

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA  
MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE NUTRICIÓN**



**“EFECTO DELUSO DE UN EMULSIFICANTE EN LA DIETA  
SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL  
EXTRACTO ETÉREO EN POLLOS DE CARNE”**

**Presentado por:**

**RAQUEL ANGÉLICA TAIPE CUADRA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima – Perú

2014

# **“EFECTO DEL USO DE UN EMULSIFICANTE EN LA DIETA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y LA DIGESTIBILIDAD DEL EXTRACTO ETÉREO DE POLLOS DE CARNE”**

## **RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la inclusión de un emulsificante comercial en la dieta sobre la respuesta productiva y la digestibilidad del extracto etéreo en pollos de carne. Para ello, el trabajo de investigación se dividió en dos partes, la evaluación del comportamiento productivo y la evaluación de la digestibilidad. Para el primer experimento se usaron 600 pollos machos de la línea Cobb 500, divididos en 4 tratamientos (150 animales por tratamiento) y de 3 repeticiones por tratamiento, mientras que para el segundo estudio se usaron 160 pollos machos de la línea Cobb 500, divididos en 4 tratamientos (40 animales por tratamiento) y de 4 repeticiones por tratamiento. La duración del estudio uno comprendió 42 días mientras que la del estudio 2 fue de 21 días. Los tratamientos para ambos estudios fueron: T1, Dieta control sin la adición del emulsificante; T2, Dieta control con la adición 0.05% del emulsificante; T3, Dieta control con la adición de 0.075% del emulsificante y T4, Dieta control con la adición de 0.1% del emulsificante. Los resultados en el primer estudio demostraron que adicionando 0.1% (T4) de emulsificante se obtiene una mejor retribución económica, así como una performance similar al control (T1), del mismo modo el estudio dos muestra que adicionando 0.075% de emulsificante se obtiene un mayor coeficiente de digestibilidad. En conclusión, los pollos de carne alimentados con dietas con adición de emulsificante mostraron similar comportamiento que los pollos alimentados con una dieta convencional, pero mayor retribución económica.

# ÍNDICE

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| I. INTRODUCCIÓN  | 1             |
| II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA   | 2             |
| 2.1 Aspectos generales de los lípidos  | 2             |
| 2.2 Digestión y absorción de grasas en las aves                                      | 2             |
| 2.3 Digestibilidad de las grasas   | 4             |
| 2.4 Métodos de determinación del Coeficiente de Digestibilidad                       | 5             |
| 2.5 Factores que afectan la digestibilidad de las grasas                             | 7             |
| 2.6 Emulsificantes en la digestión de lípidos  | 8             |
| 2.6.1 Compuestos que intervienen en la emulsificación de lípidos en pollos de carne  | 9             |
| 2.6.2 Efecto de la adición de grasa en la dieta en el rendimiento de pollos de carne | 10            |
| 2.7 Lecitinas y Lisolectinas   | 11            |
| 2.8 El uso de emulsificantes en dietas para pollos de carne                          | 12            |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS  | 14            |
| 3.1 Estudio 1: Evaluación de comportamiento productivo                               | 14            |
| 3.1.1 Lugar y duración   | 14            |
| 3.1.2 Instalaciones y equipos  | 14            |
| 3.1.3 Animales experimentales y distribución de las unidades experimentales          | 15            |
| 3.1.4 Producto evaluado  | 15            |
| 3.1.5 Tratamientos   | 15            |
| 3.1.6 Formulación y análisis químico proximal de las dietas experimentales           | 16            |
| 3.1.7 Manejo alimenticio   | 21            |
| 3.1.8 Programa sanitario   | 21            |
| 3.1.9 Mediciones   | 22            |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.1.10 | Diseño experimental y análisis estadístico                            | 24 |
| 3.2    | Estudio 2: Determinación de la digestibilidad del extracto etéreo     | 25 |
| 3.2.1  | Lugar y duración  | 25 |
| 3.2.2  | Instalaciones y equipos   | 25 |
| 3.2.3  | Animales experimentales y distribución de las unidades experimentales | 25 |
| 3.2.4  | Producto evaluado   | 26 |
| 3.2.5  | Tratamientos  | 26 |
| 3.2.6  | Formulación y análisis químico proximal de las dietas experimentales  | 26 |
| 3.2.7  | Manejo alimenticio  | 29 |
| 3.2.8  | Colección y preparación de excretas                                   | 29 |
| 3.2.9  | Mediciones  | 29 |
| 3.2.10 | Diseño experimental y análisis estadístico                            | 30 |
| IV.    | RESULTADOS Y DISCUSIÓN  | 31 |
| 4.1    | Estudio 1: Evaluación del comportamiento productivo                   | 31 |
| 4.1.1  | Peso Vivo   | 31 |
| 4.1.2  | Ganancia de peso  | 33 |
| 4.1.3  | Consumo de alimento   | 33 |
| 4.1.4  | Conversión alimenticia  | 34 |
| 4.1.5  | Mortalidad  | 34 |
| 4.1.6  | Índice de Eficiencia Productiva                                       | 34 |
| 4.1.7  | Mérito económico  | 35 |
| 4.2    | Estudio 2: Determinación de la digestibilidad del extracto etéreo     | 37 |
| 4.2.1  | Peso Vivo   | 37 |
| 4.2.2  | Ganancia de peso  | 37 |
| 4.2.3  | Consumo de alimento   | 39 |
| 4.2.4  | Conversión alimenticia  | 39 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.2.5 | Mortalidad   | 40 |
| 4.2.6 | Coefficiente de digestibilidad del extracto etéreo | 40 |
| V.    | CONCLUSIONES                                       | 41 |
| VI.   | RECOMENDACIONES                                    | 42 |
| VII.  | BIBLIOGRAFÍA                                       | 43 |
| VIII. | ANEXOS   | 52 |

## ÍNDICE DE CUADROS

| <b>Cuadro</b>  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1. Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas experimentales en la etapa de Inicio (1 – 21 días) | 17            |
| 2. Composición porcentual y valor nutricional de las dietas experimentales en la etapa de Crecimiento (22 – 35 días)     | 18            |
| 3. Composición porcentual y valor nutricional de las dietas experimentales en la etapa de Acabado (36 – 42 días)         | 19            |
| 4. Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el estudio                                       | 20            |
| 5. Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas experimentales en la etapa de Inicio (1 – 21 días) | 27            |
| 6. Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el estudio                                       | 28            |
| 7. Comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (42 días)                      | 32            |
| 8. Retribución económica del alimento  | 36            |
| 9. Comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (21 días)                      | 38            |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| <b>Número</b>   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| 1. Ficha técnica del emulsificante LIPIDOL.   | 53            |
| 2. Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.                  | 55            |
| 3. Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.            | 56            |
| 4. Registro sobre el consumo de alimento semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.   | 57            |
| 5. Registro sobre el consumo de alimento acumulado (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. | 58            |
| 6. Registro sobre la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.     | 59            |
| 7. Registro sobre la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.   | 60            |
| 8. Registro de la mortalidad semanal y total para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.            | 61            |
| 9. Registro de la mortalidad diaria para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.                     | 62            |
| 10. Registro del índice de eficiencia productiva para cada tratamiento.   | 64            |
| 11. Precio de los ingredientes incluidos en dietas experimentales.  | 65            |
| 12. Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.                 | 66            |
| 13. Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.           | 67            |
| 14. Registro sobre el consumo de alimento semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.  | 68            |
| 15. Registro sobre el consumo de alimento acumulado (Kg)  | 69            |

|  |    |
|--|----|
| para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.  |    |
| 16. Registro sobre la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.   | 70 |
| 17. Registro sobre la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones. | 71 |
| 18. Registro de la mortalidad semanal y acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.      | 72 |
| 19. Registro de la mortalidad diaria para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.                   | 73 |
| 20. Resultados del análisis químico del alimento y excretas  | 75 |
| 21. Método de Ceniza Insoluble en Ácido (CIA)  | 76 |

## I. INTRODUCCIÓN

La actividad avícola ha experimentado un gran desarrollo en nuestro país, pasando a ser una de las actividades agropecuarias más importantes, esto se refleja en que sus productos presentan altos niveles de consumo en la población peruana, siendo la carne de pollo, la principal fuente de proteína consumida en nuestro país. Sin embargo, el principal problema que afronta es la poca disponibilidad de insumos y su elevado costo para la formulación de raciones alimentarias.

El aceite vegetal, insumo que aporta la mayor cantidad de energía en la dieta, es uno de los insumos más costosos y a su vez es poco absorbido por los pollos BB debido a que éstos poseen un aparato digestivo inmaduro. Esta situación hace que los estudios estén orientados a encontrar nuevas alternativas que maximicen la digestión y absorción y a su vez, reduzcan los costos de producción, especialmente al rubro de alimentación que representa el 70% de los costos de producción. En la búsqueda de nuevas opciones se presenta como alternativa el uso de emulsificantes exógenos, los cuales pueden incrementar la digestibilidad de los lípidos, generando un mayor aporte energético por parte de los alimentos, permitiendo aumentar la productividad y/o mejorar la rentabilidad de la producción del pollo de carne.

En varios países como Brasil, China, Estados Unidos y la India, se ha probado este tipo de tecnología; sin embargo, en nuestro país, aún no ha evaluado el uso de emulsificantes exógenos en alimentación animal, especialmente en aves desconociendo el nivel óptimo en la dieta para establecer el rendimiento productivo apropiado, siendo necesario realizar pruebas de alimentación con pollos de carne.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la inclusión de 4 niveles (0, 0.05%, 0.075% y 0.1%) de un emulsificante comercial en la dieta sobre la respuesta productiva medidos a través de ganancia de peso, consumo de alimento, mortalidad, conversión alimenticia, eficiencia europea y la retribución económica del alimento, así como la digestibilidad del extracto etéreo en pollos de carne.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos generales de los lípidos

Los lípidos son un grupo de compuestos orgánicos, caracterizados por ser muy poco solubles en agua pero muy solubles en compuestos orgánicos. En general, pueden mencionarse en este grupo los ácidos grasos y sus ésteres que son los acilgliceroles, ceras y fosfolípidos (Murray, 2004).

En alimentación animal, los lípidos son importantes por su elevado valor energético, y entre ellos están los ácidos grasos esenciales y las vitaminas liposolubles. Dentro de las principales funciones de los lípidos, cabe mencionar que son fuente de energía metabólica (ácidos grasos y cuerpos cetónicos), oxidándose para producir ATP (fuente de energía directa); depositarse en el tejido adiposo como acilgliceroles (fuente de energía potencial); también cumplen una función estructural, principalmente formando parte de las membranas (fosfolípidos y glucoesfingolípidos); además sirven como antígenos de superficie (esfingolípidos); como aislante térmico cuando se almacena la grasa en el tejido subcutáneo; y como aislante eléctrico cuando se trata de lípidos no polares, ya que permiten la rápida propagación de las ondas de despolarización a lo largo de los miembros mielinizados (Montgomery, 1998; Newsholme, 1987).

Existen otras razones por las que la grasa es un constituyente útil de la dieta: promueve la absorción tanto de vitamina A como de caroteno, en particular del último. Desempeñan también un papel importante en la absorción del calcio y proporcionan más energía que los carbohidratos (Maynard *et al.*, 1981).

### 2.2 Digestión y absorción de las grasas en aves

La separación mecánica de los lípidos de los demás nutrientes tiene lugar en el estómago por efecto de la actividad peristáltica del estómago (Mc Donald *et al.*, 1988), Krogdahl (1985) menciona la molleja y el intestino delgado son los encargados de la emulsificación de los lípidos, formación de micelas y absorción de

lípidos, dicha emulsificación está a cargo de los ácidos biliares y el jugo pancreático con sus componentes más importantes: las sales biliares y la lipasa pancreática.

En los pollos, la digestión de aceites y grasas se produce principalmente en el segmento duodenal del intestino delgado. Posteriormente a su emulsificación por las sales biliares, los ácidos grasos poliinsaturados son hidrolizados por las lipasas pancreáticas en mezclas que consisten en 2 monoacilglicéridos libres de ácidos grasos. La lipasa pancreática actúa únicamente a nivel de la superficie agua – grasa. El menor tamaño de las partículas formadas por acción de los ácidos biliares determina una mayor exposición a la lipasa pancreática (Mc Donald *et al.*, 1988). Para que la hidrólisis de la grasa ocurra eficientemente es necesaria la presencia de la colipasa segregada en el jugo pancreático. La unión de la colipasa y lipasa reduce el pH óptimo de 8 a 6.5 – 7 y facilita la interacción lipasa – grasa aumentando la velocidad de reacción (De Blas y Mateo, 1991). La vinculación de monoglicéridos y de ácidos grasos insaturados de cadena larga (productos de la hidrólisis) a las sales biliares conjugadas forman las micelas, que son agregados hidrosolubles de moléculas de lípidos que contienen grupos polares (Mc Donald *et al.*, 1988) y desempeñan un papel clave en la solubilización de ácidos grasos con baja polaridad y las vitaminas liposolubles y que conducen a su absorción a través del epitelio intestinal (Krogdhal, 1985).

Las micelas compuestas facilitan la absorción de los lípidos, debido a que proveen altas concentraciones de productos de la digestión de las grasas (Triglicéridos, fosfolípidos, ésteres del colesterol y vitaminas liposolubles) en las células de la mucosa intestinal (Osorio, 2011). Los lípidos hidrolizados en el intestino son devueltos a la molleja por el reflejo entero-gástrico (Place, 2006) antes de ser absorbidos por el duodeno y la parte anterior del yeyuno (Sklam, 1975).

El principal sitio de absorción de los lípidos es la porción proximal (superior) del yeyuno, pero algo de absorción ocurre a lo largo del conducto intestinal desde la porción distal (inferior) del duodeno a la porción distal del íleon (Churchet *et al.*, 2003). La absorción dietética de triglicéridos de cadena larga requiere su conversión

a los ácidos grasos más polares y monoglicéridos por enzimas lipolíticas (Gargouri, 1983).

La absorción del glicerol y ácidos grasos libres de cadena corta (de 2 a 10 carbonos) se lleva a cabo por transporte pasivo a la sangre mesentérica y de aquí pasan al sistema portal. Los monoglicéridos y los ácidos grasos de cadena larga atraviesan por difusión el borde de las microvellosidades y el núcleo apical de las células de la mucosa intestinal (Mc Donald *et al.*, 1995).

### **2.3 Digestibilidad de las grasas**

La digestibilidad es la cuantificación del proceso digestivo, es decir, la facilidad con que es convertido un alimento en el aparato digestivo en sustancias útiles para el organismo. Y es uno de los parámetros utilizados para medir el valor nutricional de los distintos insumos destinados a la alimentación (Gonçalves y Carneiro, 2003; Pezzato *et al.*, 2002; Rodehutsordet *al.*, 2000; De Silva y Anderson, 1995; Manríquez, 1994). McDonald (1986), define la digestibilidad de un alimento como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone, por lo tanto, que ha sido absorbido.

El valor potencial de una ración balanceada que suministra ciertos nutrientes puede ser determinado mediante análisis químico, pero el valor real que tiene para el animal solamente puede ser determinado teniendo en cuenta las pérdidas inevitables que tienen lugar durante la digestión, la absorción y el metabolismo (McDonald 1986). La evaluación de la digestibilidad supone la determinación de la cantidad de un determinado nutriente que desaparece en el tracto digestivo (Church, 1974).

La digestibilidad es determinada convencionalmente restando de la cantidad consumida de un determinado nutriente la cantidad excretada con las heces. Como las heces contienen cantidades importantes de materiales de origen no dietético, propios del animal como fluidos digestivos y células descamadas de la mucosa intestinal, los coeficientes de digestibilidad determinados de esta manera son aparentes. Los coeficientes de digestibilidad determinados en muchos estudios sobre nutrición hacen referencia a la fracción de un determinado alimento o dieta que desaparece durante su paso a través del conducto gastrointestinal, suponiendo así que

el proceso de absorción interviene también en la determinación del valor nutritivo (Church, 1993).

