

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**



**“RESPUESTA PRODUCTIVA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE  
CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*) CRIADOS BAJO TRES  
SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN”**

**Presentada por:**

**GENARO HUAMANÍ ÑAHUINLLA**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN  
NUTRICIÓN**

**Lima – Perú**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN NUTRICIÓN**

**“RESPUESTA PRODUCTIVA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE  
CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*) CRIADOS BAJO TRES  
SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**GENARO HUAMANÍ ÑAHUINLLA**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

**Dr. Sergio Rojas Montoya  
PRESIDENTE**

**Dr. Carlos Vilchez Perales  
PATROCINADOR**

**Dr. María Elena Villanueva Espinoza  
MIEMBRO**

**Mg.Sc. Víctor Hidalgo Lozano  
MIEMBRO**

## DEDICATORIA

*Con eterna gratitud a mis padres:*

*GENARO Y AGRIPINA.*

*Por su invaluable amor y comprensión.*

*A mis hermanos: RUTH, PERCY,  
MARISOL Y GABY LUZ por el apoyo  
constante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Carlos Vilchez Perales, por sus consejos, por su generosidad en compartir sus conocimientos y por su patrocinio en la realización del presente trabajo y a los miembros del jurado por sus sugerencias.

Al Convenio UNALM - VLIR por el apoyo logístico, técnico y financiero del presente trabajo.

AL Dr. Gustavo Gutiérrez Reynoso, Ing. Mabel Palomino y al Ing. Jesús Vera por sus consejos, sus sugerencias y apoyos constantes, antes, durante y la finalización del presente trabajo.

Al Mg. Sc. Víctor Hidalgo Lozano, por su enseñanza, su amistad y apoyo constante en la materialización de esta tesis.

A mis profesores de la Facultad de Zootecnia y de la Maestría en Nutrición; por sus sabias enseñanzas y orientaciones continuas.

A mis compañeros de estudios: Willy Castañeda, Génesis Torres, Enrique Bernuy, Jesica Solano, Gabriela Peceros, Fredy Horna, Elmer Jiménez, Luis Higa, Raquel Taipe y Pedro Yaringaño.

A mis amigos de siempre y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la materialización del presente trabajo.

# ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>2</b>
2.1 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DEL CUY .....	2
2.1.1 ALIMENTACIÓN CON SOLO FORRAJE.....	2
2.1.2 ALIMENTACIÓN MIXTA.....	2
2.1.3 ALIMENTACIÓN INTEGRAL.....	2
2.2 ÁCIDOS GRASOS.....	3
2.2.1 ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES (AGE) .....	3
2.3 FORRAJES.....	4
2.3.1 ALFALFA .....	5
2.4 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE DIFERENTES ESPECIES .....	5
2.5 EFECTO DE DIETAS SUPLEMENTADAS CON FUENTES DE ALA (C18:3, n-3) SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS .....	7
2.6 ESTUDIOS DE MODIFICACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CUYES.....	8
2.7 ASPECTOS EVOLUTIVOS DE LA DIETA HUMANA .....	8
2.8 RELACIONES NUTRICIONALES .....	9
2.8.1 RELACIÓN DE AGPI/AGS .....	9
2.8.2 RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-6/OMEGA-3 (AGs n-6/n-3).....	9
2.9 CONVERSIÓN DE ALA (C18:3, n-3) EN AGPI-CL n-3 .....	10
2.9.1 ESTUDIOS DE CONVERSIÓN DE ALA (C18:3, n-3) EN AGPI-CL n-3 EN HUMANOS ...	11
2.10 IMPORTANCIA DE LOS AGs n-3 EN LA SALUD HUMANA.....	11
2.10.1 ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES .....	12
2.10.2 GESTACIÓN Y LACTACIÓN.....	12
2.10.3 LOS TRASTORNOS CEREBRALES Y ENFERMEDADES MENTALES .....	13
2.10.4 CÁNCER COLORRECTAL .....	14
2.10.5 ARTRITIS REUMATOIDE (AR).....	15
2.11 EL CONSUMO DIARIO RECOMENDADO PARA LOS AGs n-3 .....	15
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN .....	17
3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS .....	17

3.3	ANIMALES EXPERIMENTALES .....	18
3.4	TRATAMIENTOS .....	18
3.5	ALIMENTACIÓN .....	18
3.5.1	FORRAJE .....	18
3.5.2	ALIMENTO BALANCEADO .....	19
3.5.3	AGUA .....	20
3.6	ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS .....	20
3.7	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ALIMENTOS .....	21
3.8	SANIDAD .....	22
3.9	METODOLOGÍA .....	23
3.9.1	GANANCIA DE PESO .....	23
3.9.2	CONSUMO DE ALIMENTO .....	23
3.9.3	CONVERSIÓN ALIMENTARIA .....	23
3.9.4	RENDIMIENTO DE CARCASA .....	23
3.9.5	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA .....	24
3.9.6	DISEÑO ESTADÍSTICO .....	24
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
4.1	RESPUESTA PRODUCTIVA .....	25
4.1.1	CONSUMO DE ALIMENTO .....	25
4.1.2	GANANCIA DE PESO .....	26
4.1.3	CONVERSIÓN ALIMENTARIA .....	27
4.1.4	RENDIMIENTO DE CARCASA .....	27
4.2	PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA DE CUY .....	28
4.2.1	ÁCIDOS GRASOS SATURADOS (AGS) .....	29
4.2.2	ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (AGPI) .....	30
4.2.3	RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-6/OMEGA-3 (AGs n-6/n-3) .....	32
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>VII.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Composición de ácidos grasos de los forrajes	5
Tabla 2: Composición porcentual de los alimentos balanceados (tal como ofrecido)	19
Tabla 3: Valor nutricional calculado de los alimentos balanceados	20
Tabla 4: Análisis proximal de los alimentos	21
Tabla 5: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos	22
Tabla 6: Respuesta productiva de los cuyes	25
Tabla 7: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de carcasa	28

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO I: Registro de peso semanal (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	43
ANEXO II: Registro de ganancia peso semanal (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.....	44
ANEXO III: Registro de ganancia peso semanal acumulado (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	45
ANEXO IV: Registro de consumo semanal y total de los alimentos balanceados y la alfalfa (g/c) por tratamiento con sus .....	46
ANEXO V: Registro de consumo semanal y total de materia seca (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.....	47
ANEXO VI: Registro de consumo acumulado semanal de materia seca (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	48
ANEXO VII: Registro de conversión alimentaria semanal y acumulada por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	49
ANEXO VIII: Registro del rendimiento de carcasa (g) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.....	50
ANEXO IX: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos.....	51
ANEXO X: Perfil de ácidos grasos (g/100 g de carcasa) por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	52
ANEXO XI: Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) por tratamiento con sus respectivas repeticiones .....	53
ANEXO XII: Perfil de ácidos grasos (g/100 g de carcasa) por tratamiento.....	54
ANEXO XIII: Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) por tratamiento .....	55

# RESPUESTA PRODUCTIVA Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA DE CUYES (*Cavia porcellus*) CRIADOS BAJO TRES SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la respuesta productiva y el perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes criados bajo tres sistemas de alimentación. Para ello, se utilizaron 18 cuyes machos de  $21 \pm 2$  días de edad alojados individualmente al azar, en jaulas galvanizadas. Cada cuy constituyó una unidad experimental. Seis cuyes recibieron, uno de los siguientes tratamientos: T1, Solo alfalfa verde; T2, Alimentación mixta (Alimento balanceado “Cuy Mixto La Molina” + alfalfa verde (10% del PV)); y T3, Alimentación integral (Solo alimento balanceado “Cuy Integral La Molina”). La fase experimental tuvo una duración de 28 días. La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimentaria se midieron semanalmente. Al final del periodo de evaluación todos los animales fueron sacrificados para evaluar el rendimiento de carcasa. A continuación, la carcasa se procesó para extraer la grasa total y luego determinar el perfil de ácidos grasos a través de cromatografía de gases. Los datos registrados fueron sometidos a análisis de varianza bajo el Diseño Completamente Randomizado. Las variables de la respuesta productiva y el perfil de ácidos grasos de la carcasa de los animales experimentales fueron significativamente influenciados ( $p < 0.05$ ) por los tratamientos dietarios. Es decir, cuyes alimentados con el T1, tuvieron menor consumo de alimento, menor ganancia de peso, mayor conversión alimentaria (4.7) y menor rendimiento de carcasa que los animales que recibieron los otros dos tratamientos (T2 y T3). Sin embargo, tuvieron carcasas con el mayor contenido de ácidos grasos omega-3 en particular el ácido  $\alpha$ -linolénico y menor contenido de ácidos grasos omega-6, resultando en una menor relación de ácidos grasos n-6/n-3 y con el menor contenido de grasa. En conclusión, este estudio muestra que *Medicago sativa* es una fuente de ácidos grasos n-3 particularmente de ácido  $\alpha$ -linolénico que puede mejorar significativamente el contenido ácidos grasos n-3 de la carcasa.

**Palabras claves:** Cuy, ácidos grasos, omega-3, ácido  $\alpha$ -linolénico.

## PERFORMANCE AND CARCASS FATTY ACID PROFILE OF GUINEA PIGS RAISED UNDER THREE FEEDING SYSTEMS

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the performance and carcass fatty acid profile of guinea pigs raised under three feeding systems. For this, 18 21-day-old male guinea pigs were used individually housed randomly in galvanized cages. Each guinea pig was an experimental unit. Six guinea pigs received one of the following treatments: T1, only green alfalfa; T2, Mixed feeding (concentrate feed "Cuy Mixto La Molina" + green alfalfa (10% BW)); and T3, Integral feeding (only concentrate feed "Cuy Integral La Molina"). The experiment lasted 28 days. Weight gain, feed intake and feed conversion were measured weekly. At the end of the evaluation period all animals were killed to assess carcass yield. Carcass was then processed to extract the total fat and determine the fatty acid profile by gas chromatography. The recorded data were subjected to analysis of variance under the Completely Random Design. The productive performance and fatty acid profile of the carcass of experimental animals were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by the dietary treatments. That is, guinea pigs fed the T1 had lower feed intake, lower weight gain, higher feed conversion and lower carcass yield than the animals that received the other two treatments (T2 and T3). However, they had carcasses with the highest content of omega-3 in particular  $\alpha$ -linolenic fatty acid and lower content of omega-6, resulting in a lower n-6/n-3 fatty acid ratio and the lowest carcass fat content. In conclusion, this study shows that *Medicago sativa* is a source of n-3 fatty acids, particularly  $\alpha$ -linolenic acid which can improve significantly fatty acids n-3 content of the carcasses.

**Keywords:** Pig guinea, fatty acids, omega-3,  $\alpha$ -linolenic acid.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos (AGs) de la familia n-3, principalmente EPA y DHA están tomando fuerza cada vez más en la alimentación humana; diferentes estudios han demostrado que la utilización de este tipo de ácidos grasos en la alimentación humana tiene efectos benéficos para la salud, como proteger de las enfermedades cardiovasculares y para el desarrollo del cerebro respectivamente. La función biológica de los AGs n-3 es fundamental y pueden sintetizarse a partir del ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3), los cuales deben ser suministrados en la dieta, razón por la cual reciben el nombre de ácido graso esencial.

La importancia del consumo de los AGs n-3 en la dieta, es debido a que se ha determinado que la dieta de los humanos es generalmente deficiente en ácidos grasos (AGs) de la familia n-3 y rica en AGs de la familia n-6, de allí el interés de diversos grupos de investigación con la finalidad de fortificar los alimentos con estos nutrientes. Son muchos los estudios que se han realizado en distintas especies animales de interés zootécnico para fortificar la carne, leche o huevo con AGs n-3. Sin embargo, estudios realizados en el país en cuyes son escasos, más aun si se utiliza como fuente de ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3) forraje verde. A pesar de que la mayor explotación del cuy en el país se realiza en la región andina, cuya alimentación es principalmente con solo forraje verde.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la respuesta productiva y el perfil de AGs de carcasa de cuyes criados bajo tres sistemas de alimentación.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DEL CUY**

#### **2.1.1 ALIMENTACIÓN CON SOLO FORRAJE**

El cuy al ser herbívoro por excelencia siempre prefiere forraje, las leguminosas por su calidad nutritiva se comportan como un excelente alimento, las gramíneas tienen menor valor nutritivo, pero es conveniente combinar entre éstas y leguminosas, el consumo está determinado por la calidad nutritiva del forraje; normalmente consumen un 30% de su peso vivo, en forraje verde (Chauca, 1997).

#### **2.1.2 ALIMENTACIÓN MIXTA**

Se ha demostrado una mayor producción cuando se administra forraje y alimento balanceado en la dieta alimenticia; ya que un cuy mejor alimentado exterioriza mejor su potencial genético y mejora su producción, la administración de alimento balanceado debe ser adecuada a cada una de las etapas productivas y debe cubrir principalmente los niveles de energía, ya que normalmente los forrajes presentan deficiencia. Las ventajas son mayor ganancia de peso, mejor conversión alimentaria y mejores parámetros reproductivos. El consumo de alimento balanceado (tal como ofrecido) sin restricción de forraje es de 4-5% de su peso vivo (Rivas, 1995).

