniza Acido Insoluble (Alimento)
T-1	0,49
T-2	0,51
T-3	0,38
T-4	0,52

Tratamientos	% Ceniza Acido Insoluble (Heces)
T1-R1	1,26
T1-R2	1,39
T1-R3	1,33
T2-R1	1,37
T2-R2	1,48
T2-R3	1,35
T3-R1	1,34
T3-R2	1,43
T3-R3	1,51
T4-R1	1,40
T4-R2	1,34
T4-R3	1,43

Fuente: Análisis realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA).

ANEXO VIII: Coeficientes de DATT de la dieta control (T-1) en la etapa de crecimiento (Base seca).

Repeticiones	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo
	(%)		
1	61,11	53,29	90,73
2	64,75	61,42	90,63
3	63,16	54,61	89,97
Promedio	62,93	56,44	90,44
Desviación estándar	2,57	5,75	0,07
C. de variabilidad (%)	4,09	10,19	0,08

ANEXO IX: Coeficientes deDATT de la dieta (T-2) en la etapa de crecimiento (Base seca).

Repeticiones	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo
	(%)		
1	62,77	56,42	92,51
2	65,54	61,46	92,40
3	62,22	53,33	90,92
Promedio	63,51	57,07	92,46
Desviación estándar	1,78	4,10	0,08
C. de variabilidad (%)	2,80	7,19	0,08

ANEXO X: Coeficientes de DTTA de la dieta con menos 40 Kcal (T-3) en la etapa de crecimiento(Base seca).

Repeticiones	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo
	(%)		
1	71,64	71,96	93,12
2	73,43	73,56	93,37
3	74,83	73,28	93,59
Promedio	73,30	72,93	93,36
Desviación estándar	1,60	0,85	0,24
C. de variabilidad (%)	2,18	1,17	0,25

ANEXO XI: Coeficientes de DTTA de la dieta control menos 40 Kcal (T-4) en la etapa de crecimiento (Base seca).

Repeticiones	Materia seca	Proteína cruda	Extracto etéreo
	(%)		
1	62,86	55,44	90,14
2	61,19	54,84	87,97
3	63,64	54,62	88,76
Promedio	62,56	54,97	88,96
Desviación estándar	1,25	0,42	1,10
C. de variabilidad (%)	2,00	0,77	1,23

ANEXO XII: Registro de parámetros productivos en la primera semana de edad.

Tratamientos	Repeticiones	Peso vivo final(g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento(g)	C.A.	Mortalidad (%)
1	1	199.00	147.80	156.80	1.06	0.00
	2	202.40	151.00	150.30	1.00	0.00
	3	198.30	147.00	147.20	1.00	0.00
	4	193.90	144.80	149.20	1.03	0.00
	Promedio	198.40	147.65	150.88	1.02	0.00
2	1	196.90	146.80	153.80	1.05	0.00
	2	196.40	144.90	147.50	1.02	0.00
	3	204.00	152.70	152.10	0.99	0.00
	4	206.60	155.56	146.80	0.94	0.00
	Promedio	200.98	149.99	150.05	1.00	0.00
3	1	208.00	156.50	148.40	0.95	0.00
	2	206.80	155.20	154.30	0.99	0.00
	3	201.80	150.00	151.50	1.01	0.00
	4	205.90	154.50	146.90	0.95	0.00
	Promedio	205.63	154.05	150.28	0.98	0.00
4	1	196.80	145.10	150.80	1.04	0.00
	2	194.60	142.80	147.30	1.03	0.00
	3	194.60	142.60	145.70	1.02	0.00
	4	200.80	148.90	153.20	1.03	0.00
	Promedio	196.70	144.85	149.25	1.03	0.00

ANEXO XIII: Registro de parámetros productivos en la segunda semana de edad.