Por lo tanto la digestibilidad es uno de los aspectos más importantes en la evaluación eficiente de los alimentos y es un requisito necesario para formulación de dietas biológica, ambiental y económicamente óptimas (Shipton, y Britz, 2001; Aksnes y Opstvedt, 1998; Da Silva y Olivera-Teles, 1998; Degani *et al.*, 1997).

#### **2.4 Métodos de determinación del Coeficiente de Digestibilidad**

Los coeficientes de digestibilidad en sí mismos son expresiones limitadas del valor nutritivo, aunque son procedimientos comunes para valorar los alimentos. Si bien la digestibilidad por sí sola es una expresión muy simplificada del valor nutritivo, los datos que aporta son útiles (Tobal, 1999).

Existen dos procedimientos para la determinación de la digestibilidad: el método directo e indirecto.

##### **Métodos directos**

Los métodos directos tienden a medir la relación entre el alimento y la excreta. Es fundamental conocer la cantidad de excreta a partir de una ingestión de alimento durante un periodo de tiempo suficientemente largo para obtener una muestra representativa y característica de las condiciones experimentales empleadas (Halloran, 1972).

El método directo, también llamado método de recolección total, consiste en la recolección cuantitativa, la estimación y el análisis de todas las heces producidas.

El coeficiente de digestibilidad (C.D) se calcula de la siguiente manera:

$$C.D.\% = \frac{\text{Nutriente ingerido} - \text{Nutriente en las heces}}{\text{Nutriente ingerido}} \times 100$$

## **Métodos indirectos**

El método indirecto o método con marcador, consiste en medir la concentración del producto evaluado con respecto a la de un marcador inerte incorporado dentro del alimento, en baja cantidad. Y se compara la relación del marcador existente en el alimento y en las heces (Watanabe, 1988; De Silva y Anderson, 1995; Manríquez, 1994; Mendoza, 1993). La utilización del marcador permite determinar el Coeficiente de Utilización de Digestibilidad Aparente (C.U.D.A) que se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{C.U.D.A. \%} = 100 - \frac{100 (\% \text{ indicador en el alimento} \times \% \text{ ingrediente en las heces.})}{(\% \text{ indicador en las heces} \% \text{ ingrediente en el alimento})}$$

## **Características del marcador**

El marcador a utilizar en la determinación de los coeficientes de digestibilidad debe cumplir con las siguientes características: estar uniformemente mezclado en la dieta, ser absolutamente inerte, no debe ser absorbible ni metabolizable, no debe influir en los fenómenos de absorción, digestión y secreción ya sea de manera sinérgica o antagónica, debe tener la misma velocidad de tránsito que el ingrediente evaluado, de rápida medición, no ser tóxico y no debe influenciar la tasa de ingestión de la dieta (Marais, 2000; De Silva y Anderson, 1995; Mendoza, 1993).

Los indicadores pueden ser añadidos al alimento (indicador externo) como el óxido crómico, óxido férrico, minerales quelados, sílice y polietileno; o pueden ser componentes naturales del alimento (indicador interno) como la fibra cruda, lignina y cenizas insolubles en ácido (Bondi, 1988).

## **Las Cenizas Insolubles en Ácido como indicador**

El empleo de una fracción de cenizas de la dieta que no se disuelve en HCL hirviendo, proporciona resultados similares a los obtenidos mediante la colección fecal total, esto fue demostrado por Van Deulen y Young, (1977) cuando realizó prueba de digestibilidad en ovejas con cenizas insolubles en ácidos (CIA)

concluyendo que estas sustancias pueden actuar como un marcador fiable, porque se aprecia poca variación diurna en el contenido de las heces en CIA y porque las técnicas son bastante precisas (Tobal, 1999).

## **2.5 Factores que afectan la digestibilidad de las grasas**

### **2.5.1 Microflora residente en los intestinos**

En las aves comerciales una de las causas de la alteración en la absorción de lípidos, es cuando hay cambios en la composición de la dieta que alteran la microflora intestinal, afectando la conversión de sales biliares primarias (ácido quenodesoxicólico y cólico) a secundarias (ácido litocólico y desoxicólico), (Krogdahl, 1985). Por ejemplo, *Lactobacillus* spp. causa desconjugación, deshidratación y deshidrogenación de las sales biliares (Begley *et al.*, 2006).

Las secreciones de hidrólisis de taurina de los enterococos y lactobacilos y la desconjugación de la cisteína de los ácidos biliares (Begley *et al.*, 2006; Langhout *et al.*, 1999) reducen la formación de micelas (McDonald *et al.*, 1983.). Por lo tanto, el enriquecimiento de la microflora intestinal por parte de los lactobacilos puede afectar negativamente la digestión de las grasas (Sharifi, 2011).

### **2.5.2 Edad del ave**

En los pollos jóvenes se produce una ineficiente digestión y absorción de grasas, especialmente de grasas animales, debido a un bajo nivel de producción de lipasa (Marzooqi, 1999), esto puede relacionarse con la producción inadecuada de sales biliares por parte del ave joven y la ineficiente circulación enterohepática de las sales biliares (Marzooqi y Lesson, 1999). La actividad y secreción duodenal de la lipasa aumenta a medida que aumenta la edad del pollo (Noy y Sklan, 1995; Hakansson, 1974), alcanzando sus niveles máximos entre los 40 y 56 días de edad (Kroghadal y Sell, 1999). Si las grasas son saturadas, los animales jóvenes tienen mayor dificultad para digerirlas (Mateos y Mendez, 1990; Wiseman y Salvador, 1989).

Katongole y March, (1980), hallaron que la mucosa intestinal del pollo contiene una proteína ligante de ácidos grasos (FABP) y la probabilidad de que este FABP está implicado en la absorción de ácidos grasos a través de los enterocitos, sugirió que la FABP podría ser un factor limitante en las aves en la no utilización de grasa de la dieta de manera eficiente. Lesson (1993) sugiere que las FABP no se producen en cantidades adecuadas cuando las aves son muy jóvenes.

### **2.5.3 Composición de la ración**

La adición de grasas en las dietas, con el fin de incrementar el nivel energético de la ración, es una práctica industrial extendida en el campo de la alimentación de aves (Pérez, 1974). Como efecto secundario se tiene que reducen la carga de polvo en el proceso de mezclado y se mejora la palatabilidad del alimento (El Raouf, 2007).

Además de las ventajas evidentes que presentan las grasas, de ser alta en la densidad calórica, también se ha observado que ejercen un efecto "extra calórico" (Jensen *et al.*, 1970; Touchburn y Naber, 1966) que se caracteriza por una mejor utilización de la energía en la dieta (El Raouf, 2007). Este efecto aparentemente se debe a varios factores, siendo el primero una menor tasa de pasaje y, por tanto, mejorar la digestión y absorción intestinal (Mateos *et al.*, 1982; Mateos y Sell, 1981). En segundo lugar, hay una mejora sinérgica de la absorción de ácidos grasos saturados en presencia de los ácidos grasos insaturados de la dieta basal (Sibbald y Kramer, 1980; Renner y Hill, 1960). El factor final es un bajo incremento de calor de la dieta suplementaria resultando una mejor utilización de la energía metabolizable (Fuller y Rendón, 1977; Forbes *et al.*, 1946).

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 (Lesson, 2000).

### **2.6 Emulsificantes en la digestión de lípidos**

Un agente emulsificante tiene la habilidad de transformar una superficie hidrofóbica en una hidrófila (Marzooqi y Lesson, 1999). El modo de acción del emulsificante es

aumentar la superficie activa de las grasas, lo que permite la acción de la lipasa, que hidroliza moléculas de triglicéridos en ácidos grasos y monoglicéridos y favorecer la formación de micelas de compuestos productos de la lipólisis que favorecen la absorción de lípidos (Guerreiro, 2011).

### **2.6.1 Compuestos que intervienen en la emulsificación de lípidos en pollos**

- **Sales biliares**

Son agentes de superficie extremadamente activos y probablemente facilitan la emulsificación de los triglicéridos y ácidos grasos de cadena larga y así ayudar a la acción de la lipasa pancreática (Desnuelle, 1961).

Las sales biliares son importantes debido a su capacidad para disminuir la tensión superficial que representa la emulsificación de los lípidos con la producción de una gran superficie de área, que permiten a las enzimas lipasa y otras para actuar más eficientemente, de la misma manera, cambia el pH de 8.5 a 6.5 para la acción de la lipasa pancreática en el duodeno y a su vez estimulan el peristaltismo, y también estimulan la producción adicional de bilis (El Raouf, 2007).

- **La lipasa y la colipasa**

La actividad de la lipasa puede ser fuertemente reprimida por las sales biliares mismas, si la mezcla de reacción no contiene una colipasa pancreática, una pequeña proteína que se adsorbe en la interfaz de grasa en agua, incluso en presencia de completa capa de adsorción moléculas biliares y por lo tanto promueve la actividad de la lipasa en presencia de sales biliares (Delorme, 2011).

- **Ácidos grasos y proteínas transportadoras de ácidos grasos**

Cuanto mayor es la saturación de los ácidos grasos presentes en los aceites, menor es el potencial de formación de micelas y por tanto, peor eficiencia digestiva que es el caso de ácidos grasos insaturados (Wiseman y Salvador, 1991).

Katongole y March (1980), descubren que la mucosa intestinal del pollo contiene una proteína de unión de ácidos grasos y la probabilidad de que este FABP esté implicado en la absorción de ácidos grasos a través del enterocito.

- **Velocidad de tránsito del alimento por el tracto digestivo**

La tasa de pasaje de los alimentos (ROP) a través del tracto digestivo puede ser un factor importante que influye en la cantidad de la energía derivada de las dietas por monogástricos (Kasset *al.*, 1980; Keys and DeBarthe, 1974; Rao and Clandinin, 1970; Maneret *al.*, 1962).

La ROP puede influir en la utilización de energía de las dietas por: 1) el cambio de la población microbiana en el intestino, 2) la modificación de la capacidad de consumo de alimento y 3) la determinación de la longitud de tiempo durante el cual los nutrientes están expuestos a las enzimas digestivas para las superficies absorbentes (Mateos y Sell, 1980).

La grasa suplementada reduce la velocidad del tránsito digestivo, favoreciendo una mayor digestibilidad de los componentes no lipídicos de la dieta, por un mayor tiempo de permanencia en el tracto intestinal (Quevedo, 2000). El efecto de los lípidos en la tasa de vaciado gástrico y de la tasa de flujo a través del intestino delgado puede estar relacionado con el efecto adicional-metabólico encontrado para algunas grasas en las dietas de aves de corral.

## **2.6.2 Efecto de la adición de grasa en la dieta en el rendimiento de pollos de carne**

- **Efecto del nivel de grasa**

A mayor porcentaje de grasa en la dieta, superior al 5%, se presenta una menor digestibilidad (Wiseman y Salvador, 1989), estudios al respecto encontraron que la biodisponibilidad de los ácidos grasos saturados aumenta cuando el nivel de suplementación se reduce del 5% al 2.5%; la interacción existente entre la grasa

suplementada y la grasa basal presente en los ingredientes de la dieta se incrementa más a este bajo nivel (Ketels y Huyghebaert, 1986).

- **Efecto del tipo de grasa**

Crespo y Esteve García (2003) mostraron que la adición de PUFA con grasas ricas a las dietas redujo el colesterol sérico de los pollos de carne. Grundy (1986) informó, que los ácidos grasos monoinsaturados, eran tan eficaces como PUFA en la reducción de los niveles de colesterol total y LDL en plasma.

En las dietas con un valor nutritivo semejante, los pollos alimentados con raciones que contenían aceite mostraron mejor rendimiento que las aves alimentadas con dietas sin inclusión de aceites (Palmquist, 2002).

En aves la digestibilidad de una grasa es mayor cuando presenta en su composición un mayor porcentaje de ácidos grasos insaturados con menor longitud de cadena carbonada y la cantidad de ácidos grasos libres es baja. En ácidos grasos saturados se observa una mayor absorción cuanto menor es la longitud de cadena. El monoglicérido se va a absorber mejor que el ácido graso libre, el monoglicérido que tenga su ácido graso en la posición 2 se absorberá mejor, que si el ácido graso estuviese en posición 1 ó 3 (De Blas y Mateos, 1991).

## **2.7 Lecitinas y Lisolectinas**

Los fosfolípidos, incluyendo lecitinas y lisolectinas, son muy abundantes en la naturaleza, ya que forman una de las estructuras esenciales de todas las células vivas, la membrana. La membrana plasmática proporciona la arquitectura fundamental de la célula, permitiendo que lo técnicamente “vivo” pueda aislarse de lo inerte. Sin embargo, esta separación está lejos de ser absoluta ya que la membrana debe permitir el flujo de nutrientes en la célula y también permitir el paso de una variedad de metabolitos.

La capacidad de los fosfolípidos y lisofosfolípidos para organizar ellos mismos en una manera tal como para hacer esto posible proviene de su estructura molecular

única. Además de eso, los fosfolípidos y lisofosfolípidos no sólo forman membranas plasmáticas, sino que también son capaces de formar micelas y liposomas de forma espontánea, de modo que crean envolturas microscópicas que pueden ser llenadas con sustratos útiles. (Garnett, 1993)

Un tercer atributo de estos lípidos es su propiedad surfactante, la capacidad de solubilizar las grasas en emulsiones acuosas. Cada uno de estos comportamientos puede ser utilizado para impactar positivamente en la salud y nutrición animal si se aplica correctamente tras los primeros principios científicos.

La Lecitina de Soya, es un subproducto de la transformación del aceite de soya, no sólo proporciona la energía para pollos de engorde sino que también sirve como emulsionante y tiene el potencial para mejorar la utilización de la grasa de la dieta por los animales (Hunget *al.*, 2007) . Jinet *al.*, (1998) informaron de que la adición de lecitina a sebo aumento de la digestibilidad de la energía bruta, de materia seca, extracto de éter y de proteína cruda en lechones.

## **2.8 El uso de emulsificantes en dietas para pollos de carne**

Dado que la grasa es insoluble en un medio de agua como en el tracto gastrointestinal que primero debe ser emulsionada antes de que pueda ser digerida por las enzimas lipolíticas (Gu y Li, 2003), los emulsificantes se pueden utilizar, ya que aumentan la solubilización y por lo tanto, la absorción de ácidos grasos (Arnouts, 2011).

Estudios realizados por Arnouts (2011), concluyen que la adición de emulsificante, reduce la conversión alimenticia en 2,8%, lo que puede deberse a una mayor disponibilidad de energía fuera de los aceites de la dieta. De la misma manera, Melegyet *al.* (2010), muestran que aves alimentadas sin la adición de emulsificante en la dieta presentaron un bajo peso final, una baja ganancia de peso, una pobre conversión alimenticia y un alto consumo de alimento en comparación con las aves alimentadas con la adición de emulsificantes.

Guerreiro *et al.*, (2010), muestran que las aves alimentadas con dietas que fueron suplementadas con emulsificante presentaron mejor peso, ganancia de peso y conversión alimenticia. Sin embargo, también encontró que el uso del emulsionante no mejoró el rendimiento de pollos de engorde a los 7 días de edad, posiblemente debido a la baja actividad de la lipasa durante este periodo, pero a los 14 días de edad se encontró un efecto significativo.

Roy *et al.*, (2010), evaluaron los efectos de un emulsificante exógeno por 39 días en pollos machos encontrando que las aves alimentadas con dietas que fueron suplementadas con emulsificante presentaron una mejor ganancia de peso y peso vivo, de la misma manera el consumo de alimento acumulado fue similar en todos los tratamientos, también observó que la suplementación con emulsificantes incrementó el metabolismo de las grasas comparado con el control.

Huang *et al.*, (2007), muestran que el performance de las aves alimentadas con 0.5% de lecitina de soya y 1.5% de aceite de soya fue mejor que los demás tratamientos, mientras que las aves alimentadas con 2% de lecitinas muestran una pobre performance. De la misma manera, encuentra que la utilización del extracto etéreo fue mejor en pollos alimentados con dietas que contenían aceite de soya y lecitina de soya en una proporción de 25/75.