#### **2.1.3 ALIMENTACIÓN INTEGRAL**

El utilizar un alimento balanceado como único alimento, requiere preparar una buena ración para satisfacer los requerimientos nutricionales de los cuyes, bajo estas condiciones los consumos por animal/día se incrementan, pudiendo estar entre 40 a 60 gramos de alimento balanceado (tal como ofrecido), esto dependiendo de la calidad de la ración. El porcentaje mínimo de fibra debe ser 9% y el máximo 18%, bajo este sistema de alimentación se debe proporcionar diariamente vitamina C. El alimento balanceado debe en lo posible peletizarse,

ya que existe mayor desperdicio en las raciones en polvo. El consumo de materia seca (MS) en cuyes alimentados con una ración peletizada es de 1 448 g mientras que cuando se suministra en polvo se incrementa a 1 606 g, este mayor gasto repercute en la menor eficiencia de su conversión alimentaria (Chauca, 1997).

## **2.2 ÁCIDOS GRASOS**

Los ácidos grasos son nutrientes necesarias para la salud, junto con los azúcares es la principal fuente de energía para el organismo. Los que no se utilizan de inmediato se almacenan en forma de grasa; su exceso produce obesidad (Lord y Bralley, 2002).

Los ácidos grasos se dividen, según sus características estructurales, en dos grandes grupos: ácidos grasos saturados (AGS) y ácidos grasos insaturados (AGI), éstos últimos, dependiendo del grado de insaturación que posean se pueden clasificar como ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Estos AGI dependiendo de la posición del doble enlace, pueden clasificarse en tres series principales: Familia de los ácidos grasos omega-3 ó serie linolénica, familia de los ácidos grasos omega-6 ó serie linoleica y familia de los ácidos grasos omega-9 ó serie oleica (Crawford, 2000 y Politi *et al.*, 2001).

### **2.2.1 ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES (AGE)**

Existen dos AGPI que el organismo animal no puede producir porque carece de las enzimas necesarias para sintetizarlos y resultan imprescindibles para el metabolismo, son el ácido linoleico (C18:2, n-6 ó AL) y el  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3 ó ALA), deben obtenerse de la dieta y por ello se conocen como ácidos grasos esenciales (AGE). Los animales y los seres humanos tienen la capacidad de metabolizar a los derivados de cadena larga, como el ácido araquidónico (AA), ácido eicosapentanoico (EPA) y ácido docosahexanoico (DHA) (Piñeiro *et al.*, 2013).

El ALA y el AL, al parecer no son sintetizados por los tejidos animales, o al menos no en las cantidades necesarias para prevenir alteraciones patológicas, de modo que deben suministrarse en la dieta. El mecanismo exacto por el cual los AGE mantienen las funciones normales del cuerpo no se conoce, pero dos probables áreas vitales son: forman parte integral de la estructura lípido-proteína de las membranas celulares y constituyen una parte importante de la estructura de varios compuestos llamados eicosanoides (Pond, 2003).

## 2.3 FORRAJES

Los lípidos en los forrajes presentan un rango entre 30 a 100 g/Kg de materia seca (MS), y se encuentran en su mayoría en los cloroplastos (Bauchart et al., 1984). El contenido de lípidos en los cloroplastos varía entre un 22 y 25% de la MS, presentes principalmente como glicolípidos y fosfolípidos (Harfoot y Hazlewoot, 1988). La composición de los lípidos en los forrajes está dada por 33% lípidos simples (diglicéridos, ácidos grasos libres y ceras), 50% galactolípidos (mono y digalactoglicéridos) y 17% fosfolípidos (Bauchart *et al.*, 1984).

Un grupo de investigadores en nutrición Animal, determinó el perfil de ácidos grasos de algunos de los forrajes utilizados en los sistemas de producción, encontrando una variación importante en los perfiles de las diferentes especies analizadas. Adicionalmente, al complementar esta información con los datos reportados en Canadá por Boufaied *et al.* (2003), se observa cómo los forrajes presentan un contenido importante de ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3).

Los forrajes verdes representan una fuente rica y natural de ácido palmítico (C16:0), oleico (C18:1) y AGPI, en particular AL y ALA (Walker *et al.*, 2004). Las fuentes de variación en la concentración de lípidos están dadas por las especies de plantas, estado de crecimiento, temperatura e intensidad de la luz (Elgersma *et al.*, 2004). Hay 5 ácidos grasos presentes de manera mayoritaria en los forrajes verdes, y aproximadamente 95% consisten de C18:3, n-3; C18:2, n-6 y C16:0.

El ácido  $\alpha$ -linolénico está presente en altas concentraciones en la biomasa fresca de algunos forrajes tal como se muestra en la Tabla 1, pudiendo acumular el 75 % de la fracción lipídica total, ya que forman parte de los digalactosil diglicéridos asociados a las membranas tilacoidales de los cloroplastos, siendo así el AGPI predominante en las plantas terrestres; además, es precursor de ácidos grasos poliinsaturados benéficos a la salud, como el EPA y DHA (Toyes *et al.*, 2013).

**Tabla 1: Composición de ácidos grasos de los forrajes**

Especie	Ácido graso					
	C 14:0	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2, n-6	C 18:3, n-3
<i>Lolium perenne</i>	2.5	34.0	4.7	1.5	12.3	45.0
<i>Medicago sativa</i>	3.6	17.5	7.3	22.0	21.1	30.0
<i>Pennisetum clandestinum</i>	ND	15.1	4.8	3.8	22.5	53.8
<i>Trifolium repens</i>	0.4	17.6	3.0	4.7	15.5	55.6
<i>Trifolium pratense</i>	0.4	18.9	3.6	7.7	23.2	43.2
<i>Panicum maximum</i>	ND	22.5	2.6	20.2	21.4	27.0
<i>Euphorbia heterophylla</i>	ND	19.3	2.3	2.7	15.2	55.4

FUENTE: Adaptado de Boufaied et al. (2003) y Kouakou et al. (2013), ND = No detectado.

### 2.3.1 ALFALFA

Desde el punto de vista del valor nutricional, la alfalfa destaca sobremanera la elevada riqueza proteica y C18:3, n-3 (Tabla 1), sin embargo, es un forraje pobre en energía, estas características del forraje no son constantes existiendo una variación estacional que directamente tiene que ver con las líneas generales en que cambia el ritmo de crecimiento de la alfalfa a lo largo del año, además, en cada momento del año la calidad del forraje viene determinada por el manejo del tiempo transcurrido desde el corte. El estado de crecimiento de la alfalfa actúa como un indicador en la producción y calidad del alfalfar, altas concentraciones de nutrientes son usualmente cosechados en estados inmaduros de la planta hasta antes de llegar al 10% de floración una de las características típicas de la alfalfa es almacenar carbohidratos no estructurales en la raíz y en la hojas (Jiménez, 2007).

### 2.4 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE DIFERENTES ESPECIES

Teniendo en cuenta que la grasa es actualmente un componente poco deseable en la carne, sin embargo, contribuye a su calidad y valor nutricional. En esta sección se considera el perfil de ácidos grasos en diferentes especies y el papel de la grasa en la calidad de la carne.

Enser et al. (1996), presentaron un estudio utilizando 50 muestras del músculo del lomo de carne de vaca, cerdo y cordero y se determinó el perfil de ácidos grasos. La diferencia más notable entre las especies de rumiantes y monogástricos (cerdo), es que este último tuvo cinco veces mayor la concentración de ácido linoleico y significativamente mayores proporciones de C20: 4, y C22: 6, y C14: 0. La razón de esto es porque el ácido linoleico se

deriva completamente de la dieta. Se pasa a través del estómago del cerdo sin cambios y se absorbe en el intestino delgado, luego a la sangre y se incorpora en los tejidos. Sin embargo, en los rumiantes, C18:2, n-6 y C18:3, n-3, que se encuentran en la actualidad en muchos ingredientes de alimentación del alimento balanceado, se metaboliza en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos saturados (AGS) en el rumen por biohidrogenación microbiana (70-95% y 85-100%, respectivamente) y sólo una pequeña proporción, alrededor de 10% del consumo dietético, está disponible para su incorporación en los lípidos de tejidos. Por esa razón, la carne de res y la carne de cordero contienen menor contenido de ácido linoleico, en comparación con la carne de cerdo. El músculo también contiene proporciones significativas de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (AGPI-CL) que se forma a partir de C18:2, n-6 y C18:3, n-3 por la acción de las enzimas delta-5 y delta-6 desaturasas y elongasa.

Teniendo en cuenta que en los rumiantes, los microorganismos ruminales hidrogenan una proporción sustancial de AGPI de la dieta, lo que resulta en altos niveles de AGS para la deposición en el tejido muscular, cordero o carne de vaca contienen una baja relación entre los AGPI/AGS, lo que aumenta el riesgo de problemas cardiovasculares y otras enfermedades (Wood *et al.*, 1999).

Las consecuencias de una mayor incorporación de C18:2, n-6 en músculo de cerdo en comparación con los rumiantes produce mayores niveles de C20:4, n-6 por síntesis y el resultado neto es una mayor relación de AGs n-6/n-3 en comparación con los rumiantes. El valor actual de 7.2 en músculo de cerdo no es equilibrado con respecto al de los rumiantes (1.3 en cordero y 2.1 en la carne de vacuno). Además, otra relación es la relación de todos los AGPI/AGS. La relación en una dieta normal es de 0,4 y en la carne de cordero es 0.2 y en la carne de vacuno 0.1 mientras que en la carne de cerdo es 0.6 (Department of Health and Social Security, 1994 y Enser *et al.*, 1996).

Razminowicz *et al.* (2006), presentaron un estudio en dos sistemas de alimentación para el engorde de vacuno, que para los consumidores que no consumen regularmente productos marinos, la carne es una fuente importante de AGPI-CL n-3. A pesar de la biohidrogenación de ácidos grasos poliinsaturados de la dieta, que se produce en el rumen, suficiente ALA intacto logra escapar del rumen y es disponible para la absorción en una variedad de tejidos, incluyendo el músculo y el hígado. También se demostró que la carne derivada de una alimentación con solo forraje verde contiene niveles más altos de AGs n-3 que los alimentados con alimento balanceado en engorde intensivo. Sin embargo, la contribución

general a la alimentación con AGPI-CL n-3 sigue siendo limitada. Además la relación de AGs n-6/n-3 fue consistentemente por debajo de 2 en la carne de vacunos alimentados de forraje verde, mientras que osciló por encima de 5 en vacunos de engorde intensivo.

## **2.5 EFECTO DE DIETAS SUPLEMENTADAS CON FUENTES DE ALA (C18:3, n-3) SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS**

El interés en la modificación de ácidos grasos de la carne se debe a que el perfil de ácidos grasos juega un papel importante en la definición de calidad de la carne, ya que está relacionada con las diferencias en los atributos sensoriales y en el valor nutricional para el consumo humano ( Wood *et al.*, 2003).

Crespo y Esteve-García (2002) estudiaron en los pollos de engorde alimentados con una dieta basal suplementados por 20 días antes del beneficio con un 10% de inclusión de aceite de linaza, aceite de girasol y aceite de oliva. Como era de esperar con especies no rumiantes, el perfil de ácidos grasos de la grasa depositada en la carcasa de pollos de engorde refleja la fuente de grasa de la dieta. La suplementación con aceite de oliva resulta en la mayor proporción de C18:1, los suplementos de aceite de girasol resultan en la mayor proporción de ácido linoleico, mientras que el aceite de linaza aportó la mayor cantidad de AGs n-3, resultando en una menor relación de AGs n-6/n-3 en la grasa de la carcasa.

Además, Lu *et al.* (2008) investigaron los efectos de aceite de soja y aceite de linaza en el perfil de ácidos grasos de la carne de cerdo. Los tres tratamientos dietéticos fueron: (a) ningún suplemento de aceite; (b) 3% suplemento de aceite de soja; (c) 3% suplemento de aceite de linaza. Aceite de linaza en la dieta y el aceite de soja aumentaron significativamente el contenido de ALA y AL en los triacilglicéridos y fosfolípidos, tanto en músculo largo como en músculo bíceps braquial, respectivamente.

La carne de conejo también fue utilizada en varios estudios con el objetivo de modificar los ácidos grasos. Como en el estudio de Kouba *et al.* (2008), que estudió conejos alimentados con una dieta que contenía 30 g de linaza extruida/kg. Alimentando con la dieta de linaza aumentó ( $P < 0.05$ ) el contenido de C18:3, n-3 en los músculos, la grasa perirrenal y la carne cruda y cocida. Los contenidos de AGPI-CL n-3 también se incrementaron ( $P < 0.01$ ) en la carne. La dieta de linaza produjo una disminución en la relación AGs n-6/n-3. Estos autores destacan que la inclusión de linaza en la dieta de conejo es un método válido de mejorar el valor nutricional de la carne de conejo ya que como en otros animales monogástricos, parece que la composición de ácidos grasos de los tejidos refleja la de lípidos ingeridos.

## 2.6 ESTUDIOS DE MODIFICACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CUYES

Guevara (2009), estudió la manipulación del perfil de ácidos grasos, en la carcasa de cuy mediante la suplementación de dietas con diferentes fuentes, dentro de los cuales utilizó el sachá inchi al 4%/kg de alimento, con este nivel no hubo deposición de AGPI-CL n-3, solo hubo deposición de ALA.