Tratamientos	Repeticiones	Peso vivo final (g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento (g)	C.A.	Mortalidad (%)
1	1	522.00	323.00	412.67	1.15	10.0
	2	515.20	312.80	373.70	1.19	0.00
	3	522.60	324.30	420.90	1.30	0.00
	4	496.60	302.70	392.20	1.30	0.00
	Promedio	514.10	315.70	399.87	1.23	2.50
2	1	561.00	364.10	352.00	0.97	0.00
	2	515.40	319.00	363.20	1.14	0.00
	3	518.60	314.60	404.60	1.29	0.00
	4	533.70	327.10	387.30	1.18	0.00
	Promedio	532.18	331.20	376.78	1.14	0.00
3	1	523.80	315.80	364.20	1.15	0.00
	2	525.80	319.00	404.70	1.27	0.00
	3	532.20	330.40	388.10	1.17	0.00
	4	533.20	327.30	390.10	1.19	0.00
	Promedio	528.75	323.13	386.78	1.20	0.00
4	1	509.00	312.20	419.78	1.34	10.00
	2	501.50	306.90	370.00	1.21	0.00
	3	496.00	301.40	391.90	1.30	0.00
	4	537.60	336.80	508.56	1.20	10.00
	Promedio	511.03	314.33	422.56	1.23	5.00

ANEXO XIV: Registro de parámetros productivos en la tercera semana de edad.

Tratamientos	Repeticiones	Peso vivo final(g)	Ganancia de peso(g)	Consumo de alimento(g)	C.A	Mortalidad (%)
1	1	937.00	415.00	608.44	1.47	0.00
	2	980.30	465.10	643.60	1.38	0.00
	3	973.00	450.40	656.70	1.46	0.00
	4	954.40	457.80	662.30	1.45	0.00
	Promedio	961.18	447.08	642.76	1.44	0.00
2	1	985.00	424.00	590.60	1.39	0.00
	2	989.44	474.04	579.10	1.22	0.00
	3	979.50	460.90	658.70	1.43	0.00
	4	1016.60	482.90	658.00	1.36	0.00
	Promedio	992.64	460.46	621.60	1.35	0.00
3	1	975.50	451.70	647.80	1.43	0.00
	2	1036.70	510.90	686.50	1.34	0.00
	3	1026.00	493.80	674.20	1.37	0.00
	4	992.00	458.80	636.50	1.39	0.00
	Promedio	1007.55	478.80	661.25	1.38	0.00
4	1	936.80	427.80	674.89	1.58	0.00
	2	972.40	470.90	665.80	1.41	0.00
	3	960.40	464.40	650.60	1.40	0.00
	4	1033.00	495.40	664.00	1.34	0.00
	Promedio	975.65	464.63	663.82	1.43	0.00

ANEXO XV: Ganancia total de peso, consumo total de alimento, conversión alimenticia acumulada y mortalidad acumulada.

Tratamientos	Repeticiones	Peso vivo final(g)	Ganancia de peso (g)	Consumo de alimento(g)	C.A	Mortalidad (%)
1	1	937.00	885.80	1,177.91	1.33	10.00
	2	980.30	928.90	1,167.60	1.26	0.00
	3	973.00	921.70	1,224.80	1.33	0.00
	4	954.40	905.30	1,203.70	1.33	0.00
	Promedio	961.18	910.43	1,193.50	1.31	2.50
2	1	985.00	934.90	1,096.40	1.17	0.00
	2	989.44	937.94	1,089.80	1.16	0.00
	3	979.50	928.20	1,215.40	1.31	0.00
	4	1016.60	965.56	1,192.10	1.23	0.00
	Promedio	992.64	941.65	1,148.43	1.22	0.00
3	1	975.50	924.00	1,160.40	1.26	0.00
	2	1036.70	985.10	1,245.50	1.26	0.00
	3	1026.00	974.20	1,213.80	1.25	0.00
	4	992.00	940.60	1,173.50	1.25	0.00
	Promedio	1007.55	955.98	1,198.30	1.25	0.00
4	1	936.80	885.10	1,245.47	1.41	10.00
	2	972.40	920.60	1,183.10	1.29	0.00
	3	960.40	908.40	1,188.20	1.31	0.00
	4	1033.00	981.10	1,325.76	1.35	10.00
	Promedio	975.65	923.80	1,235.63	1.34	5.00

ANEXO XVI: Precio de ingredientes.