Schneider *et al.*, (2012), concluyen que el uso de emulsificantes en dietas de pollos de engorde da una mejor ganancia de peso y una baja conversión alimenticia durante la fase de inicio, y que las diferentes fuentes de lípidos influyen en el crecimiento de los pollos jóvenes.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo de investigación se dividió en dos partes, la evaluación del comportamiento productivo, en la cual se evaluó la respuesta productiva de los pollos al adicionarse el emulsificante en un galpón experimental y la evaluación de la digestibilidad, en la cual se realizó la colecta de las heces para hacer las pruebas de digestibilidad, así como también se evaluó el comportamiento productivo.

#### **3.1 Estudio 1: Evaluación del comportamiento productivo**

##### **3.1.1 Lugar y duración**

Se llevó a cabo en las instalaciones de la Granja Experimental Proavico, de propiedad de la empresa Montana S.A, ubicada en el distrito de Lurín, provincia de Lima. El alimento fue preparado en la Planta de Alimentos de la empresa Montana S.A, ubicada también en el distrito de Lurín. Dicho trabajo tuvo una duración de 42 días, comprendidos desde el 24 de Enero hasta el día 7 de Marzo del 2013.

##### **3.1.2 Instalaciones y equipos**

Se instalaron 12 unidades experimentales, divididas con malla metálica y cada corral contó con área de 5m<sup>2</sup> al finalizar la campaña de producción. El piso de cada corral fue recubierto con cama de viruta. El ambiente interno del microclima se preparó dos días antes de que lleguen los pollitos BB, utilizándose bebederos tongos de plástico y bandejas de alimento de plástico, que posteriormente fueron reemplazados por bebederos lineales automáticos y comederos tipo tolva de plástico. Se utilizaron campanas a gas, que estuvieron encendidas durante todos los días de la primera semana y fueron disminuyendo paulatinamente las horas de encendido conforme el pollo aumentaba sus días de edad.

Los equipos utilizados fueron:

- Comederos BB de bandeja de plástico
- Comederos tolva de plástico

- Bebederos tongo de plástico
- Bebederos lineales automáticos tipo niple.
- Cercos de nordex
- Campanas a gas
- Balones de gas
- Balanza de 20 kg.

### **3.1.3 Animales experimentales y distribución de las unidades experimentales**

Se utilizaron 600 pollitos BB machos de un día de edad, de la línea genética Cobb 500, obtenidos de la incubadora de la empresa Gramobier S.A., los animales fueron distribuidos al azar en 12 unidades experimentales de 50 pollos cada uno. Se mantuvo la homogeneidad en el manejo de los animales y la sanidad de las unidades experimentales.

### **3.1.4 Producto evaluado**

El producto evaluado fue LIPIDOL, es producido en Brasil y comercializado por la empresa BIOGENIC. Es un emulsificante que tiene como principales componentes a la Lecitina de Soya y a las Lisolectinas. La ficha técnica del producto se presenta en el Anexo I.

### **3.1.5 Tratamientos**

Se evaluaron cuatro tratamientos:

**Tratamiento 1:** Dieta control sin la adición del emulsificante.

**Tratamiento 2:** Dieta control con la adición de 0.05% del emulsificante.

**Tratamiento 3:** Dieta control con la adición de 0.075% del emulsificante.

**Tratamiento 4:** Dieta control con la adición de 0.1% del emulsificante.

### **3.1.6 Formulación y análisis químico proximal de las dietas experimentales**

Las dietas utilizadas en el presente estudio, se formularon por computadora al mínimo costo usando el programa BRILL, de acuerdo a los requerimientos de macronutrientes y micronutrientes de los pollos de la línea Cobb 500.

Para el proceso de crianza se emplearon 3 tipos de dietas:

1. Dieta de inicio, desde 1 hasta 21 días de edad.
2. Dieta de crecimiento, desde 22 hasta 35 días de edad.
3. Dieta de acabado, desde 36 hasta 42 días de edad.

La composición porcentual y valor nutricional de las dietas se observan en los Cuadros 1, 2 y 3. La composición del análisis químico proximal, se presenta en el Cuadro 4.

El suministro de agua y alimento fueron *ad libitum* durante toda la campaña

**Cuadro 1. Composición porcentual y valor nutricional calculado de las dietas experimentales en la etapa de Inicio (1 – 21 días)**

| INGREDIENTES                       | TRATAMIENTOS <sup>1</sup> |               |               |               |
|------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                                    | T1                        | T2            | T3            | T4            |
| Maíz                               | 58.25                     | 58.60         | 59.33         | 59.70         |
| LIPIDOL                            | 0.00                      | 0.05          | 0.075         | 0.10          |
| Torta de soya                      | 34.65                     | 34.75         | 34.30         | 34.20         |
| Aceite vegetal                     | 2.10                      | 1.60          | 1.30          | 1.00          |
| Carbonato de calcio                | 1.45                      | 1.45          | 1.46          | 1.46          |
| Fosfato dicálcico                  | 1.65                      | 1.64          | 1.64          | 1.64          |
| Bicarbonato de sodio               | 0.10                      | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| DL – Metionina                     | 0.25                      | 0.25          | 0.25          | 0.25          |
| L – Lisina HCl                     | 0.18                      | 0.18          | 0.18          | 0.18          |
| L – Treonina                       | 0.08                      | 0.07          | 0.08          | 0.08          |
| Sal común                          | 0.40                      | 0.40          | 0.40          | 0.40          |
| Premezcla de Vitaminas y Minerales | 0.12                      | 0.12          | 0.12          | 0.12          |
| Cloruro de colina 60%              | 0.10                      | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| Microsecuestrante                  | 0.25                      | 0.25          | 0.25          | 0.25          |
| Promotor de crecimiento            | 0.02                      | 0.02          | 0.02          | 0.02          |
| Complejo multienzimático           | 0.01                      | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Coccidiostato                      | 0.05                      | 0.05          | 0.05          | 0.05          |
| Fitasa                             | 0.01                      | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Excipiente                         | 0.35                      | 0.35          | 0.34          | 0.37          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>100.00</b>             | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |
| NUTRIENTES CALCULADOS (%)          |                           |               |               |               |
| Energíametabolizable Kcal/Kg       | 3000                      | 3000          | 3000          | 3000          |
| Proteína Cruda, %                  | 20.93                     | 20.89         | 20.99         | 20.99         |
| Extracto Etéreo                    | 4.87                      | 4.39          | 4.11          | 3.83          |
| Lisina digestible, %               | 1.15                      | 1.15          | 1.15          | 1.15          |
| Met + Cis digestible, %            | 0.85                      | 0.85          | 0.85          | 0.85          |
| Treonina digestible, %             | 0.75                      | 0.75          | 0.75          | 0.75          |
| Triptofano digestible, %           | 0.21                      | 0.21          | 0.21          | 0.21          |
| Calcio, %                          | 0.95                      | 0.95          | 0.95          | 0.95          |
| Fosforo Disponible, %              | 0.48                      | 0.48          | 0.48          | 0.48          |
| Sodio, %                           | 0.21                      | 0.21          | 0.21          | 0.21          |

<sup>1</sup>Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

**Cuadro 2. Composición porcentual y valor nutricional de las dietas experimentales en la etapa de Crecimiento (22 – 35 días)**

| INGREDIENTES                       | TRATAMIENTOS <sup>1</sup> |               |               |               |
|------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
|                                    | T1                        | T2            | T3            | T4            |
| Maíz                               | 57.20                     | 57.75         | 58.10         | 58.40         |
| LIPIDOL                            | 0.00                      | 0.05          | 0.075         | 0.10          |
| Torta de soya                      | 33.80                     | 33.80         | 33.73         | 33.65         |
| Aceite vegetal                     | 4.50                      | 3.90          | 3.60          | 3.35          |
| Carbonato de calcio                | 1.24                      | 1.39          | 1.39          | 1.39          |
| Fosfato dicálcico                  | 1.51                      | 1.51          | 1.51          | 1.51          |
| Sal común                          | 0.34                      | 0.34          | 0.34          | 0.34          |
| Bicarbonato de sodio               | 0.15                      | 0.15          | 0.15          | 0.15          |
| DL – Metionina                     | 0.23                      | 0.23          | 0.23          | 0.23          |
| L – Lisina                         | 0.14                      | 0.14          | 0.14          | 0.14          |
| L – Treonina                       | 0.08                      | 0.08          | 0.08          | 0.08          |
| Premezcla de Vitaminas y Minerales | 0.12                      | 0.12          | 0.12          | 0.12          |
| Cloruro de colina 60%              | 0.10                      | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| Microsecuestrante                  | 0.25                      | 0.25          | 0.25          | 0.25          |
| Promotor de crecimiento            | 0.02                      | 0.02          | 0.02          | 0.02          |
| Complejo multienzimático           | 0.01                      | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Coccidiostato                      | 0.05                      | 0.05          | 0.05          | 0.05          |
| Fitasa                             | 0.01                      | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Excipiente                         | 0.26                      | 0.12          | 0.12          | 0.12          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>100.00</b>             | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |
| NUTRIENTES CALCULADOS (%)          |                           |               |               |               |
| EnergíametabolizableKcal/Kg        | 3175                      | 3175          | 3175          | 3175          |
| ProteínaCruda, %                   | 20.55                     | 20.55         | 20.55         | 20.55         |
| ExtractoEtéreo                     | 7.19                      | 6.62          | 6.33          | 6.09          |
| Lisina digestible, %               | 1.10                      | 1.10          | 1.10          | 1.10          |
| Met + Cis digestible, %            | 0.81                      | 0.81          | 0.81          | 0.81          |
| Treonina digestible, %             | 0.74                      | 0.74          | 0.74          | 0.74          |
| Triptofano digestible, %           | 0.21                      | 0.21          | 0.21          | 0.21          |
| Calcio, %                          | 0.90                      | 0.90          | 0.90          | 0.90          |
| FosforoDisponible, %               | 0.45                      | 0.45          | 0.45          | 0.45          |
| Sodio, %                           | 0.20                      | 0.20          | 0.20          | 0.20          |

<sup>1</sup>Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

**Cuadro 3. Composición porcentual y valor nutricional de las dietas experimentales en la etapa de Acabado (37 – 42 días)**

| INGREDIENTES                          | TRATAMIENTOS  |               |               |               |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                       | T1            | T2            | T3            | T4            |
| Maíz                                  | 61.10         | 61.70         | 62.00         | 62.35         |
| LIPIDOL                               | 0.00          | 0.05          | 0.075         | 0.10          |
| Torta de soya                         | 29.90         | 29.85         | 29.83         | 29.70         |
| Aceite vegetal                        | 4.50          | 3.90          | 3.60          | 3.35          |
| Carbonato de calcio                   | 1.10          | 1.42          | 1.42          | 1.42          |
| Fosfato dicálcico                     | 1.52          | 1.51          | 1.51          | 1.51          |
| Sal común                             | 0.34          | 0.34          | 0.34          | 0.34          |
| Bicarbonato de sodio                  | 0.15          | 0.15          | 0.15          | 0.15          |
| DL – Metionina                        | 0.21          | 0.21          | 0.21          | 0.21          |
| L – Lisina                            | 0.13          | 0.14          | 0.14          | 0.14          |
| L – Treonina                          | 0.07          | 0.07          | 0.07          | 0.07          |
| Premezcla de Vitaminas y<br>Minerales | 0.12          | 0.12          | 0.12          | 0.12          |
| Cloruro de colina 60%                 | 0.10          | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| Microsequestrante                     | 0.25          | 0.25          | 0.25          | 0.25          |
| Promotor de crecimiento               | 0.02          | 0.02          | 0.02          | 0.02          |
| Complejo multienzimático              | 0.01          | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Coccidiostato                         | 0.05          | 0.05          | 0.05          | 0.05          |
| Fitasa                                | 0.01          | 0.01          | 0.01          | 0.01          |
| Excipiente                            | 0.43          | 0.11          | 0.11          | 0.11          |
| <b>TOTAL</b>                          | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |
| NUTRIENTES<br>CALCULADOS (%)          |               |               |               |               |
| EnergíametabolizableKcal/<br>Kg       | 3220          | 3220          | 3220          | 3220          |
| ProteínaCruda, %                      | 18.96         | 18.96         | 18.97         | 18.97         |
| ExtractoEtéreo                        | 7.36          | 6.70          | 6.42          | 6.18          |
| Lisina digestible, %                  | 1.00          | 1.00          | 1.00          | 1.00          |
| Met + Cis digestible, %               | 0.76          | 0.76          | 0.76          | 0.76          |
| Treonina digestible, %                | 0.68          | 0.68          | 0.68          | 0.68          |
| Triptofano digestible, %              | 0.19          | 0.19          | 0.19          | 0.19          |
| Calcio, %                             | 0.90          | 0.90          | 0.90          | 0.90          |
| FosforoDisponible, %                  | 0.45          | 0.45          | 0.45          | 0.45          |
| Sodio, %                              | 0.20          | 0.20          | 0.20          | 0.20          |

<sup>1</sup>Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

**Cuadro 4: Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio**

| <b>TRATAMIENTO<sup>1</sup></b> |           |           |           |           |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> |
| <b>Inicio</b>                  |           |           |           |           |
| Proteína total                 | 19.83     | 21.50     | 21.15     | 20.53     |
| Humedad                        | 12.30     | 12.16     | 12.09     | 12.22     |
| Extracto Etéreo                | 4.62      | 4.78      | 4.64      | 4.53      |
| Cenizas                        | 5.12      | 6.09      | 5.50      | 5.29      |
| Fibra cruda                    | 2.79      | 3.11      | 2.90      | 3.22      |
| ELN                            | 55.34     | 52.36     | 53.72     | 54.21     |
| <b>Crecimiento</b>             |           |           |           |           |
| Proteína total                 | 20.31     | 20.25     | 20.44     | 20.58     |
| Humedad                        | 12.10     | 12.05     | 11.88     | 12.10     |
| Grasa                          | 7.25      | 6.74      | 6.46      | 6.05      |
| Cenizas                        | 4.69      | 4.44      | 4.18      | 4.25      |
| Fibra cruda                    | 2.95      | 2.81      | 2.78      | 2.57      |
| ELN                            | 52.70     | 53.71     | 54.26     | 54.45     |
| <b>Acabado</b>                 |           |           |           |           |
| Proteína total                 | 18.80     | 18.70     | 18.65     | 18.40     |
| Humedad                        | 11.90     | 11.98     | 12.10     | 12.30     |
| Grasa                          | 7.03      | 6.45      | 6.22      | 6.05      |
| Cenizas                        | 4.90      | 4.65      | 4.37      | 4.38      |
| Fibra cruda                    | 2.90      | 2.88      | 2.76      | 2.94      |
| ELN                            | 54.47     | 55.34     | 55.90     | 55.95     |

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante.*

*Fuente: Laboratorio MONTANA S.A*

### 3.1.7 Manejo alimenticio

La presentación física del alimento utilizado fue en harina. El suministro de alimento era constante, evitando que los comederos estén vacíos, pero calculando que para el día de la evaluación de pesos, se encontrara la menor cantidad de alimento posible, para facilitar las labores. Los comederos eran removidos cuatro veces al día para estimular el consumo, controlando en todo momento el posible desperdicio de alimento. Cuando se usaban los bebederos tipo tongo se realizaba el cambio de agua dos veces al día. La altura de los comederos y bebederos se regulaban de acuerdo al tamaño de los pollos.

El agua de bebida de los pollos BB en ambas fases, fue dosificada por cuatro días con Complejo B y la dosis fue 1g/litro de agua. La densidad inicial de la crianza fue de 50 pollos BB/m<sup>2</sup>, luego paulatinamente crecían los pollos la densidad se reducía hasta que en 21 a 42 días de edad la densidad final fue de 10 pollos/m<sup>2</sup>.

Diariamente se observaba, recogía y anotaba el número de muertos de cada unidad experimental.

### 3.1.8 Programa sanitario

Se aplicó al día 20 la vacuna de Newcastle, la vacunación empezó a las 4:30 de la mañana y terminó a las 9 de la mañana aproximadamente, se cercó a las aves con el nordex y se procedió a vacunarlas una por una vía ocular.