Kouakou *et al.* (2013), presentaron un estudio donde la alimentación fue en base a forrajes verdes, se estudió el efecto de la suplementación dietética de *Euphorbia heterophylla* en la calidad de la carne de cuy. Se trabajó con dos dietas, una dieta Panicum (100% *Panicum máximum*) y una dieta Paneuphorbia (75% *Panicum maximum* + 25% *Euphorbia heterophylla*) para comparar sus efectos sobre los parámetros productivos y el perfil de ácidos grasos de la carcasa. En cuyes alimentados con dieta Paneuphorbia aumentó el contenido de AGPI n-3 ( $P < 0.05$ ) y disminuyó la relación AGs n-6/n-3 ( $P < 0.05$ ) en la carcasa. En conclusión, el estudio demuestra por primera vez que *Euphorbia heterophylla* es una fuente de ALA, que puede mejorar significativamente los niveles de AGs n-3 contenidos en la carcasa.

Betancourt y Díaz (2014), presentaron un estudio donde se compararon el perfil de ácidos grasos del músculo semitendinoso en dos roedores nativos, el capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) y la paca de tierra baja (*Cuniculus paca*) y dos especies domesticadas, el cuy (*Cavia porcellus*) y el conejo común (*Oryctolagus cuniculus*). El capibara y la paca de tierra baja tenían los niveles más altos de ácidos grasos omega-3 (AGs n-3), predominantemente ácido  $\alpha$ -linolénico, debido a que su alimentación era exclusivamente con forraje verde. El cuy y el conejo común mostraron un mayor contenido de ácido linoleico (18:2, n-6), debido a que su alimentación fue con alimento balanceado. La relación de AGs n-6/ n-3 más baja fue para capibara y paca. El capibara y la paca de tierra baja pueden considerarse como fuentes de AGs n-3, representado por el ácido  $\alpha$ -linolénico (18:3, n-3). Estos resultados confirman que las especies nativas no sometidas a la selección genética y la alimentación intensiva, mostraron un mayor contenido de AGs n-3.

## 2.7 ASPECTOS EVOLUTIVOS DE LA DIETA HUMANA

La dieta de nuestros antepasados era menos densa en calorías, siendo más alta en fibra, rica en frutas, verduras, carnes magras y pescado. Como resultado, la dieta fue más baja en grasa total y grasa saturada. Además, la dieta contenía cantidades pequeñas y aproximadamente iguales de AGs n-6 y n-3 (relación de 1 a 2:1) y cantidades mucho más bajas de ácidos grasos

trans que la dieta de hoy (Simopoulos, 1995). La dieta occidental actual es muy alta AGs n-6 (la relación de AGs n-6/n-3 es de 10 a 20 a 25:1). La ingesta de AGs n-3 es mucho menor en la actualidad debido a la disminución en el consumo de pescado y la producción industrial de alimentos para animales rica en granos que contienen AGs n-6, dando lugar a la producción de carne rica en AGs n-6 y pobre en AGs n-3 (Crawford, 1968). Lo mismo es cierto para los peces cultivados y los huevos (Simopoulos y Salem, 1992). Incluso las verduras cultivadas contienen menos AGs n-3 que las plantas en el medio silvestre (Simopoulos *et al*, 1995). En resumen, la agricultura moderna, con su énfasis en la producción a gran escala, ha reducido el contenido de AGs n-3 en muchos alimentos: verduras de hoja verde, carnes de animales, huevos y pescado.

## **2.8 RELACIONES NUTRICIONALES**

La carne es una fuente principal de grasa en la dieta, especialmente de ácidos grasos saturados (AGS), que han sido implicados en enfermedades, especialmente en los países desarrollados, tales como las enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer.

### **2.8.1 RELACIÓN DE AGPI/AGS**

La preocupación por el exceso de grasa saturada y una deficiencia de AGPI en la dieta humana ha conducido a recomendaciones, donde el consumo de grasa se reduzca al 30% de la ingesta total de energía (de aproximadamente 40%) con una cifra de 10% de la ingesta energética para los ácidos grasos saturados (de 15%). Al mismo tiempo, la relación recomendada de AGPI/AGS debe aumentar a 0,4 o ser superior (Department of Health and Social Security, 1994).

### **2.8.2 RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-6/OMEGA-3 (AGs n-6/n-3)**

Dentro de los AGs n-6, el C18:2, n-6 es esencial, pero tiende a consumirse en exceso en las dietas modernas. Se ha demostrado que los AGs n-6 y n-3, no sólo se deben tomar en cantidades suficientes, sino también deben guardar una cierta relación entre ambos. Debido a que las vías metabólicas para la síntesis de AGPI-CL n-6 y n-3 a partir de los AGE (ácido linoleico y ácido  $\alpha$ -linolénico) respectivamente, compiten por las mismas enzimas desaturadas y elongadas. Por lo tanto, la relación de AGs n-6/n-3, es muy importante para la salud humana porque el exceso de uno de los AGE limitará la producción metabólica de los productos de cadena más larga de la otra (Salem, 1999 y Holub, 2002).

Distintos estudios relacionan el exceso en el consumo de los AGs n-6 con enfermedades cardiovasculares, cáncer y patologías relacionadas con procesos inflamatorios e

inmunológicos; dichos estudios evidencian efectos benéficos por el simple incremento en la ingesta de los AGs n-3. En problemas cardiovasculares, el consumo 4:1 entre AGs n-6 y n-3 está relacionado a un 70% de disminución de la mortalidad de los pacientes estudiados. En cáncer de colon, el consumo de una relación 2.5:1 entre AGs n-6 y n-3 reduce la proliferación de células tumorales; no así la relación 4:1 (Harris, 1997).

El equilibrio de ácidos grasos omega-3 y omega-6 todavía está lejos en nuestra dieta habitual. Los esquemas nutricionales de las sociedades desarrolladas evolucionan en todas sus fases y de modo continuo. Desde los mismos productos naturales a los procesados, los componentes básicos se modifican y lo que se consideraban nutrientes tradicionales hoy no existen en los niveles suficientes. Años atrás, la carne, el pescado, los animales y plantas silvestres aportaban una cantidad aceptable de ácidos grasos omega-3, "pero dado que ahora son alimentados con maíz, soya y girasol se ha de vigilar su aporte a la dieta" (Koivisto y Defronzo, 1984).

Se demuestra que la inclusión de ingredientes con altos contenidos de AGs n-3 en la dieta ayuda a disminuir la relación AGs n-6/n-3, referente al consumo de ácidos grasos en la dieta, diferentes organismos (Department of Health and Social Security UK, 1994 y British Nutrition Foundation, 1996), sugieren incrementar el consumo de AGs n-3 y disminuir la relación AGs n-6/n-3 a un valor menor o igual a 6:1; esta información ha estimulado el interés en la investigación por aumentar la composición de los AGs n-3 en los productos animales (carne, huevo y leche), mediante el enriquecimiento de la dieta con aceites de pescado que contengan grandes cantidades de ácidos grasos de cadena larga n-3 (Ramírez et al., 2004).

## **2.9 CONVERSIÓN DE ALA (C18:3, n-3) EN AGPI-CL n-3**

Para los estudios sobre el metabolismo de ALA, el objetivo principal es establecer si se convierte en cantidades suficientes para mantener los niveles adecuados de DHA en el tejido. Aunque menos importancia se le ha dado a la acumulación de EPA y DPA. La conversión de ALA a partir de aceites vegetales en ácidos grasos de cadena larga EPA, DPA y DHA es un punto caliente en este momento porque muchos estudios consideran que su conversión no es importante. Hay pocas dudas en cuanto a la naturaleza esencial de la ALA, sin embargo, la capacidad de ALA en la dieta para mantener los niveles de emisión adecuadas de ácidos grasos de cadena larga sigue siendo bastante controversial (Barcelo-Coblijn y Murphy, 2009).

Hay dos destinos metabólicos básicos para ALA. En primer lugar, se somete a la beta-oxidación y en segundo lugar, se convierte en ácidos grasos más largas a través de elongación y desaturación. El destino predominante de ALA es el catabolismo y el reciclaje de carbono al acetato (Demar *et al.*, 2005).

### **2.9.1 ESTUDIOS DE CONVERSIÓN DE ALA (C18:3, n-3) EN AGPI-CL n-3 EN HUMANOS**

Un modelo compartimental fisiológico del metabolismo de ALA se deriva de la concentración plasmática. Solo alrededor del 0,2% de ALA del plasma estaba destinado para la síntesis de EPA, aproximadamente el 63% de EPA del plasma era accesible para la producción de DPA, y 37% de DPA estaba disponible para la síntesis de DHA. La ineficiencia de la conversión de ALA a EPA indica que la biosíntesis de AGPI-CL n-3 a partir de ácido alfa-linolénico está limitada en individuos sanos. En contraste, la mayor tasa de transferencia de EPA desde el plasma a DPA sugiere que la dieta en base a EPA puede ser bien utilizada en la biosíntesis de DHA en humanos (Pawlosky *et al.*, 2001).

Stark *et al.* (2008) publicaron un informe en el que se revisaron una serie de otros estudios en humanos que tratan de conversión. Llegaron a la conclusión de que el ALA, que se convierte en EPA en los seres humanos, oscila entre 8 a 20%, y la conversión a DHA es mucho más baja que varía de 0.5 a 9%. También concluyeron que las mujeres pueden convertir ALA en EPA 2.5 veces que los hombres.

Una de las compilaciones más recientes y completos de la investigación relacionada con la conversión de ALA en EPA y DHA se presentó por Brenna *et al.* (2009). Informaron que la conversión a DHA fue menos frecuente, con sólo 7 de los 21 estudios mostrando significativos aumentos porcentuales, que variaron de 0.5 a 21%. Llegaron a la conclusión de que la conversión en los seres humanos tiene lugar, y que la conversión a DHA es mejor en los niños, que en los adultos. También concluyeron que la conversión de ALA a los AGPI-CL n-3 se reduce por altas relaciones dietéticas de AL: ALA.

### **2.10 IMPORTANCIA DE LOS AGs n-3 EN LA SALUD HUMANA**

Los AGPI-CL n-3, principalmente EPA y DHA tienen una serie de beneficios para la salud humana. Estos ácidos grasos omega-3 intervienen en la formación de las membranas de las células y mejoran la permeabilidad de las mismas, además conforman la mayor parte de los tejidos cerebrales siendo las células nerviosas ricas en ácidos grasos omega-3; y también se convierten en prostaglandinas, sustancias con un papel importante en la regulación de los

sistemas cardiovascular, inmunológico, digestivo, reproductivo y que tienen efectos antiinflamatorios (Innis *et al.*, 2004).

Se ha demostrado también que el EPA ejerce una acción beneficiosa sobre la salud cardiovascular de los humanos reduciendo los niveles sanguíneos de triacilglicéridos y de colesterol, a la vez que se le atribuyen efectos antitrombóticos e hipertensores; en cambio, el DHA es fundamental en la formación del tejido nervioso y visual, asociándose su requerimiento con las primeras etapas del desarrollo tanto intrauterino como extrauterino (Valencia *et al.*, 1994).

### **2.10.1 ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES**

Los AGs n-3 tienen efectos antitrombóticos y antiarrítmicos, aumentan el tiempo de sangrado, evitando la adherencia de plaquetas en las arterias; previenen la aterosclerosis al reducir las concentraciones de colesterol en plasma, son útiles en pacientes hipertensos, ya que contribuyen a bajar la presión sanguínea y reducen la concentración de triacilglicéridos (TG) en plasma, así como disminuyen el colesterol total (Sprecher *et al.*, 1995).

Jakobsen *et al.* (2009), llevaron a cabo un estudio, que partió del antecedente de que la ingesta de AGS aumenta las concentraciones de LDL-colesterol (colesterol “malo”) en plasma; por lo tanto, la ingesta debe reducirse para prevenir la enfermedad cardíaca coronaria. Bajar las ingestas habituales de AGS, sin embargo, requiere sustitución de otros macronutrientes para mantener el equilibrio de la energía. Se investigaron las asociaciones entre el consumo de energía a partir de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), e hidratos de carbono y el riesgo de enfermedades del corazón. El objetivo era aclarar si la energía a partir de ácidos grasos insaturados o hidratos de carbono debe sustituir la energía de AGS para prevenir las enfermedades del corazón. Llegando a la conclusión de que las asociaciones, sugieren la sustitución de los AGS con AGPI en lugar de AGMI o hidratos de carbono, impidiendo la enfermedad cardíaca coronaria en una amplia gama de formas.

### **2.10.2 GESTACIÓN Y LACTACIÓN**

Sobre la base de un meta-análisis, la organización médica profesional de Estados Unidos, la Asociación Americana de Psiquiatría, concluyó que hay pruebas suficientes para recomendar en la dieta de las mujeres DHA preformado, debido a la mayor demanda de DHA en el embarazo y la lactancia (Freeman *et al.*, 2006).

Sobre la base de la media global de los estudios disponibles, las madres lactantes que brindan a sus niños lactancia materna exclusiva, transfieren 110 mg/d DHA para el lactante en promedio. Usando este valor como dato en la dosis-respuesta se puede estimar el consumo dietario de DHA en por lo menos 170 mg/d, y deriva a una ingesta adecuada (IA) de 190-210 mg/d. Este valor asegura la leche materna de DHA en un nivel ligeramente por encima de los niveles globales de DHA, y proporciona beneficios para el bebé y el mantenimiento de DHA materna (Brenna *et al.*, 2007).