INGREDIENTES*	Precio/ Kg
Maíz molido nacional	1.080
Torta soya argentina	2.150
Aceite crudo soya	2.900
Fosfato dicálcico	2.500
Carbonato de calcio	0.150
Sal común	0.150
Metionina DL	20.000
Lisina HCL	9.000
Premezclas vitamínico mineral	22.749
Cloruro colina 60%	5.000
Absorbente de micotoxinas	28.000
Zinc bacitracina 10	6.480
Coccidiostato	30.350
Antifungico	6.083
Antioxidante	9.891
Treonina L	11.180
Volamel Extra	38.610**

*Precio tomados en Octubre del 2012

** Tipo de cambio 2.7 (Promedio del año 2012)

ANEXO XVII: Análisis de varianza de la digestibilidad aparente en el tracto total de la Materia Seca.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	238.81	79.60	29.98	0.0001	S.
Error	8	21.24	2.65			
Total	11	260.05				
	R²	0.92	CV (%)	2.48	MEDIA	65.60

Análisis de Duncan

Tratamiento	Fuente de Variación	Grupo Duncan
3	73.30	A
2	63.51	B
1	63.01	B
4	62.56	B

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)

ANEXO XVIII: Análisis de varianza de la digestibilidad aparente en el tracto total de la Proteína cruda.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	640.10	213.37	23.20	0.0003	S.
Error	8	73.57	9.20			
Total	11	713.68				
	R²	0.90	CV (%)	5.03	MEDIA	60.35

Análisis de Duncan

Tratamiento	Fuente de Variación	Grupo Duncan
3	72.93	A
2	57.07	B
1	56.44	B
4	54.97	B

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)

ANEXO XIX: Análisis de varianza de la digestibilidad aparente en el tracto total del Extracto etéreo.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos	3	32.46	10.82	19.49	0.0005	S
Error	8	4.44	0.56			
Total	11	36.90				
	R²	0.88	CV (%)	0.82	MEDIA	91.18

Análisis de Duncan

Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan
3	93.36	A
2	91.94	B
1	90.44	C
4	88.96	D

Letras diferentes indican diferencia estadística (P0.05)

ANEXO XX: Análisis de varianza del Peso Vivo final

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	4878.46	1626.15	2.06	0.1585	NS.
Error	12	9451.88	787.66			
Total	15	14330.33				
	R²	0.34	CV (%)	2.85	MEDIA	984.25

Análisis de Duncan

Tratamiento	Fuente de Variación	Grupo Duncan
3	1007.55	A
2	992.64	A
4	975.65	A
1	961.18	A

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)

ANEXO XXI: Análisis de varianza de la ganancia de peso total.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	4787.75	1595.92	2.04	0.1618	N S.
Error	12	9380.61	781.72			
Total	15	14168.36				
	R²	0.34	CV (%)	2.99	MEDIA	932.96

Análisis de Duncan

Tratamiento	Fuente de Variación	Grupo Duncan
3	955.98	A
2	941.65	A
4	923.80	A
1	910.43	A

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)

ANEXO XXII: Análisis de varianza del consumo de alimento total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	1,531 631.32	510,543.77	1.90	0.18	S
Error	12	3,228 302.39	269,025.20			
Total	15	4,759 933.70				
	R²	0.32	CV (%)	4.34	MEDIA	11,939.65

Análisis de Duncan

Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan
4	12,356.3	A
3	11,983.0	AB
1	11,935.0	AB
2	11,484.3	A

Letras diferentes indican diferencia estadística (P0.05)

ANEXO XXIII: Análisis de varianza de la conversión alimenticia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	0.035	0.012	5.22	0.0155	S.
Error	12	0.027	0.002			
Total	15	0.061				
	R²	0.57	CV (%)	3.68	MEDIA	1.28

Análisis de Duncan

Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan
4	1.34	A
1	1.31	AB
3	1.25	BC
2	1.22	C

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)

ANEXO XXIV: Análisis de varianza de la Mortalidad (%)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F.cal	Pr > F	Sig.
Tratamientos (Dietas)	3	68.75	22.92	1.57	0.2476	NS.
Error	12	175.00	14.58			
Total	15	243.75				
	R²	0.28	CV (%)		MEDIA	1.88

Análisis de Duncan

Tratamiento	Promedio	Grupo Duncan
4	5.00	A
1	2.50	A
3	0.00	A
2	0.00	A

Letras diferentes indican diferencia estadística (P<0.05)