El programa sanitario seguido fue el siguiente:

| <b>Planta (Día 1)</b>      |  |
|----------------------------|--|
| <b>Vacuna</b>              | <b>Enfermedad</b>  |
| Vac. Vectorizada (FP + LT) | Diftero viruela + Laringo traqueítis infecciosa            |
| Vacuna vectorizada         | Marek + Newcastle (MD + ND)                                |
| Vacuna inactivada          | Hepatitis a Copúsculos de Inclusión + Newcastle (IBH + ND) |
| Vacuna viva                | Newcastle + Bronquitis (ND + IB)                           |
| <b>Día 20</b>              |  |
|                            | Newcastle B1 (ND)  |

### 3.1.9 Mediciones

- **Peso vivo semanal y ganancia de peso**

La medición del peso vivo se realizó semanalmente y se pesaron a todos los pollos.

$$\text{Peso vivo (Kg/pollo)} = \frac{\text{Peso de las aves (Kg)}}{\text{Número de pollos pesados}}$$

La ganancia de peso se determinó por la diferencia entre el peso final y el inicial.

$$\text{Ganancia de peso (Kg/pollo/semana)} = \text{Peso final (Kg)} - \text{Peso inicial (Kg)}$$

- **Consumo de alimento**

Se evaluó el consumo de alimento semanalmente, pesando residuos de alimento contenido en los comederos y por diferencia con el total de alimento suministrado en la semana. El consumo de alimento es la diferencia entre la cantidad suministrada durante la semana y el residuo final de la misma.

$$\text{Consumo de alimento (Kg/pollo/semana)} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Número de pollos}}$$

- **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia semanal se obtuvo en base a datos obtenidos sobre el consumo de alimento semanal y la ganancia de peso semanal.

$$\text{C.A.S} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Ganancia de peso semanal (Kg)}}$$

La conversión alimenticia acumulada se obtuvo de la relación del consumo acumulado entre el peso vivo final.

$$\text{C.A.A} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Peso final de pollo (Kg)}}$$

- **Mortalidad**

Es el registro semanal del número de animales muertos, desde el inicio hasta el final del experimento y fue expresado en porcentaje.

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

- **Índice de Eficiencia Productiva (IEP)**

Esta medida permite evaluar el desempeño del lote, porque utiliza las medidas anteriores y las reduce en un solo índice que mide la eficiencia de cada tratamiento evaluado.

$$\text{IEP} = \frac{(100\% - \text{Mortalidad acumulada (\%)} * \text{Peso vivo (Kg)})}{\text{Conversión alimenticia acumulada} * \text{Edad (días)}}$$

- **Mérito económico**

El propósito es conocer cuál de los niveles de adición del emulsificante es económicamente conveniente, evaluando la utilidad o pérdida de la adición del emulsificante.

Para realizar el cálculo de la retribución económica del alimento, se consideró como ingreso los Kg de pollo producidos y como egreso el consumo de alimento.

$$\text{Retribución económica T (i)} = \text{Ingreso T (i)} - \text{Egreso T (i)}$$

Donde:

Ingresos: Precio de Kg de carne de pollo (S/.Kg).

Egresos: Costo de Kg de carne de pollo (S/. Kg).

T (i) = Tratamiento 1, 2, 3, 4

### 3.1.10 Diseño experimental y análisis estadístico

El estudio se llevó a cabo bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa StatisticalAnalysisSystem (SAS; 1999).

$$\text{Modelo aditivo lineal: } Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación experimental

$\mu$  = media general

$t_i$  = efecto del  $i$  – ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = efecto de la  $j$  – ésima unidad experimental a la que se le aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento (error experimental).

La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Duncan (Duncan, 1955). Los datos de mortalidad fueron transformados al arco seno para su análisis (Calzada, 1982).

## **3.2 Estudio 2: Determinación de la digestibilidad del extracto etéreo**

### **3.2.1 Lugar y duración**

Esta fase del experimento, se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación en Aves del Departamento 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. Este trabajo tuvo una duración de 21 días, comprendidos desde el 4 hasta el 25 de Junio del 2013.

### **3.2.2 Instalaciones y equipos**

Se emplearon dos baterías metálicas con calefacción eléctrica controladas por termostatos, con cinco pisos divididos en dos compartimientos de las siguientes dimensiones: 0.88 m de largo por 8.85 m de ancho y 0.23 m de altura, con un área total de 0.74 m<sup>2</sup>. Asimismo, estuvieron 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 para esta fase fueron:

- Balanza de precisión de 5 kg de capacidad
- Baldes
- Materiales de limpieza
- Termómetros

### **3.2.3 Animales experimentales y distribución de las unidades experimentales**

Se utilizaron 160 pollitos BB machos de un día de edad, de la línea genética Cobb 500, obtenidos de la incubadora de la empresa Chacra Cerro S.A, los animales fueron distribuidos al azar en 16 unidades experimentales de 10 pollos cada uno.

Para ambas fases, se mantuvo la homogeneidad en el manejo de los animales y la sanidad de las unidades experimentales.

#### **3.2.4 Producto evaluado**

El producto evaluado fue LIPIDOL, quees producido en Brasil y comercializado por la empresa BIOGENIC. Es un emulsificante que tiene como principales componentes a la Lecitina de Soya y a las Lisolectinas. La ficha técnica del producto se presenta en el Anexo I.

#### **3.2.5 Tratamientos**

Se evaluaron cuatro tratamientos:

**Tratamiento 1:**Dieta control sin la adición del emulsificante.

**Tratamiento 2:** Dieta control con la adición de 0.05% del emulsificante.

**Tratamiento 3:** Dieta control con la adición de 0.075% del emulsificante.

**Tratamiento 4:**Dieta control con la adición de 0.1% del emulsificante.

#### **3.2.6 Formulación y análisis químico proximal de las dietas experimentales**

Las dietas utilizadas en el presente estudio, se formularon por computadora al mínimo costo usando el programa BRILL, de acuerdo a los requerimientos de macronutrientes y micronutrientes de los pollos de la línea Cobb 500.

Para el proceso de crianza sólo se empleo 1 tipo de dieta, que fue la dieta de inicio comprendida desde el 1 hasta 21 días de edad.

La composición porcentual y valor nutricional de las dietas se observan en el Cuadro5. La composición del análisis químico proximal, se presenta en el Cuadro 6.

El suministro de agua y alimento fueron *ad libitum* durante toda la campaña

**Cuadro 5. Composición porcentual y valor nutricional de las dietas experimentales en la etapa de Inicio (0– 21 días)**

| INGREDIENTES                       | TRATAMIENTOS  |               |               |               |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                    | T1            | T2            | T3            | T4            |
| Maíz                               | 58.88         | 59.24         | 59.96         | 60.35         |
| LIPIDOL                            | 0.00          | 0.05          | 0.075         | 0.10          |
| Torta de soya                      | 34.65         | 34.75         | 34.30         | 34.20         |
| Aceite vegetal                     | 2.10          | 1.60          | 1.30          | 1.00          |
| Carbonato de calcio                | 1.45          | 1.45          | 1.46          | 1.46          |
| Fosfato dicálcico                  | 1.65          | 1.64          | 1.64          | 1.64          |
| Sal común                          | 0.40          | 0.40          | 0.40          | 0.40          |
| Bicarbonato de sodio               | 0.10          | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| DL – Metionina                     | 0.25          | 0.25          | 0.25          | 0.25          |
| L – Lisina                         | 0.18          | 0.18          | 0.18          | 0.18          |
| L – Treonina                       | 0.08          | 0.07          | 0.08          | 0.08          |
| Premezcla de Vitaminas y Minerales | 0.12          | 0.12          | 0.12          | 0.12          |
| Cloruro de colina 60%              | 0.10          | 0.10          | 0.10          | 0.10          |
| Promotor de crecimiento            | 0.05          | 0.05          | 0.05          | 0.05          |
| <b>TOTAL</b>                       | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> | <b>100.00</b> |
| NUTRIENTES CALCULADOS (%)          |               |               |               |               |
| EnergíametabolizableKcal/<br>Kg    | 3000          | 3000          | 3000          | 3000          |
| ProteínaCruda, %                   | 20.93         | 20.89         | 20.99         | 20.99         |
| ExtractoEtéreo, %                  | 4.87          | 4.39          | 4.11          | 3.83          |
| Lisina digestible, %               | 1.15          | 1.15          | 1.15          | 1.15          |
| Met + Cis digestible, %            | 0.85          | 0.85          | 0.85          | 0.85          |
| Treonina digestible, %             | 0.75          | 0.75          | 0.75          | 0.75          |
| Triptofano digestible, %           | 0.21          | 0.21          | 0.21          | 0.21          |
| Calcio, %                          | 0.95          | 0.95          | 0.95          | 0.95          |
| FosforoDisponible, %               | 0.48          | 0.48          | 0.48          | 0.48          |
| Sodio, %                           | 0.21          | 0.21          | 0.21          | 0.21          |

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

**Cuadro 6: Análisis químico proximal de las dietas experimentales utilizadas en el presente estudio**

| <b>TRATAMIENTO<sup>1</sup></b> |           |           |           |           |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> |
| <b>Inicio</b>                  |           |           |           |           |
| Proteína total                 | 22.33     | 22.08     | 20.41     | 20.51     |
| Humedad                        | 11.58     | 11.43     | 11.33     | 11.74     |
| Extracto Etéreo                | 5.54      | 4.60      | 4.68      | 4.36      |
| Cenizas                        | 6.15      | 6.14      | 6.53      | 5.78      |
| Fibra Cruda                    | 2.69      | 2.92      | 2.30      | 2.59      |
| ELN                            | 52.95     | 53.21     | 55.83     | 55.89     |

<sup>1</sup> Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante.

Fuente: Laboratorio MONTANA S.A

### **3.2.7 Manejo alimenticio**

La presentación física del alimento utilizado fue en harina. El suministro de alimento era constante, evitando que los comederos estén vacíos, pero calculando que para el día de la evaluación de pesos, se encontrara la menor cantidad de alimento posible, para facilitar las labores. Los comederos eran removidos cuatro veces al día para estimular el consumo, controlando en todo momento el posible desperdicio de alimento. Cuando se usaban los bebederos tipo tongo se realizaba el cambio de agua 4 veces al día, previa limpieza de los bebederos. El agua de bebida de los pollos BB en ambas fases, fue dosificada por cuatro días con Complejo B y la dosis fue 1g/litro de agua.

### **3.2.8 Colección y preparación de las excretas**

Las excretas fueron colectadas los últimos tres días, entre los días 19 al 21, y con el uso de una espátula se procedió a colocar las excretas en bolsas plásticas teniendo cuidado de eliminar los desperdicios de alimento, plumones u otra materia extraña. Posteriormente, se procedió a su refrigeración.

Se obtuvieron tres muestras correspondientes a los días de colección, por cada Unidad Experimental, luego se procedió a la homogenización de éstas para tener una muestra total, luego la excreta se transfirió a una bandeja para ser secada en una estufa de aire circulante a una temperatura de 60 – 70 °C durante 24 horas. Una vez secas, fueron procesadas en un molino Willey con un tamiz N° 20 y por último se guardaron en frascos para su posterior análisis.

### **3.2.9 Mediciones**

Los parámetros de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia semanal y acumulada y mortalidad fueron medidos al igual que en el Estudio I

- **Digestibilidad del extracto etéreo**

Esta prueba se realizó para cuantificar los nutrientes consumidos y las cantidades de esos nutrientes que fueron eliminados en las heces. Para ello se usó la Ceniza Ácido Insoluble (CAI) como marcador interno.

### **Método de la Ceniza Ácido Insoluble**

Para determinar las cenizas insolubles de las dietas y las excretas se utilizó HCl 4N, tal como indica la metodología utilizada por Vogtman *et al.*, 1975. El método de Ceniza Ácido Insoluble utiliza la relación % de ceniza ácido insoluble (CAI) de la dieta y el % de CAI de la excreta en lugar del ácido crómico empleado por el método de Hill *et al.*, (1960).

Para el cálculo del coeficiente de digestibilidad del Extracto Etéreo se utilizó la siguiente fórmula:

$$CDDE = 100 - 100 * \frac{\% \text{ CAI Dieta} * \% \text{ EE Excreta}}{\% \text{ CAI Excreta} * \% \text{ EE Dieta}}$$

### **3.2.10 Diseño experimental y análisis estadístico**

El estudio se llevó a cabo bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa StatisticalAnalysisSystem (SAS; 1999).

$$\text{Modelo aditivo lineal: } Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación experimental

$\mu$  = media general

$t_i$  = efecto del  $i$  –ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = efecto de la  $j$  –ésima unidad experimental a la que se le aplicó el  $i$ –ésimo tratamiento (error experimental).

La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Duncan (Duncan, 1955). Los datos de mortalidad fueron transformados al arco seno para su análisis (Calzada, 1982).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Estudio 1: Evaluación del comportamiento productivo

Los resultados del comportamiento productivo de los pollos de carne alimentados con dietas que contienen el emulsificante en diferentes concentraciones durante un periodo de 42 días se presentan en el Cuadro 7.

#### 4.1.1 Peso vivo

Se observó que en el peso vivo no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos; sin embargo, el T3 fue el que presentó un menor peso vivo comparado con los demás tratamientos, probablemente debido al bajo consumo de alimento de las aves de éste tratamiento durante la fase de inicio. Estos resultados coinciden con los de Guerreiro *et al.*, (2011) quienes evaluaron emulsificantes en dietas de pollos de carne y reportó que la adición del emulsificante no influye en la performance de los pollos a los 42 días; sin embargo, el uso de emulsificantes hace que presenten un mejor peso vivo cuando las dietas son suplementadas con aceite de soya.

Del mismo modo, Huang *et al.*, (2007), en un estudio realizado en pollos de carne compararon dietas con y sin emulsificante, obteniendo como resultado un mejor peso final a los 42 días cuando se adiciona 0.5% de lecitina de soya, que actúa como emulsificante, y 1.5% de aceite de soya, pero obtiene un pobre resultado cuando sólo adiciona lecitina de soya, ya que las aves presentan una pobre performance.

**Cuadro 7: Comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (42 días)**

| Mediciones  | Tratamiento*       |                    |                    |                    |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   | 1                  | 2                  | 3                  | 4                  |
| Peso inicial, g   | 45.9 <sup>1a</sup> | 46.0 <sup>a</sup>  | 45.6 <sup>a</sup>  | 46.0 <sup>a</sup>  |
| Peso final, g   | 2690 <sup>a</sup>  | 2688 <sup>a</sup>  | 2556 <sup>a</sup>  | 2675 <sup>a</sup>  |
| Ganancia de peso, g   | 2645 <sup>a</sup>  | 2642 <sup>a</sup>  | 2510 <sup>a</sup>  | 2629 <sup>a</sup>  |
| Consumo de alimento, g                                      | 5022 <sup>a</sup>  | 4933 <sup>a</sup>  | 4969 <sup>a</sup>  | 4978 <sup>a</sup>  |
| Conversión alimenticia (Consumo / Ganancia) g/g             | 1.896 <sup>a</sup> | 1.867 <sup>a</sup> | 1.979 <sup>a</sup> | 1.893 <sup>a</sup> |
| Conversión alimenticia acumulada (Consumo / Peso final) g/g | 1.866 <sup>a</sup> | 1.835 <sup>a</sup> | 1.944 <sup>a</sup> | 1.860 <sup>a</sup> |
| Mortalidad, %   | 3.00 <sup>a</sup>  | 2.66 <sup>a</sup>  | 4.33 <sup>a</sup>  | 3.33 <sup>a</sup>  |
| IEP   | 328 <sup>a</sup>   | 328 <sup>a</sup>   | 304 <sup>a</sup>   | 324 <sup>a</sup>   |

<sup>1</sup>Valores son promedios de 150 aves por tratamiento

<sup>abc</sup>Valores dentro de una fila con superíndice no común difieren significativamente ( $P > 0.05$ ).

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

#### **4.1.2 Ganancia de peso**

Los resultados de ganancia de peso de las aves que recibieron las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 7. Similar a lo observado en los promedios de pesos vivos finales, no hubo diferencia estadística significativa en ganancia de peso de las aves entre los tratamientos, sin embargo, la menor ganancia de peso la obtuvo el T3, observándose más baja durante la etapa de inicio, posiblemente debido a un bajo consumo de alimento durante esta etapa. Estos resultados difieren de los de Huanget *al.*, (2007) quien encuentra que a los 42 días las aves que presentan una mejor ganancia de peso son las aves que presentan una mínima adición del emulsificante en su dieta, sin embargo, muestra que a las aves a las que se les suministró la dieta con la mayor concentración de emulsificante presentan una baja ganancia de peso.