DHA o la ingesta de DHA+EPA han demostrado efectos positivos en el desarrollo cognitivo de los bebés alimentados con leche materna cuyas madres tenían que aumentar la ingesta a más de 100 mg/d (Colombo *et al.*, 2004). Además, suplementos de DHA de 200-400 mg/d ha impedido signos de deficiencia basados en el desarrollo de la agudeza visual (Innis y Friesen, 2008). Por último, un importante estudio prospectivo, observacional demostró que una mayor ingesta materna de pescado se asoció con un mejor desarrollo del lenguaje verbal y coeficiente intelectual. La curva dosis-respuesta indica que la mayor parte del beneficio para el niño se obtiene con aproximadamente 300 mg/d (equivalente a 0.1% de la energía de la dieta (E)) AGPI-CL n-3 derivado de mariscos; cerca de la mitad de esto es DHA (Hibbeln *et al.*, 2007).

### **2.10.3 LOS TRASTORNOS CEREBRALES Y ENFERMEDADES MENTALES**

El costo de los trastornos cerebrales y problemas de salud mental han ido aumentando considerablemente y ahora superan el costo de otras enfermedades de salud. En los 25 estados de la Unión Europea el costo era 386 billones de euros en 2004 (Andlin-Sobocki *et al.*, 2005). En el Reino Unido en el año 2007 el costo era 77 billones de libras esterlinas y se estima para convertirse en una de las tres primeras cargas de la mala salud en todo el mundo para el año 2020. El ácido docosahexaenoico (DHA) ha sido el único ácido graso n-3 que se usa como un constituyente principal estructural y funcional de los fotorreceptores, neuronas y la sinapsis a lo largo de los 600 millones de años de evolución animal. Esto es a pesar de tener moléculas similares, tales como el ácido docosapentaenoico (DPA), que difieren en sólo un doble enlace. Esta es una de las muchas razones de peso para la absoluta necesidad de DHA para el cerebro humano.

La pregunta que surge es cómo se puede cumplir el requerimiento de DHA en el cerebro. DHA puede ser sintetizado a partir del ácido alfa-linolénico (Brenna *et al.*, 2009), pero el proceso parece ser muy ineficiente. Datos de experimentos con animales, primates y roedores demuestran que DHA en la dieta se usa con un orden de mayor magnitud de

eficiencia para el crecimiento del cerebro en comparación con su síntesis endógena de ALA (Crawford *et al.*, 1976), que es probable que represente una ventaja durante el crecimiento y el mantenimiento.

Es lógico suponer que la prioridad en el desarrollo humano se refiere al cerebro. Sobre la base de la composición del cerebro de unas 30 especies de mamíferos (Crawford *et al.*, 1976), se puede argumentar que el equilibrio objetivo de AGs n-6/n-3 en la dieta debería estar entre 2:1 y 1:1

Hay pruebas convincentes de que los hitos del desarrollo neural determinan la capacidad funcional a largo plazo del cerebro. Una vez que se pasan los hitos del cerebro puede ser demasiado tarde para intervenir con AGPI-CL n-3 en los trastornos neuropsicológicos/neurológicos como depresión y trastorno bipolar, estado de ánimo y la cognición, la enfermedad de Alzheimer, degeneración macular relacionadas con la edad, la esquizofrenia y la enfermedad de Huntington. Sin embargo, esto no significa que los AGPI n-3 no ayudan a estabilizar o incluso revertir parcialmente estas condiciones (Freeman *et al.*, 2006).

#### **2.10.4 CÁNCER COLORRECTAL**

Los AGs n-3 que atenúan el metabolismo de ácido araquidónico tienen propiedades antineoplásicas, depende de qué tanto nivel de participación tengan los AGs n-3 en la dieta, determinando así el mayor o menor riesgo para que la enfermedad progrese (Whelan y McEntee, 2004).

Invariablemente se ha observado en modelos animales, que una dieta rica en AGPI-CL n-3 inhibe la tumorigénesis de colon en comparación con AL o con un tipo de dieta occidental rica en lípidos (Rao *et al.*, 2001). Dos hipótesis apoyan la plausibilidad biológica del efecto reductor del riesgo de AGPI-CL n-3. Uno de ellos es el efecto anti-inflamatorio con la inhibición de la enzima ciclooxigenasa tipo 2 (COX-2), y el otro es el efecto apoptótico como se muestra en modelos animales (Chang *et al.*, 1998).

Como se mencionó anteriormente, el consumo de pescado no es equivalente al consumo de AGs n-3, teniendo en cuenta que el pescado contiene otros nutrientes asociados a la protección contra el cáncer, incluyendo la vitamina D y el selenio. Sin embargo, existe una correlación positiva entre los niveles sanguíneos de AGs n-3 y la ingesta de pescado (Hall *et al.*, 2008). Por lo tanto, el consumo de pescado probablemente disminuye el riesgo de cáncer colorrectal, y los datos limitados sugieren una posible relación causal entre el consumo de AGPI-CL n-3 y la reducción del riesgo de cáncer colorrectal.

### **2.10.5 ARTRITIS REUMATOIDE (AR)**

La inhibición farmacológica de la vía de la COX-2 (es decir, el metabolismo de AA) es beneficiosa en el tratamiento de síntomas de la AR. Los efectos beneficiosos de AGPI-CL n-3 se han demostrado en modelos animales de la AR y en varios, estudios aleatorios, doble ciego, controlados con placebo (Calder, 2009). Aproximadamente 20 de los últimos estudios se han realizado. Estos han utilizado entre 2.1 y 7 g (media de aproximadamente 3.3 g) AGPI-CL n-3/d y su duración fue 12 a 52 semanas. Casi todos estos estudios reportan muchos efectos favorables (por ejemplo, reducción del número de articulaciones inflamadas o sensibles, disminución de la duración de la rigidez matinal, reducción del uso de medicamentos anti inflamatorios). Un meta-análisis confirma el beneficio en estos resultados (Calder, 2009) y hay pruebas convincentes de un beneficio con una dosis adecuada.

### **2.11 EL CONSUMO DIARIO RECOMENDADO PARA LOS AGs n-3**

La evidencia disponible indica que 0.5 a 0.6% de Energía de la dieta (E) de ALA por día corresponde a la prevención de los síntomas de deficiencia. La ingesta total de AGs n-3 puede oscilar entre 0.5-2% E mientras que el requisito mínimo de la dieta de ALA (> 0,5% E) para adultos previene los síntomas de deficiencia. El mayor valor del 2% E incluye (ALA y EPA+DHA (0.25 g - 2 g)) pueden ser parte de una dieta saludable. Mientras que el ALA puede tener propiedades específicas, hay evidencia de que los AGPI-CL n-3 pueden contribuir a la prevención de las enfermedades del corazón y posiblemente otras enfermedades degenerativas del envejecimiento. Para los hombres adultos y las mujeres adultas no embarazadas/no lactantes se recomienda 0.25 g/d de EPA + DHA. Para adultos hembras gestantes y lactantes, el consumo mínimo para la salud del adulto óptima y el desarrollo fetal e infantil es de 0.3 g/d de EPA + DHA, de los cuales al menos 0.2 g/d debe haber DHA (Bjerve *et al.*, 1989).

La Organización Mundial de la Salud y las agencias de salud gubernamentales de varios países recomiendan consumir (0.3-0.5) g de (EPA + DHA) y 0.8 a 1.1g de ALA (Kris-Etherton *et al.*, 2003)

El consumo de EPA + DHA se ha fijado en 2 g/d debido a la evidencia experimental indica que ingestas altas de suplementos AGPI-CL n-3 pueden aumentar la peroxidación lipídica y reducir la producción de citoquina (Vedin *et al.*, 2008). Sin embargo, los expertos también reconocieron los valores de consumo más altos, de hasta 3 g/d para reducir otros factores de riesgo cardiovascular y no han tenido efectos negativos en corto y mediano plazo en ensayos

aleatorios al azar, y que algunos individuos en poblaciones con alto consumo de mariscos consumen más altos valores sin evidencia aparente de daño. En este sentido, los expertos señalaron que el valor de referencia de Australia y Nueva Zelanda para el valor máximo de ingesta de EPA + DHA + DPA se ha fijado en 3 g/d (NHMRC, 2006) y en la Administración de alimentos y drogas de los Estados Unidos después de haber establecido un valor “generalmente considerado como seguro” de 3 g/d para AGPI-CL n-3 (IOM, 2005), después de una cuidadosa consideración y un extenso debate y teniendo en cuenta la cuestión de la sostenibilidad de la oferta de pescado, los expertos estuvieron de acuerdo en el valor de 2 g/d de EPA + DHA.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Programa de Investigación y Proyección Social en Carnes, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima.

La investigación tuvo una duración de siete semanas, de febrero a abril del 2014.

#### **3.2 INSTALACIONES Y EQUIPOS**

Los animales fueron criados dentro de un galpón de material noble, de buena ventilación y con temperatura que varió entre 19°C y 23°C, que fue registrado a las 8:00 y 12:00, horas respectivamente.

Se utilizó una batería galvanizada con tres niveles y cada una con seis jaulas, haciendo un total de 18 jaulas, cuyas dimensiones son de 0.28 m de ancho, 0.38 m de largo y 0.28 m de altura.

Para el suministro del concentrado se utilizaron comederos de acero inoxidable de forma rectangular, con capacidad de 250 g para toda la prueba. Como bebederos se utilizaron chupones que fueron conectados a un envase de capacidad (10 litros), colocados en la parte superior de la batería. Para la medición de peso vivo de los animales, alimento balanceado, forraje verde y carcasa se utilizó una balanza de 8 Kg de capacidad con 0.1 g de aproximación.

### **3.3 ANIMALES EXPERIMENTALES**

Se utilizaron un total de 18 cuyes machos mejorados destetados, con una edad de 21±2 días, con peso inicial promedio de 397g, procedentes de la granja de cuyes de Cieneguilla, identificados con aretes de aluminio. Se pesaron individualmente y luego fueron distribuidos en un Diseño Completamente Randomizado, en tres tratamientos con seis repeticiones, siendo cada cuy una Unidad Experimental (U.E.).

### **3.4 TRATAMIENTOS**

Durante los primeros 5 días, se llevó a cabo el periodo de acostumbramiento a la jaula, bebedero y comedero. Además, se empleó los 9 días siguientes como periodo pre-experimental a los respectivos tratamientos:

**T1: Solo alfalfa verde**

**T2: Alimentación mixta** (Alimento balanceado “Cuy Mixto La Molina” + alfalfa verde (10% del PV))

**T3: Alimentación integral** (Solo alimento balanceado “Cuy Integral La Molina”)

En los tres tratamientos se tuvieron en cuenta las pérdidas por desperdicio y los residuos encontrados en los comederos tanto de concentrado como de alfalfa.

### **3.5 ALIMENTACIÓN**

#### **3.5.1 FORRAJE**

Se utilizó alfalfa verde y se suministró a los animales, previo oreo y eliminación de plantas de otras especies diferentes a la alfalfa. Se ofreció en forma *ad libitum* solo en el **T1**, y 10% del peso vivo (PV) en el **T2**. Además, se pesó el residuo de cada jaula diariamente (8:30 a 9:30 horas) obteniendo el consumo diario de alfalfa por jaula.

### 3.5.2 ALIMENTO BALANCEADO

Los alimentos balanceados, fueron adquiridos de la Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social de Alimentos, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de La Molina, cuya composición de ingredientes y valor nutricional se muestran en las Tablas 2 y 3. Los animales del **T2**, fueron sometidos a una alimentación mixta constituido por un alimento balanceado “Cuy Mixto La Molina” + alfalfa (10% del peso PV), como fuente de vitamina C, y los animales del **T3**, fueron sometidos a una alimentación integral constituido por un alimento balanceado “Cuy Integral La Molina”, en el cual está incluido la vitamina C.

El alimento balanceado en la forma física de pellet, fue ofrecido *ad libitum*, en los comederos por las mañanas (8:30 a 9:30 horas). El consumo de alimento se obtuvo semanalmente, mediante la resta de la cantidad de alimento que fue ofrecido y la cantidad de residuo que se encontró.

**Tabla 2: Composición porcentual de los alimentos balanceados (tal como ofrecido)**

Ingredientes	"Cuy Mixto La Molina"	"Cuy Integral La Molina"
Afrecho	59.010	58.995
Hominy feed	17.000	17.000
Forraje seco maíz	11.000	11.000
Torta de soya	7.500	7.500
Heno de alfalfa	3.000	3.000
Pasta de algodón	1.000	1.000
Carbonato de calcio	1.000	1.000
Sal iodada	0.300	0.300
Fosfato dicálcico	0.100	0.100
Metionina	0.050	0.050
Proapack 8	0.040	0.040
Ácido ascórbico	0.000	0.015

FUENTE: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia. UNALM.

**Tabla 3: Valor nutricional calculado de los alimentos balanceados**

Nutrientes	"Cuy Mixto La Molina"	"Cuy Integral La Molina"
E. Digestible, Mcal/kg, Mín.	2.90	2.90
Proteína, % Mín.	19.00	19.00
Fibra, % Mín.	10.00	10.00
Calcio, % Máx.	0.80	0.80
Fósforo Total, % Mín.	0.80	0.80
Sodio, % Mín.	0.20	0.20
Lisina, % Mín.	0.84	0.84
Met - Cist. % Mín.	0.60	0.60
Arginina, % Mín.	1.20	1.20
Treonina, % Mín.	0.60	0.60
Triptófano, % Mín.	0.18	0.18
Ácido ascórbico, mg/100g	0.00	15.00

*FUENTE: Planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia. UNALM*

### **3.5.3 AGUA**

El agua limpia y fresca que se suministró a los animales fue de libre disposición por medio de chupones para todos los tratamientos.

### **3.6 ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS ALIMENTOS**

El análisis proximal de los alimentos (Tabla 4), es decir tanto de la alfalfa como de los alimentos balanceados fue realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) del Departamento Académico de Nutrición de la Facultad de Zootecnia, UNALM, utilizando el Método A.O.A.C (2005). Para ello, se pesó 500 g de cada uno de los alimentos balanceados y la alfalfa, los cuales fueron depositados en bolsas plásticas debidamente rotulados para luego ser enviados al laboratorio.

**Tabla 4: Análisis proximal de los alimentos**

	Alfalfa	“Cuy Mixto La Molina”	“Cuy Integral La Molina”
Materia seca (MS) %	13.23	88.75	89.03
Análisis químico (g/100g materia seca)			
Proteína cruda	26.82	21.06	20.61
Grasa	1.75	4.90	4.59
Fibra cruda	23.9	10.69	10.64
Ceniza	8.10	7.70	7.71
Extracto libre de nitrógeno	39.42	55.65	56.45

FUENTE: LENA

### 3.7 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ALIMENTOS

El perfil de ácidos grasos y el contenido de grasa de los alimentos (Tabla 5), es decir tanto de la alfalfa como de los alimentos balanceados fue realizado en el Laboratorio de Certificaciones del Perú (CERPER) a través de cromatografía de gases. Para ello, al final de la parte experimental, las dos muestras de alimento balanceado y una muestra compuesta de alfalfa (secado y molido) se colocaron en bolsas plásticas de polietileno, previamente identificadas y rotuladas, luego remitidas a CERPER. Donde para la extracción de grasa, se utilizó el Método NTP 209.019 (1976) y para la determinación del perfil de ácidos grasos el Método 996.06 (A.O.A.C) (2012).

**Tabla 5: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos**

	Alfalfa	“Cuy Mixto La Molina”	“Cuy Integral La Molina”
Grasa (g/100 g de muestra)	2.2	4.6	4.6
Ácidos grasos, % del total de ácidos grasos			
C13:0	1.5	ND	ND
C16:0	23.4	16	16
C18:0	3.3	2.5	2.4
C16:1 n-7	13.7	ND	ND
C18:1 n-9	1.3	20.3	19.7
C18:2 n-6	15.7	54.0	55.8
C18:3 n-6	8.3	1.3	ND
C18:3 n-3	25.1	4.9	5.2
C20:2 n-6	ND	0.7	0.7
C20:3 n-6	ND	0.2	0.2
C21:0	7.8	ND	ND
ΣAGS	36.0	18.5	18.4
ΣAGMI	15.0	20.3	19.7
ΣAGPI	49.1	61.1	61.9
ΣAG n-6	24	56.2	56.7
ΣAG n-3	25.1	4.9	5.2
C18:2 n-6/C18:3 n-3	0.6	11.0	10.7
ΣAG n-6/ΣAG n-3	0.96	11.47	10.9

FUENTE: CERPER, ND: No detectado.

ΣAGS: sumatoria de ácidos grasos saturados (C13:0 + C16:0 + C18:0 + C21:0).

ΣAGMI: sumatoria de ácidos grasos monoinsaturados (C16:1 + C18:1).

ΣPUFA: sumatoria de ácidos grasos poliinsaturados (ΣAG n-3 + ΣAG n-6).

ΣAG n-6: sumatoria de ácidos grasos n-6 (C18:2 + C18:3 + C20:2 + C20:3).

ΣAG n-3: sumatoria de ácidos grasos n-3 (C18:3).

### 3.8 SANIDAD

Se tomaron medidas preventivas tales como condiciones controladas para el ingreso de personas, desinfección de la batería, así como limpieza constante de los comederos, y remoción de la excretas. La desinfección de la batería con sus respectivas jaulas y comederos se realizó con detergente para eliminar microorganismos patógenos. Una semana después de la desinfección se alojaron los animales. Los comederos fueron semanalmente lavados y desinfectados con detergente y lejía (30 ml/L de agua). Además en la entrada del galpón se dispuso de cal para la desinfección del calzado.

La remoción de las excretas se realizó diariamente para el T1 y T2, debido a que se retiró el residuo de la alfalfa para poder determinar el consumo de forraje diario y cada tres días para el T3.

### **3.9 METODOLOGÍA**

#### **3.9.1 GANANCIA DE PESO**

El control del peso vivo de los animales se tomó al inicio del experimento y después semanalmente, en forma individual, a la misma hora (08:30 – 09:30 horas) antes del suministro de alimentos. La medición del crecimiento del cuy se determinó por el peso vivo ganado en cada periodo de tiempo (semana).

$$\text{Ganancia de Peso Vivo} = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial.}$$

Para la toma de pesos se introdujo individualmente a los animales en una jaula de malla metálica colocada sobre la balanza de precisión previamente calibrada para eliminar errores en el registro de los pesos.

#### **3.9.2 CONSUMO DE ALIMENTO**

El consumo del alimento balanceado se calculó, semanalmente, de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{alimento ofrecido} - (\text{residuo} + \text{desperdicio})$$

La cantidad de forraje ofrecido, de acuerdo al peso vivo, se registró diariamente.

#### **3.9.3 CONVERSIÓN ALIMENTARIA**

La conversión alimentaria se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Conversión Alimentaria} = \text{Consumo de Alimento Semanal} / \text{Ganancia de Peso Semanal}$$

#### **3.9.4 RENDIMIENTO DE CARCASA**

El rendimiento de carcasa fue determinado en 18 cuyes (seis por tratamiento), previo ayuno de 12 horas, antes del sacrificio. La carcasa incluyó piel, patas, cabeza, miembros anteriores y posteriores y vísceras rojas (corazón, pulmones, hígado, riñones y bazo).

El rendimiento de la carcasa (RC) fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{RC} = (\text{peso de vísceras total} + \text{peso carcasa}) / \text{peso vivo referido a 100}$$

### 3.9.5 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA

Las carcasas excluyendo la cabeza y las vísceras rojas se colocaron en bolsas plásticas de polietileno, previamente identificadas y rotuladas, luego fueron remitidas al Laboratorio de Certificaciones del Perú (CERPER) donde se procesó para extraer la grasa total y luego determinar el perfil de AGs a través de cromatografía de gases. Para la extracción de grasa se utilizó el Método NTP 201.016 (2002) y para la determinación del perfil de ácidos grasos el Método 996.06 (A.O.A.C) (2012).

### 3.9.6 DISEÑO ESTADÍSTICO

El estudio se llevó a cabo bajo un Diseño Completamente Randomizado (DCR), con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Cada repetición estaba conformada por un cuy alojado en una jaula.

El análisis de varianza de los datos se realizó con el programa Statistical Analysis System (SAS, 2002) y La comparación de medias se llevó a cabo con la prueba de Duncan (Duncan, 1955).

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = 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).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESPUESTA PRODUCTIVA

#### 4.1.1 CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de materia seca total se presenta en la Tabla 6. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el consumo, mostrando que el T2 es superior al T3 y, este al T1.

**Tabla 6: Respuesta productiva de los cuyes**

Medición	Tratamiento		
	T1	T2	T3
Consumo de alimento, g MS/c	1953.5 <sup>c</sup>	2478.3 <sup>a</sup>	2166.5 <sup>b</sup>
Ganancia de peso, g/c	416.2 <sup>c</sup>	678.3 <sup>a</sup>	592.8 <sup>b</sup>
Conversión alimentaria	4.7 <sup>a</sup>	3.7 <sup>b</sup>	3.7 <sup>b</sup>
Rendimiento carcasa, %	69.8 <sup>b</sup>	72.7 <sup>a</sup>	73.7 <sup>a</sup>

*T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.*

*a,b,c: Promedios con letras diferentes en las filas expresan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).*

*g MS/c: gramos de materia seca/cuy.*

Estos resultados obtenidos son similares a los encontrados por Aybar (2011), quien trabajó con tratamientos dietarios similares al presente estudio de investigación. Es decir, cuyes alimentados con solo forraje verde tienen bajo consumo de alimento, estos resultados son consistentes con los presentados por Kouakou *et al.* (2013), debido a que el forraje verde es

deficiente en energía, además es un alimento fibroso que carece de otros nutrientes en cantidad y calidad, limitando el consumo (Jiménez, 2007). Sin embargo, una alimentación mixta garantiza el mayor consumo de alimento, estos resultados concuerdan con Guevara (2009), quien trabajó con una alimentación mixta utilizando como fuente de forraje verde (rastrojo de brócoli), debido a que el mejor alimentado, exterioriza mejor su potencial genético y mejora su producción, la administración de balanceado cubra principalmente los niveles de energía que normalmente los forrajes presentan deficiencia (Rivas, 1995).

#### **4.1.2 GANANCIA DE PESO**

La ganancia de peso se presenta en la Tabla 6. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la ganancia, en el cual se muestra que el T2 es superior al T3 y, este al T1.

Cuyes alimentados con solo forraje verde presentaron la más baja ganancia de peso, debido a que un forraje es un alimento voluminoso que tiene poco peso por unidad de volumen, que sirve sólo para el mantenimiento de los animales. Sin embargo, estos resultados difieren con lo de Kouakou *et al.* (2013), quienes obtuvieron ganancias muy bajas, con un sistema de alimentación con solo forraje verde, posiblemente debido, a que estos forrajes difieren mucho, en valor nutricional con respecto a la alfalfa, así también por la genética de los animales utilizados en dicho estudio.

La mayor ganancia de peso, obtenido por el T2, es explicada por el mayor consumo de materia seca del T2. Similares resultados reportaron Aybar (2011) y Guevara (2009) quienes trabajaron con un sistema de alimentación mixto con la única variación de la fuente de forraje verde de este último autor, quien utilizó rastrojo de brócoli.

Tal como lo mencionan Huamán (2007) y Rivas (1995), que utilizando una alimentación mixta se alcanza niveles superiores de consumo y ganancia de peso debido a que el alimento balanceado cubre todos los requerimientos nutricionales necesarios para un óptimo crecimiento; asimismo tiene aceptabilidad en los animales.

Los animales alimentados con una alimentación integral tienen una ganancia de peso menor, dado posiblemente por la falta de la gran disponibilidad de nutrientes que ofrece la alfalfa, además, la alfalfa verde no ha tenido tratamientos térmicos que puedan deteriorar su calidad como sucede con el alimento comercial al someterse al peletizado, en el cual desnaturaliza vitaminas e incluso aminoácidos.

### **4.1.3 CONVERSIÓN ALIMENTARIA**

La conversión alimentaria se presenta en la Tabla 6. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para el T1, sin embargo no hubo una diferencia significativa entre los tratamientos T2 y T3.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Calvache (2005), quien encontró diferencias significativas entre conejos alimentados con solo forraje verde y una alimentación mixta. De igual manera, Guevara (2011), reportó conversiones de 3.7 para una alimentación mixta, la cual coincide con el T2 del presente estudio de investigación.

Del mismo modo, en el trabajo de Aybar (2011), se encontraron conversiones de 7.8 para cuyes alimentados con solo alfalfa verde; valor superior a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, probablemente debido, a la baja calidad de la alfalfa y a la duración de 7 semanas. Sin embargo, conversión de 2.6 para cuyes criados con alimentación mixta, valor relativamente menor, a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, esto posiblemente debido, a la alimentación *ad libitum* de alfalfa y concentrado que hubo en dicho estudio.

### **4.1.4 RENDIMIENTO DE CARCASA**

El rendimiento de carcasa con vísceras (hígado, corazón, pulmón, riñones y bazo) se presenta en la Tabla 6. Los tratamientos tuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para el T1, mas no entre el T2 y T3.

Estos resultados coinciden a los obtenidos por Aybar (2011), quien reportó 67.8% para cuyes alimentados con alfalfa verde; y de 71.0% para cuyes criados con alimentación mixta. Del mismo modo, Guevara (2009), quien reportó 70.7% para cuyes criados con alimentación mixta, dichos valores concuerdan con el presente trabajo de investigación.

Sin embargo, estos valores difieren con Kouakou *et al.* (2013), quienes trabajando con un sistema de alimentación con solo forraje verde, obtuvieron un rendimiento muy bajo se 36.8% con respecto al presente estudio, esto debido probablemente al valor nutricional de los forrajes utilizados en las investigación y al medio ambiente en la cual fue llevado a cabo dicho estudio.

## 4.2 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE CARCASA DE CUY

El contenido de grasa (g/100g de carcasa) se presenta en la Tabla 7. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para T1 mas no entre el T2 y T3.