Del mismo modo Chica y Restrepo (2012), en un estudio realizado en pollos de carne comparó dietas con y sin emulsificante, obteniendo como resultado que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, ni tampoco diferencia numérica, ya que el tratamiento control y el tratamiento con emulsificante presentaban aves con semejante ganancia de peso.

#### **4.1.3 Consumo de alimento**

Los datos sobre el efecto de los tratamientos evaluados en el presente estudio sobre el consumo de alimento se presentan en el Cuadro 7. Asimismo, la variación semanal y acumulada del consumo de alimento se reportan en los Anexos IV y V respectivamente.

Los valores del consumo de alimento promedio (Cuadro 7) indican que este parámetro no fue significativamente afectado por ninguno de los tratamientos dietarios; sin embargo, el consumo numéricamente más bajo fue registrado en el grupo que recibió la menor adición del emulsificante (T2). Estos resultados concuerdan con los de Rocha *et al.*, (2007) y Blanch *et al.*, (1995) quienes en un estudio realizado sobre el efecto de las lecitinas en pollos de carne no encuentran diferencias significativas en el consumo de alimento.

#### **4.1.4 Conversión alimenticia**

Los resultados sobre las conversiones alimenticias se presentan en el Cuadro 7, se puede observar que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos indicando que la inclusión del emulsificante en las dietas no afecta la conversión alimenticia; sin embargo entre los tratamientos, quien presentó la conversión alimenticia más baja fue el T2, tanto en la conversión alimenticia semanal como acumulada, esto debido a que las aves convirtieron bien el alimento suministrado.

De la misma manera, Huanget *al.*, (2007), no encuentra diferencias estadísticas significativas en la conversión alimenticia, sin embargo, Arnouts (2006), concluye que la adición de 0.05% de emulsificante disminuía la conversión alimenticia en un 2.8%., de igual modo, Scheneider (2012), encuentra que el uso de emulsificantes en pollos de carne, da una baja conversión alimenticia comparada con el tratamiento control.

#### **4.1.5 Mortalidad**

No hubo diferencias estadísticas en la mortalidad total entre los 4 tratamientos. Esto significaría que la inclusión del emulsificante en las dietas de los pollos de carne, no tuvo ninguna influencia sobre la mortalidad. La causa más frecuente de mortalidad entre las 4 primeras semanas para los tratamientos era por eliminación de pollos con bajo crecimiento, problemas de patas, mala cicatrización de ombligo y buche penduloso. A partir de la quinta semana del experimento, en todo el galpón se presentó un marcado incremento de la mortalidad, probablemente por la reacción a la vacuna de Newcastle, así como la muerte súbita.

#### **4.1.6 Índice de Eficiencia Productiva**

El índice de eficiencia productiva (IEP) es un parámetro que mide el desempeño del lote en general ya que toma en cuenta parámetros antes evaluados (peso vivo, conversión alimenticia, mortalidad). En el presente estudio el T3 fue el que obtuvo un menor índice de eficiencia productiva (304) debido a que presentó un menor peso vivo y una conversión alimenticia alta, mientras que los demás tratamientos

presentaron índices similares, sin embargo, no se halló diferencia estadística significativa.

#### **4.1.7 Mérito económico**

En el Cuadro 8, se observa la retribución económica de cada tratamiento. Los costos de alimentación fueron obtenidos, considerando los precios de los ingredientes del mes de Enero del 2013 y se muestran en el Anexo XI.

La dieta en la cual se incluyó la mayor cantidad del emulsificante comercial (T4) presentó mejor mérito económico comparado con todos los tratamientos. Por otro lado, el tratamiento con menor adición del emulsificante (T2), presentó mejor mérito económico que el control (T1) y que el tratamiento con adición intermedia del emulsificante (T3).

La baja retribución económica del tratamiento T1 comparado con el T2 y T4 respectivamente se debería a que la adición del emulsificante hace que la cantidad de aceite en la dieta disminuya y por lo tanto, el costo también. De la misma manera, la baja retribución económica del T3 se debió principalmente al bajo peso vivo que presentaron los pollos al final de la campaña, ya que los pollos no respondieron de manera adecuada al consumo de alimento.

**Cuadro 8: Retribución económica del alimento**

| <b>TRATAMIENTO<sup>1</sup></b>                 |              |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
|  | <b>T1</b>    | <b>T2</b>    | <b>T3</b>    | <b>T4</b>    |
| <b>Ingresos</b>                                |              |              |              |              |
| Peso final a 42 días (Kg)                      | 2.691        | 2.689        | 2.556        | 2.676        |
| Precio por Kg pollo (S/.)*                     | 4.800        | 4.800        | 4.800        | 4.800        |
| Ingreso bruto por pollo (S/.)                  | 12.917       | 12.907       | 12.269       | 12.845       |
| <b>Egresos</b>                                 |              |              |              |              |
| <b>A. Etapa de inicio</b>                      |              |              |              |              |
| Cantidad de alimento, Kg/pollo                 | 1.370        | 1.368        | 1.239        | 1.359        |
| Precio de alimento, S/. Kg                     | 1.331        | 1.313        | 1.299        | 1.286        |
| Costo de alimentación, S/.pollo                | 1.823        | 1.796        | 1.609        | 1.748        |
| <b>B. Etapa de crecimiento</b>                 |              |              |              |              |
| Cantidad de alimento, Kg/pollo                 | 2.211        | 2.254        | 2.306        | 2.231        |
| Precio de alimento, S/. Kg                     | 1.600        | 1.566        | 1.553        | 1.543        |
| Costo de alimentación, S/.pollo                | 3.538        | 3.530        | 3.581        | 3.442        |
| <b>C. Etapa de acabado</b>                     |              |              |              |              |
| Cantidad de alimento, Kg/pollo                 | 1.319        | 1.308        | 1.340        | 1.298        |
| Precio de alimento, S/. Kg                     | 1.483        | 1.440        | 1.428        | 1.419        |
| Costo de alimentación, S/.pollo                | 1.956        | 1.884        | 1.914        | 1.842        |
| <b>Costo total de alimento por pollo (S/.)</b> | <b>7.317</b> | <b>7.209</b> | <b>7.104</b> | <b>7.032</b> |
| <b>Retribución económica del alimento</b>      |              |              |              |              |
| Por pollo S/.                                  | 5.600        | 5.698        | 5.165        | 5.813        |
| Por Kg de peso vivo S/.                        | 2.081        | 2.119        | 2.021        | 2.172        |
| Porcentaje relativo                            | 100          | 101.827      | 97.117       | 104.373      |
| <b>Índice de eficiencia productiva (IEP)</b>   | <b>328</b>   | <b>328</b>   | <b>304</b>   | <b>324</b>   |

\*Precio sin IGV correspondientes a la primera semana de Marzo del 2013

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

## **4.2 Estudio 2: Determinación de la digestibilidad del extracto etéreo**

Los resultados del comportamiento productivo de los pollos de carne alimentados con dietas que contienen el emulsificante en diferentes concentraciones durante un periodo de 21 días se presentan en el Cuadro 9.

### **4.2.1 Peso vivo**

No hubo diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, sin embargo, en esta prueba, el T2 fue el que obtuvo el menor peso a los 21 días comparado con los demás tratamientos, mientras que el tratamiento T3 fue el que obtuvo un peso muy cercano al control, posiblemente debido a que el T2 tuvo un bajo consumo de alimento. Estos resultados coinciden con los de Ho Cho (2012), quien evaluó en pollos de carne dietas con inclusión de emulsificante reportando al día 21 un incremento del peso con respecto al control negativo (sin aceite de soya), pero un poco más bajo que el control positivo (con aceite de soya).

### **4.2.2 Ganancia de peso**

Los resultados de ganancia de peso de las aves que recibieron las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 9. Se observó que la mayor ganancia de peso la presentó el tratamiento control, pero no fue estadísticamente significativo y esto posiblemente se deba a que los pollos consumieron más alimento. Estos resultados difieren de los de Huang *et al.*, (2007) quien a los 21 días reporta que las aves que fueron alimentadas con la dieta con adición de emulsificante presentan una mejor ganancia de peso comparada con el control. Del mismo modo, Roy *et al.*, (2010), encuentran que las aves que recibieron la inclusión del emulsificante en su dieta, presentaron una mejor ganancia de peso, siendo esta estadísticamente significativa.

**Cuadro 9: Comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (21 días)**

| Mediciones   | Tratamiento*         |                      |                      |                      |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|  | 1                    | 2                    | 3                    | 4                    |
| Peso inicial, g  | 49.2 <sup>1a</sup>   | 49.0 <sup>a</sup>    | 47.7 <sup>a</sup>    | 49.2 <sup>a</sup>    |
| Peso final, g  | 941.00 <sup>a</sup>  | 888.00 <sup>a</sup>  | 907.25 <sup>a</sup>  | 891.25 <sup>a</sup>  |
| Ganancia de peso, g  | 891.75 <sup>a</sup>  | 840.50 <sup>a</sup>  | 858.50 <sup>a</sup>  | 841.75 <sup>a</sup>  |
| Consumo de alimento, g                                       | 1081.75 <sup>a</sup> | 1055.25 <sup>a</sup> | 1060.75 <sup>a</sup> | 1042.75 <sup>a</sup> |
| Conversión alimenticia (Consumo / Ganancia de Peso), g/g     | 1.213 <sup>a</sup>   | 1.255 <sup>a</sup>   | 1.235 <sup>a</sup>   | 1.239 <sup>a</sup>   |
| Conversión alimenticia acumulada (Consumo / Peso Final), g/g | 1.149 <sup>a</sup>   | 1.188 <sup>a</sup>   | 1.169 <sup>a</sup>   | 1.169 <sup>a</sup>   |
| Coefficiente de digestibilidad del Extracto Etéreo, %        | 86.815 <sup>a</sup>  | 82.557 <sup>a</sup>  | 89.184 <sup>a</sup>  | 80.590 <sup>a</sup>  |

<sup>1</sup>Valores son promedios de 150 aves por tratamiento

<sup>abc</sup>Valores dentro de una fila con superíndice no común difieren significativamente (P>0.05).

<sup>1</sup> *Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

### **4.2.3 Consumo de alimento**

Los datos sobre el efecto de los tratamientos evaluados en el presente estudio sobre el consumo de alimento se presentan en el Cuadro 9. Asimismo, la variación semanal y acumulada del consumo de alimento se reportan en los Anexos XIV y XV respectivamente.

Se observa que este parámetro no fue significativamente afectado, pero el tratamiento que presentó el consumo de alimento numéricamente más bajo fue también el que recibió la menor adición de emulsificante, coincidiendo estos resultados con los de Scheneideret *al.*, (2012), quienes en su estudio realizado hasta los 22 días no encuentran diferencias estadísticas significativas en el consumo de alimento. Por otro lado, Roy *et al.*, (2010) afirman que el consumo de alimento es similar entre las aves que recibieron la adición del emulsificante y las aves del tratamiento control.

### **4.2.4 Conversión alimenticia**

Los resultados sobre las conversiones alimenticias se muestran en el Cuadro 9, se puede observar que tampoco hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. Por otro lado, el valor de la conversión alimenticia, tanto acumulada como semanal, numéricamente más alto correspondió al T2. Estos resultados se contradicen a los encontrados por Roy *et al.*, (2010), quienes en su estudio encuentran que la conversión alimenticia mejora en un 5% gracias a la adición del emulsificante.

Del mismo modo, Rocha *et al.*, (2007), encuentran que el uso de las lecitinas de soya no afecta significativamente el comportamiento productivo de los pollos de engorde, encontrando valores similares para la conversión alimenticia, pero a los 21 días Scheneideret *al.*, (2012) encuentran que la conversión alimenticia en aves que recibieron la adición del emulsificante es baja comparada con las aves que recibieron la dieta sin la adición del emulsificante.

#### **4.2.5 Mortalidad**

No se presentó mortalidad en ninguno de los tratamientos durante el periodo de evaluación. Todos los tratamientos poseían las mismas condiciones ambientales y físicas.

#### **4.2.6 Coeficiente de digestibilidad del extracto etéreo**

En el Cuadro 9 se observan los resultados para el Coeficiente de Digestibilidad del Extracto Etéreo, se puede observar que no hubo diferencia estadística significativa; sin embargo, el tratamiento que presentó un coeficiente de digestibilidad, numéricamente más alto, fue el T3, esto posiblemente se deba a que la dosis del emulsificante incluido en la dieta fue adecuada, ya que el T2 tenía una menor dosis de emulsificante y a lo mejor el emulsificante no podría actuar eficientemente sobre las grasas; por otro lado, una adición del emulsificante en gran cantidad hizo que éste tampoco actúe de manera eficiente, ya que se disminuyó la cantidad de aceite en la dieta.

Las tendencias de las respuestas obtenidas en el presente estudio coinciden con los observados en la literatura. Por ejemplo, Roy *et al.*, (2010), muestra en su estudio que el uso de emulsificantes incrementó el metabolismo de las grasas en aproximadamente 14 y 17% comparado con el grupo control, del mismo modo, Huang *et al.*, (2007) encuentra en su estudio que la utilización del Extracto Etéreo fue mejor en pollos alimentados con dietas que contenían aceite de soya y lecitina de soya en una proporción 25/75 durante los 19 – 21 días. Varios investigadores coinciden que el posible beneficio de la lecitina en la digestibilidad, en lugar de ser debido a su específico efecto emulsificante, podría ser el resultado de un incremento indirecto de la insaturación de ácidos grasos (Soares y Lopez – Bote, 2002).

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales en que se llevaron a cabo el presente estudio, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. A los 42 días de edad, los parámetros productivos no fueron significativamente influenciados por los tratamientos dietarios; sin embargo, la respuesta más baja se observó en el grupo de aves alimentado con la dieta que contenía 0.075% de emulsificante.
2. A los 42 días de edad, la mayor retribución económica correspondió al tratamiento con 0.1% de emulsificante.
3. A los 21 días (Estudio 2), los parámetros productivos ni la digestibilidad del extracto etéreo fueron significativamente influenciados por los tratamientos dietarios; sin embargo, el valor numérico más alto de digestibilidad se observó con la dieta que contenía 0.075% de emulsificante.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Al concluir el presente trabajo se recomienda:

1. Realizar pruebas biológicas para determinar el contenido o contribución calórica (Kcal EM/Kg) actual del emulsificante (Lipidol).
2. Realizar ensayos de digestibilidad de diferentes grasas / aceites en aves usando el emulsificante (Lipidol).

## VII. BIBLIOGRAFÍA

AKSNES, A; J. OPSTVEDT. 1998. "Content of digestible energy in fish feed ingredients determined by the ingredient-substitution method." *Aquaculture* 161: 45-53.

AL – MAZLOORQI, W. AND S. LESSON. 1999. "Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pancreas on fat utilization by young broiler chicks". *Poultry Science*, vol. 78, no. 11, pp. 1561 – 1566.

ARNOUTS, S. AND M.LIPPENS. 2006. "The effect of globin, a water – soluble emulsifier, on broiler performance". *European Poultry Conference*. pp.199.

BLANCH, A.; BARROETA, A.C.; BAUCCELLS, M.D.; PUNCHAL, F. 1995. "The nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition. Apparent fat availability and metabolizable energy in two-week-old chicks". *Poultry Science*, v.74, n.8, p.1335-1340.

BEGLEY, M.; C. HILL AND C.G.M GAHAN. 2006. "Bile salt hydrolase activity in probiotics". *Appl. Environ. Microbiol*, vol. 72, pp. 1729 – 1738.

CHERRY, T. A. AND P.B SIEGEL. 1978. "Selection for body weights at eight weeks of age. 15 Feed passage and intestinal size of normal and dwarf chicks". *Poultry Science*, vol. 57, pp. 336 – 340.