Tabla 7: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de carcasa

	T 1	T 2	T3
Grasa (g/100 g de muestra), g	8.7 <sup>b</sup>	15.3 <sup>a</sup>	16.6 <sup>a</sup>
Ácidos grasos, % del total de ácidos grasos			
C16:0	16.33 <sup>b</sup>	19.56 <sup>a</sup>	18.67 <sup>ab</sup>
C18:0	9.41 <sup>a</sup>	7.31 <sup>a</sup>	8.67 <sup>a</sup>
C16:1 n-7	7.35 <sup>a</sup>	5.42 <sup>a</sup>	5.96 <sup>a</sup>
C18:1 n-9	8.42 <sup>b</sup>	16.24 <sup>a</sup>	15.20 <sup>a</sup>
C18:2 n-6	21.11 <sup>b</sup>	32.71 <sup>a</sup>	34.57 <sup>a</sup>
C18:3 n-6	8.81 <sup>a</sup>	8.00 <sup>b</sup>	9.55 <sup>a</sup>
C18:3 n-3	20.61 <sup>a</sup>	7.32 <sup>b</sup>	4.04 <sup>c</sup>
C20:3 n-3	4.77	1.84	2.60
C21:0	3.56	1.07	ND
ΣAGS	29.30 <sup>a</sup>	27.94 <sup>a</sup>	27.34 <sup>a</sup>
ΣAGMI	15.77 <sup>b</sup>	21.66 <sup>a</sup>	21.16 <sup>a</sup>
ΣAGPI	55.30 <sup>a</sup>	49.87 <sup>b</sup>	50.76 <sup>ab</sup>
ΣAG n-6	29.92 <sup>c</sup>	40.71 <sup>b</sup>	44.12 <sup>a</sup>
ΣAG n-3	25.38 <sup>a</sup>	9.16 <sup>b</sup>	6.64 <sup>c</sup>
C18:2 n-6/C18:3 n-3	1.02 <sup>c</sup>	4.47 <sup>b</sup>	8.56 <sup>a</sup>
ΣAG n-6/ΣAG n-3	1.18 <sup>c</sup>	4.44 <sup>b</sup>	6.64 <sup>a</sup>

FUENTE: CERPER, ND: No detectado.

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.

a,b,c: Promedios con letras diferentes en las filas expresan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

g/100g: gramos/100g de carcasa.

ΣAGS: sumatoria de ácidos grasos saturados (C16:0 + C18:0 + C21:0).

ΣAGMI: sumatoria de ácidos grasos monoinsaturados (C16:1 + C18:1).

ΣPUFA: sumatoria de ácidos grasos poliinsaturados (ΣAG n-3 + ΣAG n-6).

ΣAG n-6: sumatoria de ácidos grasos n-6 (C18:2 + C18:3).

ΣAG n-3: sumatoria de ácidos grasos n-3 (C18:3 + C20:3).

Los cuyes alimentados con solo alfalfa verde, tienen bajo contenido de grasa a diferencia de los otros dos sistemas de alimentación (mixta e integral), estos resultados coinciden con los

de Kouakou *et al.* (2013) quienes evaluaron forraje verde en dietas de cuyes y reportaron valores similares al T1 para el contenido de grasa, la sutil diferencia que existe entre este autor y la presente investigación, se debe probablemente, al valor nutricional de cada forraje utilizado en los respectivos trabajos (Boufaied *et al.*, 2003 y Kouakou *et al.*, 2013). Del mismo modo Guevara (2009), quien trabajó con una alimentación mixta reportó valores similares al T2 para el contenido de grasa, el cual fue ligeramente superior a lo obtenido en el presente estudio, probablemente debido, a la mayor edad de los cuyes y a los ingredientes utilizados por el autor.

Estos trabajos, muestran la misma tendencia, de que cuyes alimentados con solo forraje verde tienen bajo contenido de grasa en la carcasa y dentro de ellas, cuyes alimentados con solo gramínea son los que tienen el más bajo nivel de grasa con respecto a los alimentados con un determinado tipo de leguminosa y alimento balanceado, debido a que las gramíneas son más deficientes en energía. Sin embargo, estos resultados difieren con Razminowicz *et al.* (2006), quienes encontraron, que en rumiantes el contenido de grasa en el tejido muscular (*Longissimus dorsi*), mas no en la carcasa, no se vio afectado significativamente por el tipo de alimentación.

#### **4.2.1 ÁCIDOS GRASOS SATURADOS (AGS)**

El contenido de AGS expresado como porcentaje del total de ácidos grasos, se presenta en la Tabla 7. Se observa que el contenido de AGS no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos. Sin embargo, se observa que el contenido de ácido palmítico presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos; donde el T2 presentó el mayor contenido seguido por el T3 y finalmente con menor contenido para el T1. Estos resultados concuerdan con Kouakou *et al.* (2013), quienes trabajaron con un sistema de alimentación basado con solo forraje verde, donde no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para el contenido de AGS. También, en trabajos utilizando un sistema de alimentación mixta, Guevara (2009) y Betancourt<sup>1</sup> y Díaz (2014); reportaron 30.5% y 32.6%, respectivamente. Las diferencias que existen entre los trabajos citados anteriormente con el presente trabajo de investigación son mínimas, y estas diferencias posiblemente se deban, al valor nutricional de cada especie forrajera utilizada, a los ingredientes utilizados en la preparación de los alimentos balanceados y además a la edad de los animales empleados en dichas investigaciones.

Del mismo modo, en el trabajo realizado por Razminowicz *et al.* (2006), quienes trabajaron con rumiantes con dos sistemas de alimentación (solo forraje verde e integral (alimento balanceado de engorde)), donde no hubo diferencias estadísticamente significativas en el contenido de AGS en el tejido muscular (*Longissimus dorsi*). Sin embargo, el contenido fue superior (45%) al obtenido en el presente trabajo de investigación, debido a la biohidrogenación microbiana. Por otra parte, en este estudio demostramos que el contenido de ácido oleico (C18:1 n-9) es muy bajo respecto a otras especies como el cerdo, ovino y vacuno.

El consumo de alimentos con alto contenido de grasas saturadas (40% y 50%), y bajo en ácidos grasos poliinsaturados, es considerado un factor de riesgo para la salud humana (Gallagher *et al.*, 1992).

Según Enser *et al.* (1996) en referencia a las carnes de cerdo, conejo y pollo, la carne vacuna contiene altos niveles de AGS especialmente ácido palmítico C16:0 y algo de esteárico C18:0, los cuales son ácidos grasos hipercolesterolémicos, por lo anterior se han hecho investigaciones que condujeron a cambiar la composición de ácidos grasos en las carnes; con la disminución en AGS y el aumento del AGMI Y AGPI, a partir de la manipulación en la dieta.

#### **4.2.2 ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS (AGPI)**

El contenido de AGPI expresado como porcentaje del total de ácidos grasos, se presenta en la Tabla 7. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para T1 ligeramente superior al T3 y este al T2.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Kouakou *et al.* (2013), quienes al evaluaron en un sistema de alimentación con forraje verde, presentaron valores de 51-52% en el contenido de AGPI. Del mismo modo, en el trabajo realizado por Guevara (2009), quien trabajó con un sistema de alimentación mixta (41.86%), y dentro de ello un tratamiento fue suplementada con semillas de sacha inchi (50.25%) como fuente de ALA, en vez de forraje. Además, en el estudio presentado por Betancourt<sup>1</sup> y Díaz (2014), quienes evaluaron en un sistema de alimentación integral, reportaron un 40.3% de AGPI en el tejido muscular.

Los trabajos presentados anteriormente, ofrecen claramente la misma tendencia, que el presente estudio. Es decir, que cuyos alimentados con un sistema de alimentación a base de

solo forraje verde o suplementadas como semillas de Sacha Inchi, ambas fuentes de ALA, presentaron mayor contenido de AGPI que los alimentados con los otros dos sistemas de alimentación (mixta e integral), esto se debe a que la semilla de Sacha Inchi y la alfalfa son fuentes importantes de AGPI en especial de ácido graso  $\alpha$ -linolénico (Boufaied *et al.*, 2003 y Walker *et al.*, 2004).

Sin embargo, estos resultados difieren con el trabajo realizado por Razminowicz *et al.* (2006), quienes trabajaron con rumiantes, presentaron un bajo contenido de AGPI en el tejido muscular, para un sistema de alimentación en base a forraje verde y en un sistema de alimentación integral( alimento balanceado para engorde), esto se debe a que en los rumiantes, los ácidos; linoleico y alfa-linolénico, se metabolizan en ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) y ácidos grasos saturados (AGS) en el rumen por biohidrogenación microbiana (Enser *et al.*, 1996).

Altas concentraciones de AGPI en los alimentos de origen vegetal (forraje verde), se puedan depositar en el tejido fino de los animales produciendo la deposición creciente de estos ácidos grasos en la carne, dichas concentraciones son la causa para que los ácidos grasos insaturados aumenten en el tejido sin alterar el sabor de la carne, así se demuestra una nueva manera de proporcionar productos animales más sanos para los seres humanos (Walker *et al.*, 2004).

- **ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3: ALA o C18:3, n-3**

El contenido de ALA expresado como porcentaje del total de ácidos grasos, se presenta en la Tabla 7. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para T1 superior al T2 y este al T3.

Tanto para los AGs n-3 y dentro de ellos el ALA, estos resultados coinciden con el trabajo realizado por Kouakou *et al.* (2013), quienes reportaron valores similares al presente trabajo de investigación en el contenido de AGs n-3 y ALA en cuyes alimentados con solo forraje verde. De la misma manera, Guevara (2009) y Betancourt y Díaz (2014) trabajando con cuyes criados bajo dos sistemas de alimentación mixta e integral respectivamente, reportaron valores similares con el presente estudio. Sin embargo, Razminowicz *et al.* (2006), quienes trabajaron con rumiantes reportaron valores numéricamente inferiores al presente trabajo de investigación pero con la misma tendencia. Es decir, animales alimentados a base a forraje

verde contienen mayor contenido de AGs n-3 y ALA que los criados con los otros dos sistemas de alimentación (mixta e integral).

El ácido  $\alpha$ -linolénico es el precursor de los AGPI-CL n-3 (EPA y DHA), sin embargo, se han encontrado cantidades importantes de ALA en el T1 (ALA, aproximadamente 1.8 g/100g de carcasa), por lo que si se reducen los niveles de AL en esta carne, su composición de ácidos grasos podría ser más adecuada para una dieta saludable. Así, se conseguiría reducir la relación AGs n-6/ n-3 (Ramírez *et al.*, 2004).

#### • **ÁCIDOS GRASOS OMEGA-3: EPA y DHA**

El contenido de AGs n-3 expresado como porcentaje del total de ácidos grasos, se presenta en la Tabla 7. Los tratamientos tuvieron efecto presentándose diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), para T1 superior al T2 y este al T3.

En el presente trabajo de investigación no se detectaron niveles de EPA ni DHA, estos resultados coinciden con los reportados por Betancourt1 y Díaz (2014) y Guevara (2009), este último utilizó la semilla de Sacha Inchi como fuente de ALA. Sin embargo, difiere con el trabajo llevado a cabo por Kouakou *et al.* (2013), quienes presentaron niveles de EPA (0.25%) y DHA (0.72 %) en la carcasa de cuyes alimentados con forraje verde. Estas diferencias con el presente estudio de investigación, pueden ser atribuidas a diferentes ambientes, dentro del cual la dieta es un factor importante, posiblemente debido, a la diferencia nutricional en el contenido de ALA entre los forrajes utilizados. Además, la metabolización de ALA a la cadena larga parece ser afectada por varios factores como cantidades de otros ácidos grasos en la dieta como AL, sexo, especies animales, etc. Varias revisiones relativas al metabolismo de ALA a EPA, DPA y DHA han aparecido recientemente (Burdge y Calder, 2005).

#### **4.2.3 RELACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS OMEGA-6/OMEGA-3 (AGs n-6/n-3)**

En cuanto a la relación de ácidos grasos omega-6/omega-3 se demostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tres tratamientos tal como se presenta en la Tabla 7, donde el T1 presentó la menor relación AGs n-6/n-3, seguida por el T2 y finalmente la mayor relación para el T3.

Estos resultados son consistentes con los de Kouakou *et al.* (2013), quienes trabajando con un sistema de alimentación a base de forraje verde presentaron bajas relaciones de AGs n-

6/n-3, similares con el T1. Sin embargo, Guevara (2009) quien trabajó con un sistema de alimentación mixta reportó una relación de AGs n-6/n-3, mayor al presente estudio, debido posiblemente a que la fuente de forraje tubo bajo contenido de ALA y que los ingredientes utilizados en la preparación del alimento balanceado fueron ricos en AL. Del mismo modo, Betancourt y Díaz (2014), quienes trabajaron con un sistema de alimentación integral reportaron relaciones de AGs n-6/n-3, muy bajo con respecto al presente estudio, debido probablemente a que los ingredientes utilizados para preparar el alimento balanceado tuvieron fuente de ALA como el heno de alfalfa.

Las diferencias que pudieron haber entre los autores citados anteriormente y el presente estudio, son meramente numéricas, esto debido fundamentalmente al perfil lípido de cada forraje verde utilizado en la alimentación como lo muestra la Tabla 1 (Boufaied *et al.*, 2003 y Kouakou *et al.*, 2013).

## V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Cuyes alimentados con solo alfalfa verde tuvieron menor consumo de alimento, menor ganancia de peso, mayor conversión alimentaria y menor rendimiento de carcasa que los animales que recibieron los otros dos tipos de alimentación (mixta e integral).
2. Cuyes alimentados con solo alfalfa verde tuvieron menor cantidad de grasa que los animales que recibieron los otros dos tipos de alimentación (mixta e integral).
3. Carcasas de cuyes alimentados con solo alfalfa verde tuvieron mayor cantidad de AGs n-3, particularmente de ácido  $\alpha$ -linolénico (C18:3, n-3) y menor cantidad de AGs n-6, resultando en una menor relación de AGs n-6/n-3.

## VI. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó la investigación y en base a los resultados obtenidos, se recomienda:

1. Sugerir el consumo de carne de cuyes alimentados con solo forraje verde, como fuente de AGs de la familia n-3, particularmente del ácido  $\alpha$ -linolénico por sus bondades en nutrición humana.
2. Investigar la capacidad de deposición de AGs de la familia n-3, de la combinación de Ryegrass + Trébol utilizados como forraje verde en la alimentación de cuyes.
3. Realizar estudios económicos para determinar la rentabilidad que tienen las granjas de cuyes que se dedican a la crianza de animales con solo forraje verde.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C - 996.06, c14, 19th Ed. 2012. Fat (total, saturated, and unsaturated) in food hydrolytic extraction gas chromatographic method.

A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 18th edition. Gaithersburg. USA.

ANDLIN-SOBOCKI, P., JONSSON, B., WITTCHEN, H.U. & OLESEN, J. 2005. Cost of disorders of the brain in Europe. Eur. J. Neurol., 12 (Suppl.) 1: 1-27.

AYBAR, M. 2011. Perfil lipídico sanguíneo de cuyes en crecimiento en el c.e. pampa del arco – Ayacucho”. Tesis. M. V. Ayacucho - Perú. 98 pág.

BARCELO-COBLIJN, G. & MURPHY, E.J. (2009). Alpha-linolenic acid and its conversion to longer chain n-3acids: benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. Progress in Lipid Research, 48:355-374.

BAUCHART, D; VERITE, R; EMOND, B. 1984. Long-chain fatty acid digestion in lactating cows fed fresh grass from spring to autumn. Can. J. Anim. Sci. 64 (Suppl) 330-331.

BETANCOURT, L; AND DIAZ G. 2014. Fatty Acid Profile Differences Among the Muscle Tissue of Three Rodents (*Hydroahoerus hydrochaeris*, *Cuniculus paca* and *Cavia porcellus*) and one Lagomorph (*Oryctolagus cuniculus*) Journal of Food and Nutrition Research, Vol. 2, No. 10, 744-748.

BJERVE, K.S., FISCHER, S., WAMMER, F. & EGELAND, T. 1989. Alpha-linolenic acid and long chain omega-3 fatty acid supplementation in three patients with omega-3 fatty acid deficiency: effect on lymphocyte function, plasma and red cell lipids, and prostanoid formation. Am. J. Clin. Nutr., 49: 290-300.

BOUFAIED, H; CHOUINARD, P. Y; TREMBLAY, G. F; PETIT, H. V; MICHAUD, R; AND BELANGER, G. 2003. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. Can. J. Anim. Sci. 2003; 83: 501–511.

BRENNA, J.T., N, SALEM, A.J. SINCLAIR, S.C. CUNNANE. 2009.  $\alpha$ -Linolenic Acid Supplementation and Conversion to N-3 Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids in Humans. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 80:85-91.

BRENNA, J.T., VARAMINI, B., JENSEN, R.G., DIERSEN-SCHADE, D.A., BOETTCHER, J.A. & ARTERBURN, L.M. 2007. Docosahexaenoic and arachidonic acid concentrations in human breast milk worldwide. Am J Clin Nutr 85:1457-1464.

BRITISH NUTRITION FOUNDATION. 1996. Diet and heart disease: A round table of fact, Ed. M. Ashwell, 2 ed., BNF, London.

BURDGE, G.C., P.C. CALDER. 2005. Conversion of  $\alpha$ -linolenic Acid to Longer-chain Polyunsaturated Fatty Acids in Human Adults. Reproduction, Nutrition and Development, 45 (2005):581-597.

CALDER, P.C. 2009. Polyunsaturated fatty acids and inflammation: therapeutic potential in rheumatoid arthritis. Curr. Rheumatol. Rev., 5, 214-225.

CALVACHE, I. 2005. Evaluación del contenido de ácidos grasos en la canal de conejos alimentados con morera (*Morus alba*). Tesis. Ingeniero Zootecnista. Universidad de la Salle. Bogotá – Colombia. 108 pág.

CHANG, W.L., CHAPKIN, R.S. & LUPTON, J.R. 1998. Fish oil blocks azoxymethane-induced rat colon tumorigenesis by increasing cell differentiation and apoptosis rather than decreasing cell proliferation. J. Nut., 128: 491-497.

CHAUCA, L. 1997. Producción de cuyes. FAO, INIA. Lima - Perú. 77 pág.

COLOMBO, J., KANNASS, K.N., SHADDY, D.J., KUNDURTHI, S., MAIKRANZ, J.M., ANDERSON, C.J., BLAGA, O.M. & CARLSON, S.E. 2004. Maternal DHA and the development of attention in infancy and toddlerhood. Child Dev., 75(4): 1254-1267.

CRAWFORD, M. 2000. Placental delivery of arachidonic and docosahexaenoic acids: implications for the lipid nutrition of preterm infants. Am. J. Clin. Nutr. 71: 275- 84.

CRAWFORD, M. A., 1968. Fatty acids in free-living and domestic animals. *Lancet* 1:1329-1333.

CRAWFORD, M.A., CASPERD, N.M. & SINCLAIR, A.J. 1976. The long chain metabolites of linoleic and linolenic acids in liver and brain in herbivores and carnivores. *Comp. Biochem. Physiol.*, 54B: 395-401.

CRESPO N, ESTEVE-GARCÍA E. 2002. Nutrient and fatty acid deposition in broilers fed different dietary fatty acid profiles. *Poultry Sci.* 81: 1533–1542.

DEMAR, J.C., MA, K., CHANG, I., BELL, J.M. & RAPOPORT, S.I. 2005. Alpha linolenic acid does not contribute appreciably to docosahexaenoic acid within brain phospholipids of adult rats fed a diet enriched in docosahexaenoic acid. *Journal Neurology*, 94:1063-1076.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease (Report on health and social subjects no. 46). H.M. Stationery Office, London.

DUNCAN, D. B. 1955. Multiple and Multiple F Test. *Biometrics.* 1:1 - 42.

ELGERSMA, A; ELLEN, G; VAN DER HORST H; MUUSE, B. G; BOER, H; TAMMINGA, S. 2004. Influence of cultivar and cutting date on fatty acids composition of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Grass Forage Sci.* 59:104.

ENSER MS, HALLET K, HEWITT B, FURSEY GAJ, WOOD JD. 1996. Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pork retail. *Meat Sci.* 42: 443-456.

FREEMAN, M.P., HIBBELN, J.R., WISNER, K.L., DAVIS, J.M., MISCHOULON, D., PEET, M., KECK JR., P.E., MARANGELL, L.B., RICHARDSON, A.J., LAKE, J. & STOLL, A.L. 2006. Omega-3 fatty acids: evidence basis for treatment and future research in psychiatry. *J. Clin. Psychiatry*, 67(12): 1954-1967.

GALLAGHER, C. R; AND ALLRED, J. B. 1992. Taking the Fear Out of Eating (A Nutritionists' Guide to Sensible Food Choices). New York, NY: Cambridge University Press;260–276.

- GUEVARA, J. 2009. Enriquecimiento de la carne de cuy con ácidos grasos omega 3 mediante la suplementación de las dietas con aceite de pescado y semillas de sachá inchi. Tesis. Ph. D. en Ciencia Animal. UNALM. Lima – Perú. 79 pág.
- HALL, M.N., CHAVARRO, J.E., LEE, I.M., WILLETT, W.C. & MA, J. 2008. A 22-year prospective study of fish, n-3 fatty acid intake, and colorectal cancer risk in men. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, 17(5): 1136-1143.
- HARFOOT, C. G; HAZLEWOOD, G. P. 1988. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson, P.N. (Ed.) *The rumen microbial ecosystem*. London: Elsevier Science Publishers, 1988. p.285-322.
- HARRIS, W. 1997. n-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 65:1645S-1654S.
- HIBBELN, J.R., DAVIS, J.M., STEER, C., EMMETT, P., ROGERS, I., WILLIAMS, C. & GOLDING, J. 2007. Maternal seafood consumption in pregnancy and neurodevelopmental outcomes in childhood (ALSPAC study): an observational cohort study. *Lancet*, 369(9561): 578-585.
- HOLUB, B.J. 2002. Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. *CMAJ*. 166:608-15.
- HUAMÁN, M. 2007. En: *Manual técnico para la crianza de cuyes en el valle del Mantaro*. Coordinadora Región Centro. Huancayo - Perú. 58 pág.
- INNIS, S.M. & FRIESEN, R.W. 2008. Essential n-3 fatty acids in pregnant women and early visual acuity maturation in term infants. *Am. J. Clin. Nutr.*, 87(3): 548-557.
- INNIS, S; VAGHRI, Z; KING, J. 2004. n-6 Docosapentaenoic acid is not a predictor of low docosahexaenoic acid status in Canadian preschool children. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 80: 768 – 773.
- IOM (Institute of Medicine). 2005. *Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients)*. National Academies of Science, Washington DC.

JAKOBSEN, M.U., O'Reilly, E.J., HEITMANN, B. L., PEREIRA, M.A., BÄLTER, K., FRASER, G. E., GOLDBOURT, U., HALLMANS, G., KNEKT, P., LIU, S., PIETINEN, P., SPIEGELMAN, D., STEVENS, J., VIRTAMO, J., WILLETT, W., and ASCHERIO, A. 2009. Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies. *Am. J. Clin. Nutr.*, 89: 1425-1432.

JIMÉNEZ, Y. 2007. Valoración Energica de Diferentes Tipos De Maíz (*Zea mays*) utilizado en la Alimentación de Cuyes (*Cavia Porcellus*). Tesis de Ing. Zootecnista. ESPOCH. Facultad de Zootecnia. Riobamba – Ecuador.

KOIVISTO, V.A., & DEFRONZO, R.A. (1984). Exercise in the treatment of type II diabetes. *Acta Endocrinologica, Supplement*, 262, 107-1 11.

KOUAKOU, ND., GRONGNET, JF., ASSIDJO, NE., THYS, E., MARNET, PG., CATHELIN, D., LEGRAND, P., KOUBA, M. 2013. Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*. 93. 821-826.

KOUBA, M., BENATMANE, F., BLOCHET, JE., MOUROT, J. 2008. Effect of a linseed diet on lipidoxidation, fatty acid composition of muscle, perirenal fat, and raw and cooked rabbit meat. *Meat Sci*. 77 (80): 829-834.

KRIS-ETHERTON, PM., HARRIS, WS., APPEL, LJ. 2003. Nutrition Committee. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 23(2):e20-30.

LORD, R. S; AND BRALLEY, J. A. 2002. Polyunsaturated Fatty acid-induced antioxidant insufficiency *Integrative Medicine*. 1: 38-44.

LU, P., ZHANG, LY., YIN, JD., EVERTS, AKR., LI DF. 2008. Effects of soybean oil and linseed oil on fatty acid compositions of muscle lipids and cooked pork flavour. *Meat Sci*. 80: 910–918.

NHMRC (National Health and Medical Research Council) (Dept. of Health and Ageing). 2006. Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand. NHMRC, Canberra.

NTP 201.016. 2002. Carnes y productos cárnicos. Determinación del contenido de grasa total (hidrolisis total)

- NTP 209.019. Sección 2.4. 1976. Alimentos balanceados para animales. Métodos de ensayo.
- PAWLOSZY, R.J., HIBBELN, JR., NOVOTNY, J.A., SALEM, N. 2001. Physiological compartmental Analysis of  $\alpha$ -linolenic acid Metabolism in Humans. *J Lipid Res* 42: 1257-1265.
- PIÑEIRO, G; LAGO, N; Y CULEBRAS, J. 2013. Papel de los ácidos grasos omega-3 en la prevención de enfermedades cardiovasculares. *Nutr. Hosp.* 2013; 28(1):1-5.
- POLITI, L; ROTSTEIN, N; CARRI, N. 2001. Effects of docosahexaenoic acid on retinal development: cellular and molecular aspects. *Lipids* 36: 927-935.
- POND, W. G. 2003. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales*. Edit. Limusa Wiley. Segunda Edición. México. 635 pág.
- RAMÍREZ, J. A; OLIVER, M. A; PLA, M; GUERRERO, L; ARIÑO, B; BLASCO, A; PASCUAL, M; GIL, M. 2004. Effect of selection for growth rate on biochemical, quality and texture characteristics of meat from rabbits. *Meat Science*, 67: 617-624.
- RAO, C.V., HIROSE, Y., INDRANIE, C. & REDDY, B.S. 2001. Modulation of experimental colon tumorigenesis by types and amounts of dietary fatty acids. *Cancer Res.*, 61: 1927-1933.
- RAZMINOWICZ, R.H., KREUZER, M., SCHEEDER, M.L. 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Sci* 73:351-361.
- RIVAS, D. 1995. Pruebas de crecimiento en cuyes con restricción del suministro de forraje en cantidad y o frecuencia. UNA La Molina, Lima, Perú. 86 págs. (Tesis.)
- SALEM N. 1999. Introduction to polyunsaturated fatty acids. *Backgrounder* 3:1-8.
- SIMOPOULOS, A. P. 1995. Evolutionary aspects of diet: fatty acids, insulin resistance and obesity. Pages 241–261 in: *Obesity: New Directions in Assessment and Management*. T. B. VanItallie and A. P. Simopoulos, ed. Charles Press, Philadelphia, PA.
- SIMOPOULOS, A. P., AND N. SALEM, JR., 1992. Egg yolk as a source of long-chain polyunsaturated fatty acids in infant feeding. *Am. J. Clin. Nutr.* 55:411–414.