CHURCH, D. C.; W.G POND Y K.R POND. 2003. "Nutrición y Alimentación de Animales". Editorial Limusa S.A. México.

CHICA, J. D Y G. M. RESTREPO. 2012. "Evaluación de la inclusión en Pollo de Engorde de un emulsificante sobre parámetros productivos, calidad de canal y rentabilidad". Premex S.A.

[http://www.engormix.com/MA-avicultura/articulos/emulsificantes/141-topic\\_982-p0.htm](http://www.engormix.com/MA-avicultura/articulos/emulsificantes/141-topic_982-p0.htm)

DA SILVA G. J y A. OLIVA-TELES. 1998. "Apparent digestibility coefficients of feedstuffs in seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles". *Aquat. Living Resource*, 3: 187-191.

DE BLAS, C. Y G. MATEOS. 1991. "Nutrición y Alimentación de Gallinas Ponedoras". Editorial Aedos. Barcelona, España.

DEGANI, G; S. VIOLA, Y. YEHUDA. 1997. "Apparent digestibility coefficient of protein sources for carp, *Cyprinus carpio* L". *Aquaculture Research* 28, 23-28.

DELORME, V.; R. DHOUB, S. CANAAN, F. FOTIADU, J. LECLAIRE, F. CARRIERE AND J. F CAVALIER. 2011. "Effects of surfactants on lipase structure, activity and inhibition". *Pharmaceutical Research*.

DESNUELLE P. 1961. "Pancreatic lipase". *Advanc. Enzymol.* vol. 23, pp. 129 – 161.

DE SILVA, S.S; T. A ANDERSON. 1995. "Fish Nutrition in Aquaculture." London. 319 pp.

DUNCAN, D.B. 1955. Multiple fand multiple range Test. *Biometrics* 11: 1-41.

EL RAUOF, M.M.A. 2007. "Use of emulsifiers in high fat level diets of broilers". Thesis, Faculty of Agriculture Al – Azhar University. Egypt.

FORBES, E.; B., R. W. SWIFT, R. F. ELLIOT AND W. H. JAMES. 1946. "Relation of fat economy of food by the growing albino rat". *The Journal of Nutrition.* vol. 31, pp. 203 – 212.

FULLER, H. L. AND M. RENDON. 1977. "Energetic efficiency of different dietary fats for growth of young chicks". *Poultry Science*, vol. 56, no. 2, pp. 549 – 577.

GARGURI, Y.; R. JULIEN, A.G. BOIS, R. VERGER, L. SARDA. 1983. "Studies on the detergent inhibition of pancreatic lipase activity". *The Journal of Lipid Research*, vol. 24, pp. 1336.

GONÇALVES, G. E; D. J CARNEIRO. 2003. "Coeficientes de Digestibilidade Aparente da Proteína e Energia de Alguns Ingredientes Utilizados em Dietas para o Pintado (Pseudoplatystomacorusans)". *R. Bras. Zootec.* 32, 779-786.

GRUNDY, S. M. "Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for lowering plasma cholesterol". *N. Engl. J. Med.*, vol. 314, pp. 745 – 748.

GU, X. AND D. LI. 2003. "Fat nutrition and metabolism in piglets: a review". *Animal Feed Science and Technology*. vol. 109, pp. 151 – 170.

GUERREIRO, A. C; A. C PEZZATO, J.R. SARTORI, C. MORI, V. C. CRUZ, V. B. FASCINA, D. F. PINHEIRO, L.A. MADEIRA, J. C. GONZALVEZ. 2011. "Emulsifier in broiler diets containing different fat sources". *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 13, no. 2, pp. 119 – 125.

HAKANSSON J. 1974. "Factors affecting the digestibility of fats and fatty acids in chicks and hens". *Swedish Journal of Agricultural Research*, vol. 4, pp. 33 – 37.

HENRY, K. M.; A. J. MC DONALD AND H. E. MAGEE. 1933. "Observations on the functions of the alimentary canal in fowls". *J. Exp. Biol.* vol. 10, pp. 153 – 171.

HILLERMAN, J. P; F. H. KRATZER AND W. O. WILSON. 1953. "Food passage through chickens and turkeys and some regulations factors". *Poultry Science*, vol. 32, pp. 332 – 335.

HUANG J, D. YANG, T. WANG. 2007. "Effects of Replacing Soy-oil with Soy-lecithin on Growth Performance, Nutrient Utilization and Serum Parameters of Broilers Fed Corn-based Diets". *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 20, No. 12 : 1880 – 1886.

JENSEN, L.S; G. W. SCHUMAIER AND J.D. LATSHAW. 1970. "Extra caloric effect of dietary fat for developing turkeys and influenced by calorie: protein ratio". *Poultry Science*, vol. 49, no. 6, pp. 1697 – 1704.

KASS, M. L.; P. J. VAN SOEST; W. G. POND; B. LEWIS AND R. E. MCDOWELL. 1980. "Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of gastrointestinal tract". *J. Anim. Sci.*, vol. 50, pp. 175 – 191.

KATONGOLE, J. B. D. AND B.E MARCH. 1980. "Fat utilization in relation to intestinal fatty acid binding protein and bile salts in chicks of different ages and different genetic sources". *Poultry Science*, vol. 59, no. 4, pp. 819 – 827.

KETELS, E.AND G. D. GROOTE. 1989. "Effect of ratio of unsaturated to saturated fatty acids of the dietary lipid fraction on utilization and metabolizable energy of added fats in young chicks". *Poultry Science*, vol. 68, no. 11, pp. 1506 – 1512.

KEYS, J. E. AND J. V. DEBARTHE. 1974. "Site and carbohydrate, dry matter, energy and protein digestion and the rate of passage of grain diets in swine". *J. Anim. Sci.*, vol. 21, pp. 49 – 52.

KROGDAHL, A. 1985. "Digestion and absorption of lipids in poultry". *The Journal of Nutrition*, vol. 115 no. 5, pp. 675-685.

KROGDAHL, A. AND J.L. SELL. 1989. "Influence of age on lipase, amylase and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys". *Poultry Science*, vol. 68, no. 11, pp. 1561 – 1568.

LANGHOUT D, J; J. B. SCHUTTE; L. P. VAN; J. WIEBENGA AND S. TAMMINGA. 1999. "Effect of dietary high and low methylated citrus pectin on the activity of the ilealmicroflora and morphology of the small intestinal wall of broiler chick", *British Poultry Science*, vol. 40, pp. 340 – 347.

LESSON, S. 1993. "Recent Advances In Fat Utilization By Poultry". Livestock Library.

LESSON, S; J. D. SUMMERS Y G.J. DÍAZ. 2000. "Nutrición Aviar Comercial". Santa Fe de Bogota. Colombia.

LESSON, S. AND J. D. SUMMERS. 2008. "Commercial Poultry Nutrition". 4th ed., Nottingham University Press, Nottingham. UK.

MANER, J. H; W. G. POND; J. K. LOOSLI AND R. S. LOWREY. 1962. "Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in baby pigs". *J. Anim. Sci.*, vol. 21, pp. 49 – 52.

MANRÍQUEZ, H. J. A. 1994. "La digestibilidad como criterio de evaluación de alimentos su aplicación en peces y en la conservación del medio ambiente. En Control de calidad de insumos y dietas acuáticas". FAO. México. Pág 67-72.

MARAIS, J. P. 2000. "Farm Animal Metabolism and Nutrition". Ed JPF D'Mello.

MATEOS, G. G. AND J. L. SELL. 1981. "Influence of fat and carbohydrate source on rate of food passage of semipurified diets for laying hens". *Poultry Science*, vol. 60, no.9, pp. 2114 – 2119.

MATEOS G. G; J. L. SELL AND J.A EASTWOOD. 1982. "Rate of food passage (transit time): as influence by level of supplemental fat". *Poultry Science*, vol. 61, no. 1, pp. 94 – 100.

MAYNARD, L. A; J.K. LOOSLI; H.F. HINTZ & R.G. WARNER, 1981."Nutrición Animal". Séptima Edición. McGraw-Hill. New Cork, USA.

MC DONALD, P; R.A EDWARDS; J. F GREENHALG Y L.A MORGAN.1995. "Nutrición animal". Quinta edición. Editorial Acriba S.A. Zaragoza, España.

MELEGY, T; N. F. KHALED; R. EL – BANA AND H. ABDELLATIF. 2010. “Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler”. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 5, no. 21, pp. 2886 – 2892.

MENDOZA, R. 1993. “Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos destinados a los organismos acuáticos”. *Memorias del Primer Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentación para Acuicultura*. p. 155-202.

MONTGOMERY, R; T. CONWAY. 1998. “Bioquímica: Casos y Texto”. 6 ed. Madrid. HarcourtBrace.

MURRAY, R. K; P. A. MAYES; D.K GRANNER; V.W RODWELL HARPER.2004. “Bioquímica Ilustrada”. 16 ed. México D.F. Manual Moderno.

NITSAN, Z; A. DYORIN; Z. ZOREF AND S. MOKADY. 1997. “Effect of added soybean oil and dietary energy on metabolizable and net energy of broiler diets”. *British Poultry Science*, vol. 38, pp. 101 – 106.

NOY, Y. AND D. SKALN. 1995. “Digestion and absorption in the young chick”. *PoultryScience*, vol. 74, no. 2, pp. 366 – 373.

OSORIO, J. H. Y J. D. FLOREZ. 2011. “Diferencias bioquímicas y fisiológicas en el metabolismo de lipoproteínas de aves comerciales”. *Revista Biosalud Universidad de Caldas*, vol. 10, no.1.

PALMQUIST, D. L. 2002. “An appraisal of fats and fatty acid in poultry feedstuff: supply, composition and nutritive value”. Chapter 5, pp. 87 – 97.

PÉREZ, J; L. GUTIERREZ Y P. GUACARÁN. 1974. “Niveles de grasa cruda en dietas para pollos de engorde”. *Revista Agronomía Tropical*, vol. 34, no. 3, pp. 193 – 300.

PEZZATO, L. E., E. CARVALHO DE MIRANDA, M. M. BARROS, P. L. G. QUINTERO, M. W. FURUYA, A. C. PEZZATO. 2002. "Digestibilidade Aparente de Ingredientes pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)". *Revista Brasileira de Zootecnia* 31, 1595-1604

PLACE, A.R. 1996. "Birds and lipids: living off the fat of the earth". *PoultAvian Biol. Rev.* no. 7, pg. 127 - 41.

QUEVEDO, W. R. 2000. "Determinación de la energía metabolizable aparente de la esterina de algodón y del aceite semirefinado de girasol en pollos de carne". Tesis. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

RAO, P. V. AND D. R. CLANDININ. 1970. "Effect of method of determination on the metabolizable energy of rapeseed meal". *Poultry Science*, vol. 49, pp. 1069 – 1079.

RENNER, R. AND F. W. HILL. 1960. "The utilization of corn oil, lard and tallow by chickens of various ages". *Poultry Science*, vol. 39, no. 4, pp. 849 – 854.

RICE, R. W; J. MATZ AND P. MENKE. 1967. "Passage of food in the alimentary tract of sheep", *J. Anim. Sci.*, vol. 26, 938 (abstract).

ROCHA, C.; WENG, D.Y; SUREK, D. HUBBER; M. OPALINSKI, M. FISCHER DA SILVA, A.V. 2007. "Efeito da suplementação de lecitina de soja sobre o desempenho de frangos de corte na fase pré-inicial". *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. Vol.9. pp. 69.

RODEHUTSCORD, M;Z. GREGUS, E. PFEFFER. 2000. "Effect of phosphorus intake on faecal and non-faecal phosphorus excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and the consequences for comparative phosphorus availability studies". *Aquaculture* 188, 383-398.

ROY, A; S. HALDAR, S. MOLDAL AND T. K. GHOSH. 2010. "Effects of Supplemental Exogenous Emulsifier on Performance, Nutrient Metabolism, and Serum Lipid Profile in Broiler Chickens". *Veterinary Medicine International*. Volume 2010, Article ID 262604.

SCHENEIDER, G; S. DEBETTIO, I. BUENO, C. E. CARNEIRO DE OLIVEIRA, A. V. FISCHER DA SILVA, S. APRECIDO. 2012. "Effect of different lipid sources and use of emulsifiers in starter broilers diets". World Poultry Congress. Salvador – Bahía – Brasil.

SEERLEY, R. W; E. R. MILLER AND J. A. HOEFER, 1962. "Rate of food passage studies with pigs equally and ad libitum fed meal and pellets". *J. Anim. Sci.*, vol. 21, pp. 834 – 843.

SHARIFI, S. D; A. DIBAMEHR; H. LOTFOLLAHIAN AND B. BAURHOO. 2012. "Effects of flavomycin and probiotic supplementation to diets containing different sources of fat on growth performance, intestinal morphology, apparent metabolizable energy, and fat digestibility in broiler chickens". *Poultry Science*, vol. 91, no. 4, pp. 918 – 92.

SHIPTON, T. A., P. J. BRITZ. 2001. "An assessment of the use of chromic oxide as a marker in protein digestibility studies with Halotiidae". *L. Aquaculture* 203, 69-83.

SKLAN, D; S. HURWITZ, P. BUDOWSKI AND I. ASCARELI. 1975. "Fat digestion and absorption in chicks fed raw or heated soybean meal". *The Journal of Nutrition*, vol. 105, no. 1, pp. 57 – 63.

SIBBALD, I. R. AND J. K. G. KRAMER. 1980. "The effects of fractions of yellow corn and true metabolizable energy value of beef tallow". *Poultry Science*, vol. 59, no. 7, pp. 1505 – 1509.

SOARES, M; C. J. LOPEZ - BOTE. 2002. "Effect of dietary lecithin and fat unsaturation on nutrient utilization in weaned piglets". *Animal Feed science and Technology*, vol 95, issue 3-4, pages 169-177

TOBAL C. F. 1999. "Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad." Biblioteca Universidad Nacional de la Pampa.

TOUCHBURN, S. P AND E. C. NABER. 1966. "The energy value of fats for growing turkeys". *13<sup>th</sup> world's Poultry Congr.* pg. 190 – 195.

WATANABE, T. 1988. "Fish Nutrition and Mariculture". Department of Aquatic Biosciences. Tokyo University of Fisheries. 233 pp.

WILSON, E. K; F. W. PIERSON; P. Y. HESTER; R. L. ADAMS AND W. J. STADELMAN. 1980. "The effects of high environmental temperature on feed passage time and performance traits of White Pekin ducks". *Poultry Science*, vol. 59, pp. 2322 – 2330.

WISEMAN, J. AND F. SALVADOR. 1989. "The effect of age and rate of inclusion on the apparent metabolizable energy values and apparent fat availability". *British Poultry Science*, vol. 30, pp. 653 – 662.

WISEMAN, J. AND F. SALVADOR. 1991. "The influence of free fatty acid content and degree of saturation on the apparent metabolizable energy value of fats fed to broilers". *Poultry Science*, vol. 70, no. 3, pp. 573 – 582.

# **ANEXOS**

## ANEXO I: Ficha técnica del emulsificante LIPIDOL

### 1. Descripción del producto

El LIPIDOL es un emulsificante exógeno producido a partir de la lecitina de soya utilizando la enzima fosfolipasa. Este producto favorece la digestión y absorción de grasas.

Efecto: Mejora la absorción de varios nutrientes debido a una mayor disposición de Energía para la síntesis y crecimiento de los eritrocitos

### 2. Composición

Lecitina de soya y Lisolectinas ..... 50%

Silicato de Calcio ..... 50%

### 3. Especificaciones

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| Aspecto  | Polvo                              |
| Color    | Blanco                             |
| Duración | 12 meses después de la fabricación |

### 4. Utilización

Se incorpora en alimentos balanceados de aves, cerdos, peces y camarones.

### 5. Dosis

Adicionar 0.500 Kg/TM a 1.0 Kg/TM al alimento.

## 6. Usos

- “On Top”: Amplía el aprovechamiento de la energía y nutrientes fundamentales de la dieta en momentos cruciales, donde el consumo y/o la inclusión de aceite son fisiológicamente limitados, sin sustitución de ingredientes.
  
- Contenido de Energía Metabolizable de Lipidol:
  - A una inclusión de 0.500 Kg/TM = 90, 000 Kcal EM/Kg.
  - A una inclusión mayor a 0.500 Kg/TM = 36,000 Kcal EM/Kg.

ANEXO II: Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |              |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3era         | 4ta          | 5ta          | 6ta          |
| T - 1       | 1               | 0.210        | 0.498        | 0.985        | 1.535        | 2.161        | 2.667        |
|             | 2               | 0.212        | 0.535        | 1.043        | 1.577        | 2.241        | 2.743        |
|             | 3               | 0.216        | 0.516        | 1.028        | 1.535        | 2.198        | 2.662        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.212</b> | <b>0.516</b> | <b>1.019</b> | <b>1.549</b> | <b>2.200</b> | <b>2.691</b> |
| T - 2       | 1               | 0.213        | 0.538        | 0.999        | 1.534        | 2.178        | 2.597        |
|             | 2               | 0.207        | 0.533        | 1.019        | 1.541        | 2.271        | 2.792        |
|             | 3               | 0.213        | 0.526        | 0.985        | 1.587        | 2.222        | 2.677        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.211</b> | <b>0.532</b> | <b>1.001</b> | <b>1.554</b> | <b>2.224</b> | <b>2.689</b> |
| T - 3       | 1               | 0.177        | 0.439        | 0.858        | 1.395        | 2.083        | 2.585        |
|             | 2               | 0.170        | 0.426        | 0.854        | 1.406        | 2.062        | 2.444        |
|             | 3               | 0.173        | 0.451        | 0.877        | 1.429        | 2.117        | 2.639        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.173</b> | <b>0.439</b> | <b>0.863</b> | <b>1.410</b> | <b>2.088</b> | <b>2.556</b> |
| T - 4       | 1               | 0.207        | 0.528        | 1.025        | 1.503        | 2.204        | 2.732        |
|             | 2               | 0.210        | 0.518        | 1.017        | 1.549        | 2.187        | 2.640        |
|             | 3               | 0.213        | 0.506        | 1.009        | 1.559        | 2.193        | 2.655        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.210</b> | <b>0.517</b> | <b>1.017</b> | <b>1.537</b> | <b>2.195</b> | <b>2.676</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO III: Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones

| Tratamiento | Repetición      | Peso inicial | Semana       |              |              |              |              |              | Ganancia de peso final |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
|             |                 |              | 1ra          | 2da          | 3ra          | 4ta          | 5ta          | 6ta          |                        |
| T - 1       | 1               | 0.046        | 0.164        | 0.288        | 0.486        | 0.550        | 0.626        | 0.506        | 2.620                  |
|             | 2               | 0.046        | 0.166        | 0.323        | 0.509        | 0.534        | 0.664        | 0.502        | 2.698                  |
|             | 3               | 0.047        | 0.169        | 0.301        | 0.512        | 0.507        | 0.663        | 0.464        | 2.616                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.046</b> | <b>0.166</b> | <b>0.304</b> | <b>0.502</b> | <b>0.530</b> | <b>0.651</b> | <b>0.491</b> | <b>2.645</b>           |
| T - 2       | 1               | 0.046        | 0.167        | 0.325        | 0.461        | 0.535        | 0.645        | 0.419        | 2.552                  |
|             | 2               | 0.046        | 0.161        | 0.325        | 0.486        | 0.522        | 0.731        | 0.521        | 2.746                  |
|             | 3               | 0.046        | 0.168        | 0.313        | 0.459        | 0.602        | 0.634        | 0.455        | 2.631                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.046</b> | <b>0.165</b> | <b>0.321</b> | <b>0.469</b> | <b>0.553</b> | <b>0.670</b> | <b>0.465</b> | <b>2.643</b>           |
| T - 3       | 1               | 0.045        | 0.132        | 0.262        | 0.419        | 0.537        | 0.688        | 0.502        | 2.540                  |
|             | 2               | 0.045        | 0.125        | 0.256        | 0.428        | 0.552        | 0.656        | 0.382        | 2.399                  |
|             | 3               | 0.047        | 0.126        | 0.278        | 0.426        | 0.552        | 0.687        | 0.522        | 2.591                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.046</b> | <b>0.128</b> | <b>0.265</b> | <b>0.424</b> | <b>0.547</b> | <b>0.677</b> | <b>0.469</b> | <b>2.510</b>           |
| T - 4       | 1               | 0.047        | 0.160        | 0.321        | 0.497        | 0.478        | 0.701        | 0.528        | 2.685                  |
|             | 2               | 0.045        | 0.165        | 0.308        | 0.499        | 0.532        | 0.639        | 0.452        | 2.595                  |
|             | 3               | 0.046        | 0.167        | 0.293        | 0.503        | 0.550        | 0.634        | 0.462        | 2.609                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.046</b> | <b>0.164</b> | <b>0.307</b> | <b>0.500</b> | <b>0.520</b> | <b>0.658</b> | <b>0.481</b> | <b>2.630</b>           |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO IV: Registro sobre el consumo de alimento semanal (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |              |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          | 4ta          | 5ta          | 6ta          |
| T - 1       | 1               | 0.196        | 0.448        | 0.713        | 1.002        | 1.167        | 1.313        |
|             | 2               | 0.192        | 0.438        | 0.754        | 1.066        | 1.218        | 1.370        |
|             | 3               | 0.196        | 0.435        | 0.739        | 0.987        | 1.193        | 1.272        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.195</b> | <b>0.440</b> | <b>0.735</b> | <b>1.018</b> | <b>1.193</b> | <b>1.318</b> |
| T - 2       | 1               | 0.198        | 0.422        | 0.714        | 1.008        | 1.194        | 1.267        |
|             | 2               | 0.204        | 0.444        | 0.738        | 1.083        | 1.276        | 1.332        |
|             | 3               | 0.200        | 0.447        | 0.738        | 1.020        | 1.181        | 1.323        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.201</b> | <b>0.438</b> | <b>0.730</b> | <b>1.037</b> | <b>1.217</b> | <b>1.307</b> |
| T - 3       | 1               | 0.188        | 0.334        | 0.667        | 1.120        | 1.266        | 1.480        |
|             | 2               | 0.180        | 0.410        | 0.703        | 1.034        | 1.210        | 1.240        |
|             | 3               | 0.195        | 0.342        | 0.699        | 1.072        | 1.214        | 1.302        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.188</b> | <b>0.362</b> | <b>0.690</b> | <b>1.075</b> | <b>1.230</b> | <b>1.341</b> |
| T - 4       | 1               | 0.200        | 0.448        | 0.714        | 1.040        | 1.216        | 1.332        |
|             | 2               | 0.196        | 0.433        | 0.732        | 1.047        | 1.189        | 1.287        |
|             | 3               | 0.193        | 0.429        | 0.733        | 1.015        | 1.186        | 1.276        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.196</b> | <b>0.437</b> | <b>0.726</b> | <b>1.034</b> | <b>1.197</b> | <b>1.298</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO V: Registro sobre el consumo de alimento (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |              |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          | 4ta          | 5ta          | 6ta          |
| T - 1       | 1               | 0.196        | 0.644        | 1.357        | 2.359        | 3.526        | 4.840        |
|             | 2               | 0.192        | 0.630        | 1.384        | 2.450        | 3.668        | 5.037        |
|             | 3               | 0.196        | 0.631        | 1.370        | 2.357        | 3.550        | 4.822        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.195</b> | <b>0.635</b> | <b>1.370</b> | <b>2.389</b> | <b>3.581</b> | <b>4.900</b> |
| T - 2       | 1               | 0.198        | 0.620        | 1.334        | 2.342        | 3.536        | 4.803        |
|             | 2               | 0.204        | 0.648        | 1.386        | 2.469        | 3.745        | 5.078        |
|             | 3               | 0.200        | 0.647        | 1.385        | 2.405        | 3.586        | 4.908        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.201</b> | <b>0.638</b> | <b>1.368</b> | <b>2.405</b> | <b>3.622</b> | <b>4.930</b> |
| T - 3       | 1               | 0.188        | 0.522        | 1.189        | 2.309        | 3.575        | 5.055        |
|             | 2               | 0.180        | 0.590        | 1.293        | 2.327        | 3.537        | 4.777        |
|             | 3               | 0.195        | 0.537        | 1.236        | 2.308        | 3.522        | 4.824        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.188</b> | <b>0.550</b> | <b>1.239</b> | <b>2.315</b> | <b>3.545</b> | <b>4.885</b> |
| T - 4       | 1               | 0.200        | 0.648        | 1.362        | 2.402        | 3.618        | 4.950        |
|             | 2               | 0.196        | 0.629        | 1.361        | 2.408        | 3.597        | 4.884        |
|             | 3               | 0.193        | 0.622        | 1.355        | 2.370        | 3.555        | 4.831        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.196</b> | <b>0.633</b> | <b>1.359</b> | <b>2.393</b> | <b>3.590</b> | <b>4.888</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO VI: Registro de la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |              |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          | 4ta          | 5ta          | 6ta          |
| T - 1       | 1               | 1.194        | 1.553        | 1.466        | 1.821        | 1.865        | 2.593        |
|             | 2               | 1.156        | 1.356        | 1.482        | 1.997        | 1.833        | 2.730        |
|             | 3               | 1.159        | 1.447        | 1.443        | 1.947        | 1.799        | 2.739        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.170</b> | <b>1.452</b> | <b>1.467</b> | <b>1.922</b> | <b>1.832</b> | <b>2.687</b> |
| T - 2       | 1               | 1.188        | 1.299        | 1.548        | 1.886        | 1.852        | 3.027        |
|             | 2               | 1.265        | 1.365        | 1.518        | 2.077        | 1.747        | 2.556        |
|             | 3               | 1.193        | 1.428        | 1.609        | 1.694        | 1.861        | 2.906        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.215</b> | <b>1.364</b> | <b>1.558</b> | <b>1.886</b> | <b>1.820</b> | <b>2.830</b> |
| T - 3       | 1               | 1.424        | 1.275        | 1.593        | 2.085        | 1.839        | 2.948        |
|             | 2               | 1.435        | 1.600        | 1.643        | 1.872        | 1.845        | 3.248        |
|             | 3               | 1.547        | 1.231        | 1.640        | 1.942        | 1.766        | 2.493        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.469</b> | <b>1.369</b> | <b>1.625</b> | <b>1.966</b> | <b>1.817</b> | <b>2.896</b> |
| T - 4       | 1               | 1.253        | 1.396        | 1.438        | 2.175        | 1.734        | 2.521        |
|             | 2               | 1.188        | 1.407        | 1.465        | 1.970        | 1.862        | 2.844        |
|             | 3               | 1.159        | 1.462        | 1.458        | 1.845        | 1.871        | 2.760        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.200</b> | <b>1.422</b> | <b>1.454</b> | <b>1.997</b> | <b>1.822</b> | <b>2.708</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO VII: Registro de la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |              |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          | 4ta          | 5ta          | 6ta          |
| T - 1       | 1               | 0.933        | 1.293        | 1.378        | 1.537        | 1.632        | 1.815        |
|             | 2               | 0.906        | 1.178        | 1.327        | 1.554        | 1.637        | 1.836        |
|             | 3               | 0.907        | 1.223        | 1.333        | 1.536        | 1.615        | 1.811        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.915</b> | <b>1.231</b> | <b>1.346</b> | <b>1.542</b> | <b>1.628</b> | <b>1.821</b> |
| T - 2       | 1               | 0.930        | 1.152        | 1.335        | 1.527        | 1.624        | 1.849        |
|             | 2               | 0.986        | 1.216        | 1.360        | 1.602        | 1.649        | 1.819        |
|             | 3               | 0.939        | 1.230        | 1.406        | 1.515        | 1.614        | 1.833        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.952</b> | <b>1.199</b> | <b>1.367</b> | <b>1.548</b> | <b>1.629</b> | <b>1.834</b> |
| T - 3       | 1               | 1.062        | 1.189        | 1.386        | 1.655        | 1.716        | 1.956        |
|             | 2               | 1.059        | 1.385        | 1.514        | 1.655        | 1.715        | 1.955        |
|             | 3               | 1.127        | 1.191        | 1.409        | 1.615        | 1.664        | 1.828        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.083</b> | <b>1.255</b> | <b>1.436</b> | <b>1.642</b> | <b>1.698</b> | <b>1.913</b> |
| T - 4       | 1               | 0.966        | 1.227        | 1.329        | 1.598        | 1.642        | 1.812        |
|             | 2               | 0.933        | 1.214        | 1.338        | 1.555        | 1.645        | 1.850        |
|             | 3               | 0.906        | 1.229        | 1.343        | 1.520        | 1.621        | 1.820        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.935</b> | <b>1.223</b> | <b>1.337</b> | <b>1.558</b> | <b>1.636</b> | <b>1.827</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO VIII: Registro de la mortalidad semanal y total para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana   |             |          |             |          |             |          |             |          |             |          |             | Total     |             |
|-------------|-----------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-----------|-------------|
|             |                 | 1ra      |             | 2da      |             | 3ra      |             | 4ta      |             | 5ta      |             | 6ta      |             |           |             |
|             |                 | Unidad   | %           | Unidad    | %           |
| T - 1       | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 2        | 4.08        | 3         | 6.08        |
|             | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 1        | 2.04        | 0        | 0.00        | 3        | 6.25        | 5         | 10.29       |
|             | 3               | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1         | 2.00        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1</b> | <b>0.67</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>1</b> | <b>0.67</b> | <b>2</b> | <b>1.35</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>5</b> | <b>3.44</b> | <b>9</b>  | <b>6.00</b> |
| T - 2       | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1         | 2.00        |
|             | 2               | 3        | 6.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.12        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 4         | 8.12        |
|             | 3               | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 2        | 4.08        | 3         | 6.08        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>3</b> | <b>2.00</b> | <b>1</b> | <b>0.67</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>2</b> | <b>1.36</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>2</b> | <b>1.36</b> | <b>8</b>  | <b>5.33</b> |
| T - 3       | 1               | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 3        | 6.12        | 2        | 4.35        | 2        | 4.55        | 8         | 17.02       |
|             | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.04        | 3         | 4.04        |
|             | 3               | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.04        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 2         | 4.04        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1</b> | <b>0.67</b> | <b>1</b> | <b>0.67</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>4</b> | <b>3.39</b> | <b>2</b> | <b>1.45</b> | <b>3</b> | <b>2.19</b> | <b>13</b> | <b>8.67</b> |
| T - 4       | 1               | 2        | 4.00        | 1        | 2.08        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.13        | 2        | 4.35        | 6         | 12.56       |
|             | 2               | 0        | 0.00        | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 1        | 2.04        | 0        | 0.00        | 1        | 2.08        | 3         | 6.12        |
|             | 3               | 1        | 2.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1         | 2.00        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>3</b> | <b>2.00</b> | <b>2</b> | <b>1.36</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>1</b> | <b>0.68</b> | <b>1</b> | <b>0.71</b> | <b>3</b> | <b>2.14</b> | <b>10</b> | <b>6.67</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO IX: Registro de la mortalidad diaria para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Edad (días)  | T1       |          |          | T2       |          |          | T3       |          |          | T4       |          |          | Total    |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              | R1       | R2       | R3       |          |
| 1            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 2            | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1*       | 0        | 0        | 2        |
| 3            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 1        |
| 4            | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 5            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 1        |
| 6            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 7            | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>8</b> |

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 8            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 1*       | 0        | 0        | 1*       | 1*       | 0        | 4        |
| 9            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 10           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 11           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 12           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 13           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 14           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>4</b> |

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 15           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 16           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 17           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 18           | 0        | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 19           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 20           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 21           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

“... Continuación”.

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 22           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 3*       | 1*       | 1*       | 0        | 0        | 0        | 5         |
| 23           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| 24           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| 25           | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1         |
| 26           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 0        | 1         |
| 27           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| 28           | 1        | 1        | 0        | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 3         |
| <b>Total</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>10</b> |

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 29           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 30           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 31           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 32           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 33           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 1*       | 0        | 1*       | 0        | 0        | 3        |
| 34           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 35           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>4</b> |

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| 36           | 0        | 2*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 0        | 0        | 3         |
| 37           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| 38           | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1*       | 0        | 0        | 2         |
| 39           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| 40           | 0        | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 1*       | 0        | 0        | 1*       | 0        | 4         |
| 41           | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 1*       | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 4         |
| 42           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0         |
| <b>Total</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>13</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO X: Registro del índice de eficiencia productiva para cada tratamiento.

|           | <b>Mortalidad (%)</b> | <b>Peso Vivo (Kg)</b> | <b>Conversión alimenticia</b> | <b>Edad (días)</b> | <b>IEP</b> |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|------------|
| <b>T1</b> | 6.12                  | 2.691                 | 1.82                          | 42                 | 327.57     |
| <b>T2</b> | 5.40                  | 2.689                 | 1.83                          | 42                 | 327.63     |
| <b>T3</b> | 8.37                  | 2.556                 | 1.91                          | 42                 | 304.25     |
| <b>T4</b> | 6.89                  | 2.676                 | 1.83                          | 42                 | 323.65     |

*Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

ANEXO XI: Precio de los ingredientes incluidos en las dietas experimentales.

| Ingredientes            | Precio <sup>1</sup> por kilogramo (dólares)* | Precio por kilogramos (soles) |
|-------------------------|--|-------------------------------|
| Maíz Amarillo           | 0.325  | 0.839                         |
| Torta de soya boliviana | 0.505  | 1.303                         |
| Aceite vegetal          | 2.300  | 5.934                         |
| LIPIDOL                 | 6.000  | 15.480                        |
| Carbonato de Calcio 38% | 0.040  | 0.103                         |
| Montafos                | 0.800  | 2.064                         |
| Sal                     | 0.007  | 0.018                         |
| Bicarbonato de sodio    | 42.000                                       | 116.100                       |
| DL – Metionina 99%      | 4.800  | 12.384                        |
| L – Treonina 98.5%      | 2.800  | 7.224                         |
| Proapak 2A              | 4.500  | 11.610                        |
| Cloruro de colina 60    | 0.950  | 2.451                         |
| Lincopro                | 27.000                                       | 69.660                        |
| Rovabio                 | 40.000                                       | 103.200                       |
| Colispro                | 6.800  | 17.544                        |
| Mycopro                 | 2.600  | 6.708                         |
| Propidol                | 4.000  | 10.320                        |
| Phyzyme                 | 10.500                                       | 27.090                        |
| Excipientes del Proamix | 2.480  | 6.399                         |

\* Precio del dólar: 2.58 nuevos soles (enero2013)

<sup>1</sup>Costo de insumos más IGV correspondientes a Enero del 2013.

ANEXO XII: Registro sobre los pesos vivos (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          |
| T - 1       | 1               | 0.173        | 0.449        | 0.935        |
|             | 2               | 0.175        | 0.440        | 0.944        |
|             | 3               | 0.178        | 0.442        | 0.961        |
|             | 4               | 0.162        | 0.420        | 0.924        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.172</b> | <b>0.438</b> | <b>0.941</b> |
| T - 2       | 1               | 0.177        | 0.433        | 0.925        |
|             | 2               | 0.169        | 0.431        | 0.820        |
|             | 3               | 0.158        | 0.420        | 0.885        |
|             | 4               | 0.159        | 0.435        | 0.922        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.166</b> | <b>0.430</b> | <b>0.888</b> |
| T - 3       | 1               | 0.173        | 0.441        | 0.931        |
|             | 2               | 0.172        | 0.433        | 0.935        |
|             | 3               | 0.165        | 0.428        | 0.883        |
|             | 4               | 0.174        | 0.429        | 0.880        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.171</b> | <b>0.433</b> | <b>0.907</b> |
| T - 4       | 1               | 0.157        | 0.408        | 0.845        |
|             | 2               | 0.163        | 0.432        | 0.889        |
|             | 3               | 0.168        | 0.424        | 0.941        |
|             | 4               | 0.166        | 0.433        | 0.890        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.164</b> | <b>0.424</b> | <b>0.891</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO XIII: Registro sobre las ganancias de peso (Kg/pollo) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Peso inicial | Semana       |              |              | Ganancia de peso final |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|
|             |                 |              | 1ra          | 2da          | 3ra          |                        |
| T - 1       | 1               | 0.049        | 0.124        | 0.276        | 0.486        | 0.886                  |
|             | 2               | 0.049        | 0.127        | 0.265        | 0.504        | 0.896                  |
|             | 3               | 0.050        | 0.129        | 0.264        | 0.518        | 0.911                  |
|             | 4               | 0.050        | 0.111        | 0.258        | 0.505        | 0.874                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.049</b> | <b>0.123</b> | <b>0.266</b> | <b>0.503</b> | <b>0.892</b>           |
| T - 2       | 1               | 0.049        | 0.128        | 0.257        | 0.492        | 0.877                  |
|             | 2               | 0.048        | 0.121        | 0.262        | 0.389        | 0.772                  |
|             | 3               | 0.047        | 0.111        | 0.263        | 0.465        | 0.838                  |
|             | 4               | 0.047        | 0.112        | 0.276        | 0.488        | 0.875                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.478</b> | <b>0.118</b> | <b>0.265</b> | <b>0.459</b> | <b>0.841</b>           |
| T - 3       | 1               | 0.494        | 0.123        | 0.268        | 0.491        | 0.882                  |
|             | 2               | 0.050        | 0.122        | 0.261        | 0.503        | 0.886                  |
|             | 3               | 0.051        | 0.113        | 0.263        | 0.455        | 0.832                  |
|             | 4               | 0.046        | 0.127        | 0.256        | 0.451        | 0.834                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.049</b> | <b>0.121</b> | <b>0.262</b> | <b>0.475</b> | <b>0.859</b>           |
| T - 4       | 1               | 0.049        | 0.108        | 0.251        | 0.437        | 0.796                  |
|             | 2               | 0.048        | 0.115        | 0.269        | 0.456        | 0.840                  |
|             | 3               | 0.049        | 0.118        | 0.256        | 0.517        | 0.891                  |
|             | 4               | 0.051        | 0.116        | 0.267        | 0.457        | 0.840                  |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.050</b> | <b>0.114</b> | <b>0.261</b> | <b>0.467</b> | <b>0.842</b>           |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          |
| T - 1       | 1               | 0.139        | 0.268        | 0.675        |
|             | 2               | 0.144        | 0.282        | 0.681        |
|             | 3               | 0.141        | 0.249        | 0.685        |
|             | 4               | 0.135        | 0.258        | 0.670        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.140</b> | <b>0.264</b> | <b>0.678</b> |
| T - 2       | 1               | 0.143        | 0.273        | 0.661        |
|             | 2               | 0.137        | 0.287        | 0.588        |
|             | 3               | 0.137        | 0.241        | 0.651        |
|             | 4               | 0.133        | 0.285        | 0.685        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.138</b> | <b>0.272</b> | <b>0.646</b> |
| T - 3       | 1               | 0.142        | 0.277        | 0.656        |
|             | 2               | 0.143        | 0.264        | 0.671        |
|             | 3               | 0.130        | 0.264        | 0.658        |
|             | 4               | 0.134        | 0.286        | 0.618        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.137</b> | <b>0.273</b> | <b>0.651</b> |
| T - 4       | 1               | 0.132        | 0.256        | 0.623        |
|             | 2               | 0.142        | 0.273        | 0.645        |
|             | 3               | 0.143        | 0.269        | 0.617        |
|             | 4               | 0.142        | 0.265        | 0.664        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.140</b> | <b>0.266</b> | <b>0.637</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO XV: Registro sobre el consumo de alimento acumulado (Kg) para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento  | Repetición      | Semana       |              |              |
|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|              |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          |
| <b>T - 1</b> | 1               | 0.139        | 0.407        | 1.082        |
|              | 2               | 0.144        | 0.426        | 1.107        |
|              | 3               | 0.141        | 0.390        | 1.075        |
|              | 4               | 0.135        | 0.393        | 1.063        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0.140</b> | <b>0.404</b> | <b>1.082</b> |
| <b>T - 2</b> | 1               | 0.143        | 0.416        | 1.077        |
|              | 2               | 0.137        | 0.424        | 1.012        |
|              | 3               | 0.137        | 0.378        | 1.029        |
|              | 4               | 0.133        | 0.418        | 1.103        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0.138</b> | <b>0.409</b> | <b>1.055</b> |
| <b>T - 3</b> | 1               | 0.142        | 0.419        | 1.075        |
|              | 2               | 0.143        | 0.407        | 1.078        |
|              | 3               | 0.130        | 0.394        | 1.052        |
|              | 4               | 0.134        | 0.420        | 1.038        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0.137</b> | <b>0.410</b> | <b>1.061</b> |
| <b>T - 4</b> | 1               | 0.132        | 0.388        | 1.011        |
|              | 2               | 0.142        | 0.415        | 1.060        |
|              | 3               | 0.143        | 0.412        | 1.029        |
|              | 4               | 0.142        | 0.407        | 1.071        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0.140</b> | <b>0.406</b> | <b>1.043</b> |

*Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;*

*T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

ANEXO XVI: Registro de la conversión alimenticia semanal para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          |
| T - 1       | 1               | 1.119        | 0.971        | 1.389        |
|             | 2               | 1.136        | 1.063        | 1.352        |
|             | 3               | 1.094        | 0.944        | 1.322        |
|             | 4               | 1.213        | 1.000        | 1.328        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.141</b> | <b>0.995</b> | <b>1.348</b> |
| T - 2       | 1               | 1.116        | 1.064        | 1.344        |
|             | 2               | 1.130        | 1.094        | 1.513        |
|             | 3               | 1.240        | 0.918        | 1.401        |
|             | 4               | 1.189        | 1.034        | 1.405        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.169</b> | <b>1.028</b> | <b>1.416</b> |
| T - 3       | 1               | 1.151        | 1.033        | 1.337        |
|             | 2               | 1.170        | 1.011        | 1.335        |
|             | 3               | 1.149        | 1.002        | 1.445        |
|             | 4               | 1.053        | 1.118        | 1.371        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.131</b> | <b>1.041</b> | <b>1.372</b> |
| T - 4       | 1               | 1.224        | 1.021        | 1.426        |
|             | 2               | 1.237        | 1.014        | 1.414        |
|             | 3               | 1.208        | 1.050        | 1.194        |
|             | 4               | 1.229        | 0.992        | 1.453        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>1.224</b> | <b>1.019</b> | <b>1.372</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO XVII: Registro de la conversión alimenticia acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones

| Tratamiento | Repetición      | Semana       |              |              |
|-------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
|             |                 | 1ra          | 2da          | 3ra          |
| T - 1       | 1               | 0.804        | 0.907        | 1.157        |
|             | 2               | 0.823        | 0.968        | 1.173        |
|             | 3               | 0.790        | 0.882        | 1.119        |
|             | 4               | 0.836        | 0.937        | 1.150        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.813</b> | <b>0.924</b> | <b>1.150</b> |
| T - 2       | 1               | 0.809        | 0.960        | 1.164        |
|             | 2               | 0.812        | 0.984        | 1.234        |
|             | 3               | 0.868        | 0.899        | 1.163        |
|             | 4               | 0.836        | 0.962        | 1.196        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.831</b> | <b>0.951</b> | <b>1.189</b> |
| T - 3       | 1               | 0.822        | 0.950        | 1.154        |
|             | 2               | 0.833        | 0.941        | 1.153        |
|             | 3               | 0.792        | 0.922        | 1.192        |
|             | 4               | 0.772        | 0.978        | 1.179        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.805</b> | <b>0.948</b> | <b>1.170</b> |
| T - 4       | 1               | 0.840        | 0.951        | 1.197        |
|             | 2               | 0.871        | 0.960        | 1.193        |
|             | 3               | 0.853        | 0.972        | 1.094        |
|             | 4               | 0.854        | 0.939        | 1.203        |
|             | <b>Promedio</b> | <b>0.855</b> | <b>0.956</b> | <b>1.172</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO XVIII: Registro de la mortalidad semanal y acumulada para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Tratamientos | Repeticiones    | Semana   |             |          |             |          |             | Total    |             |
|--------------|-----------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
|              |                 | 1ra      |             | 2da      |             | 3ra      |             |          |             |
|              |                 | Unidad   | %           | Unidad   | %           | Unidad   | %           | Unidad   | %           |
| T - 1        | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 3               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 4               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> |
| T - 2        | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 10.00       | 1        | 10.00       |
|              | 3               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 4               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> |
| T - 3        | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 3               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 4               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 10.00       | 1        | 10.00       |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> |
| T - 4        | 1               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 2               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 3               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        |
|              | 4               | 0        | 0.00        | 0        | 0.00        | 1        | 10.00       | 1        | 10.00       |
|              | <b>Promedio</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>0</b> | <b>0.00</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> | <b>1</b> | <b>2.50</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;

T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

ANEXO XIX: Registro de la mortalidad diaria para cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

| Edad (días)  | T1       |          |          |          | T2       |          |          |          | T3       |          |          |          | T4       |          |          |          | Total    |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|              | R1       | R2       | R3       | R4       |          |
| 1            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 2            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 3            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 4            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 5            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 6            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 7            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> |

|              |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 8            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 9            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 10           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 11           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 12           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 13           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 14           | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>Total</b> | <b>0</b> |

Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante; T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante

“... Continuación”.

| Edad<br>(días) | T1       |          |          |          | T2       |          |          |          | T3       |          |          |          | T4       |          |          |          | Total    |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | R1       | R2       | R3       | R4       |          |
| 15             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 16             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 17             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 18             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 19             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 20             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 21             | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        | 0        | 0        | 0        | 1        | 2        |
| <b>Total</b>   | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> | <b>3</b> |

*Tratamientos: T1: Control (sin adición de emulsificante); T2: Tratamiento con adición de 0.05% de emulsificante; T3: Tratamiento con adición de 0.075% de emulsificante;*

*T4: Tratamiento con adición de 0.1% de emulsificante*

ANEXO XX: Resultados del análisis químico del alimento y excretas.

ANÁLISIS DE ALIMENTO

|    | <b>% GRASA</b> | <b>% C.A.I</b> |
|----|----------------|----------------|
| T1 | 5.54           | 0.42           |
| T2 | 4.60           | 0.50           |
| T3 | 4.68           | 0.31           |
| T4 | 4.36           | 0.46           |

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos LENA

ANÁLISIS DE EXCRETAS

| <b>TRATAMIENTO</b> | <b>REPETICIÓN</b> | <b>% GRASA</b> | <b>% C.A.I</b> |
|--------------------|-------------------|----------------|----------------|
| T-1                | 1                 | 2.82           | 1.19           |
|                    | 2                 | 2.58           | 1.93           |
|                    | 3                 | 2.75           | 1.82           |
| T-2                | 1                 | 2.59           | 1.11           |
|                    | 2                 | 2.33           | 1.53           |
|                    | 3                 | 2.52           | 2.63           |
| T-3                | 1                 | 2.66           | 2.04           |
|                    | 2                 | 2.49           | 1.28           |
|                    | 3                 | 2.87           | 1.74           |
| T-4                | 1                 | 2.63           | 1.27           |
|                    | 2                 | 2.52           | 1.34           |
|                    | 3                 | 2.43           | 1.55           |

Fuente: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos - LENA

## ANEXO XXI: Método de Ceniza Insoluble en Ácido (CIA).

1. Pesar 3 gr. de alimento o de heces finamente molido en un molino de Willey.
2. Hervir en 100 ml. de HCl 4N por 30 minutos.
3. Filtrar la mezcla a través de un papel filtro Whatman N° 41, lavando el residuo con agua destilada caliente (85 – 100°C) hasta eliminar el ácido.
4. Pesar una cápsula y transferir la muestra, para llevarla a la estufa a 650°C por una noche
5. Enfriar la cápsula a T° de ambiente y pesarla.

Para la determinación de la ceniza insoluble en ácido se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ CIA} = (\text{Pc} - \text{Pv}) / \text{Pm.s} * 100$$

Donde:

CIA = Ceniza insoluble en ácido

Pc = Peso de la cápsula en ceniza

Pv = Peso de la cápsula vacía

P m.s = Peso de la muestra en base seca.