SPRECHER, H; LUTHRIA, D; MOHAMED, B; BAYKOUSHEVA, S. 1995. Reevaluation of the pathways for the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids. *J. Lipid Res.* 36: 2471-7

STARK, A.H., M.A. CRAWFORD, R. REIFEN. 2008. Update on Alpha-Linolenic Acid. *Nutrition Reviews*, 66(6):326-332.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS (SAS). 2002.

TOYES, E; MURILLO, B; ESPINOZA, J; CARREÓN, L; PALACIOS, A. 2013 Composición química y precursores de ácidos vaccénico y ruménico en especies forrajeras en Baja California Sur, México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 4(3):373-386.

VALENCIA, O; DORADO, P; Y ORTEGA, E. 1994. Ensayo sobre la alimentación de la cachama negra (*Colossoma Macropomum*) con pescado almacenado y preservado en ácido orgánico e inorgánico (Fish silage). *Boletín científico INPA* 46: 59-62

VEDIN, I., CEDERHOLM, T., FREUND LEVI, Y., BASUN, H., GARLIND, A., FAXEN IRVING, G., JONHAGEN, M.E., VESSBY, B., WAHLUND, L.O. & PALMBLAD, J. 2008. Effects of docosahexaenoic acid-rich n-3 fatty acid supplementation on cytokine release from blood mononuclear leukocytes: the OmegAD study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 87: 1616-1622.

WALKER, G; DOYLE, P; HEARD, J; AND FRANCIS, S. 2004. Fatty acid composition of pastures. *Animal Production in Australia*, 25, 192-195.

WHELAN, J; and MCENTEE, M. F. 2004. Dietary (n-6) PUFA and Intestinal Tumorigenesis. *The Journal of Nutrition*. 134: 3421S-3426.

WOOD JD, RICHARDSON RI, NUTE GR, FISHER AV, CAMPO MM, KASAPIDOU E, SHEARD PR, ENSER, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: A review. *Meat Sci.*66: 21–32.

WOOD, J. D., M. ENSER, A. V. FISHER, G. R. NUTE, R. I. RICHARDSON AND P. R. SHEARD, 1999. Manipulating meat quality and composition. *Proc. Nutr. Soc.* 58: p. 363-370.

## VIII. ANEXOS

**ANEXO I: Registro de peso semanal (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRAT		Peso inicial	Semanas				
			1	2	3	4	5
T 1	T1R1	616.90	700.10	793.00	856.50	939.90	1060.80
	T1R2	532.90	584.90	661.20	724.80	800.70	914.30
	T1R3	543.70	618.00	686.10	762.80	818.40	957.10
	T1R4	526.90	637.20	705.20	791.90	856.50	937.70
	T1R5	515.30	551.40	650.20	750.70	814.20	935.00
	T1R6	514.00	612.00	669.80	748.00	809.40	942.00
	<b>PROM</b>	<b>541.62</b>	<b>617.27</b>	<b>694.25</b>	<b>772.45</b>	<b>839.85</b>	<b>957.82</b>
T 2	T2R1	618.40	707.70	916.00	1061.50	1214.50	1356.60
	T2R2	637.40	794.70	927.00	1045.60	1167.00	1282.60
	T2R3	644.50	772.00	909.60	1047.90	1177.10	1326.70
	T2R4	583.60	698.10	805.10	933.90	1051.10	1180.30
	T2R5	576.90	672.10	886.60	1019.40	1177.50	1293.40
	T2R6	594.50	710.60	859.40	973.60	1157.70	1285.70
	<b>PROM</b>	<b>609.22</b>	<b>725.87</b>	<b>883.95</b>	<b>1013.65</b>	<b>1157.48</b>	<b>1287.55</b>
T 3	T3R1	679.60	780.80	955.90	1098.90	1249.00	1386.00
	T3R2	576.10	666.50	818.40	905.80	1022.80	1150.50
	T3R3	598.50	690.60	830.00	969.40	1120.30	1225.60
	T3R4	651.90	738.60	805.20	935.80	1039.30	1135.30
	T3R5	551.00	657.20	806.70	928.20	1071.40	1166.50
	T3R6	637.30	762.80	865.70	961.40	1086.90	1187.10
	<b>PROM</b>	<b>615.73</b>	<b>716.08</b>	<b>846.98</b>	<b>966.58</b>	<b>1098.28</b>	<b>1208.50</b>

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.  
g/c: gramos/cuy.

**ANEXO II: Registro de ganancia peso semanal (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones.**

TRAT		Peso inicial	Semanas					Total
			1	2	3	4	5	
<b>T 1</b>	T1R1	616.9	83.20	92.90	63.50	83.40	120.90	443.90
	T1R2	532.9	52.00	76.30	63.60	75.90	113.60	381.40
	T1R3	543.7	74.30	68.10	76.70	55.60	138.70	413.40
	T1R4	526.9	110.30	68.00	86.70	64.60	81.20	410.80
	T1R5	515.3	36.10	98.80	100.50	63.50	120.80	419.70
	T1R6	514.0	98.00	57.80	78.20	61.40	132.60	428.00
	<b>PROM</b>	<b>541.62</b>	<b>75.65</b>	<b>76.98</b>	<b>78.20</b>	<b>67.40</b>	<b>117.97</b>	<b>416.20</b>
<b>T 2</b>	T2R1	618.4	89.30	208.30	145.50	153.00	142.10	738.20
	T2R2	637.4	157.30	132.30	118.60	121.40	115.60	645.20
	T2R3	644.5	127.50	137.60	138.30	129.20	149.60	682.20
	T2R4	583.6	114.50	107.00	128.80	117.20	129.20	596.70
	T2R5	576.9	95.20	214.50	132.80	158.10	115.90	716.50
	T2R6	594.5	116.10	148.80	114.20	184.10	128.00	691.20
	<b>PROM</b>	<b>609.22</b>	<b>116.65</b>	<b>158.08</b>	<b>129.70</b>	<b>143.83</b>	<b>130.07</b>	<b>678.33</b>
<b>T 3</b>	T3R1	679.6	101.20	175.10	143.00	150.10	137.00	706.40
	T3R2	576.1	90.40	151.90	87.40	117.00	127.70	574.40
	T3R3	598.5	92.10	139.40	139.40	150.90	105.30	627.10
	T3R4	651.9	86.70	66.60	130.60	103.50	96.00	483.40
	T3R5	551.0	106.20	149.50	121.50	143.20	95.10	615.50
	T3R6	637.3	125.50	102.90	95.70	125.50	100.20	549.80
	<b>PROM</b>	<b>615.73</b>	<b>100.35</b>	<b>130.90</b>	<b>119.60</b>	<b>131.70</b>	<b>110.22</b>	<b>592.77</b>

*T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.  
g/c: gramos/cuy.*

**ANEXO III: Registro de ganancia peso semanal acumulado (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRAT		Peso inicial	Semanas				
			1	2	3	4	5
T 1	T1R1	<b>616.90</b>	83.20	176.10	239.60	323.00	443.90
	T1R2	<b>532.90</b>	52.00	128.30	191.90	267.80	381.40
	T1R3	<b>543.70</b>	74.30	142.40	219.10	274.70	413.40
	T1R4	<b>526.90</b>	110.30	178.30	265.00	329.60	410.80
	T1R5	<b>515.30</b>	36.10	134.90	235.40	298.90	419.70
	T1R6	<b>514.00</b>	98.00	155.80	234.00	295.40	428.00
	<b>PROM</b>	<b>541.62</b>	<b>75.65</b>	<b>152.63</b>	<b>230.83</b>	<b>298.23</b>	<b>416.20</b>
T 2	T2R1	<b>618.40</b>	89.30	297.60	443.10	596.10	738.20
	T2R2	<b>637.40</b>	157.30	289.60	408.20	529.60	645.20
	T2R3	<b>644.50</b>	127.50	265.10	403.40	532.60	682.20
	T2R4	<b>583.60</b>	114.50	221.50	350.30	467.50	596.70
	T2R5	<b>576.90</b>	95.20	309.70	442.50	600.60	716.50
	T2R6	<b>594.50</b>	116.10	264.90	379.10	563.20	691.20
	<b>PROM</b>	<b>609.22</b>	<b>116.65</b>	<b>274.73</b>	<b>404.43</b>	<b>548.27</b>	<b>678.33</b>
T 3	T3R1	<b>679.60</b>	101.20	276.30	419.30	569.40	706.40
	T3R2	<b>576.10</b>	90.40	242.30	329.70	446.70	574.40
	T3R3	<b>598.50</b>	92.10	231.50	370.90	521.80	627.10
	T3R4	<b>651.90</b>	86.70	153.30	283.90	387.40	483.40
	T3R5	<b>551.00</b>	106.20	255.70	377.20	520.40	615.50
	T3R6	<b>637.30</b>	125.50	228.40	324.10	449.60	549.80
	<b>PROM</b>	<b>615.73</b>	<b>100.35</b>	<b>231.25</b>	<b>350.85</b>	<b>482.55</b>	<b>592.77</b>

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.  
g/c: gramos/cuy.

**ANEXO IV: Registro de consumo semanal y total de los alimentos balanceados y la alfalfa (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones (tal como ofrecido)**

TRAT	Semanas															Total	
	1			2			3			4			5			ALF	CON
	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	ALF	CON	
T 1	T1R1	1640.90		2071.00		2160.20		2508.50		2693.50		11074.10					
	T1R2	1530.40		1987.00		1959.70		2237.50		2534.10		10248.70					
	T1R3	1479.90		1927.90		1829.60		2346.60		2515.50		10099.50					
	T1R4	1627.90		2071.50		2105.90		2433.80		2643.90		10883.00					
	T1R5	1497.60		2140.90		2119.90		2528.30		2856.90		11143.60					
	T1R6	1617.60		2166.90		2260.20		2441.10		2713.40		11199.20					
	<b>PROM</b>	<b>1565.72</b>		<b>2060.87</b>		<b>2072.58</b>		<b>2415.97</b>		<b>2659.55</b>		<b>10774.68</b>					
	(g/día)	<b>223.67</b>		<b>294.41</b>		<b>296.08</b>		<b>345.14</b>		<b>379.94</b>							
T 2	T2R1	413.60	332.30	509.60	450.30	617.30	486.00	692.80	563.30	731.00	577.60	2964.30	2409.50				
	T2R2	426.00	335.90	488.50	394.90	620.10	456.50	662.30	437.70	667.40	469.90	2864.30	2094.90				
	T2R3	390.40	323.20	473.00	373.70	533.30	473.90	574.00	492.50	605.40	536.80	2576.10	2200.10				
	T2R4	402.20	299.80	507.80	345.60	600.60	450.70	671.80	383.50	699.50	445.80	2881.90	1925.40				
	T2R5	392.60	331.40	500.30	483.10	576.90	526.70	658.10	601.50	670.00	612.00	2797.90	2554.70				
	T2R6	372.70	318.70	488.10	390.80	583.90	455.50	650.00	427.30	680.50	533.50	2775.20	2125.80				
	<b>PROM</b>	<b>399.58</b>	<b>323.55</b>	<b>494.55</b>	<b>406.40</b>	<b>588.68</b>	<b>474.88</b>	<b>651.50</b>	<b>484.30</b>	<b>675.63</b>	<b>529.27</b>	<b>2809.95</b>	<b>2218.40</b>				
	(g/día)	<b>57.08</b>	<b>46.22</b>	<b>70.65</b>	<b>58.06</b>	<b>84.10</b>	<b>67.84</b>	<b>93.07</b>	<b>69.19</b>	<b>96.52</b>	<b>75.61</b>						
T 3	T3R1		409.70		429.10		541.40		623.30		632.40		2635.90				
	T3R2		317.40		466.50		417.60		504.50		580.50		2286.50				
	T3R3		332.40		421.90		483.00		536.70		587.60		2361.60				
	T3R4		310.80		455.40		461.80		502.40		515.60		2246.00				
	T3R5		356.70		539.40		524.80		577.30		620.00		2618.20				
	T3R6		390.30		463.40		450.80		548.50		599.50		2452.50				
	<b>PROM</b>		<b>352.88</b>		<b>462.62</b>		<b>479.90</b>		<b>548.78</b>		<b>589.27</b>		<b>2433.45</b>				
	(g/día)		<b>50.41</b>		<b>66.09</b>		<b>68.56</b>		<b>78.40</b>		<b>84.18</b>						

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral; g/c: gramos/cuy; ALF: alfalfa; CON: alimento balanceado.

**ANEXO V: Registro de consumo semanal y total de materia seca (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRAT		Semanas					Total
		1	2	3	4	5	
T1	T1R1	297.50	375.47	391.64	454.79	488.34	<b>2007.74</b>
	T1R2	277.46	360.25	355.29	405.66	459.43	<b>1858.10</b>
	T1R3	268.31	349.53	331.71	425.43	456.07	<b>1831.05</b>
	T1R4	295.14	375.55	381.79	441.24	479.34	<b>1973.07</b>
	T1R5	271.51	388.14	384.34	458.38	517.95	<b>2020.33</b>
	T1R6	293.27	392.87	409.77	442.57	491.93	<b>2030.40</b>
	<b>PROM</b>	<b>283.87</b>	<b>373.64</b>	<b>375.76</b>	<b>438.01</b>	<b>482.18</b>	<b>1953.45</b>
T2	T2R1	369.90	492.03	543.24	625.54	645.15	<b>2675.85</b>
	T2R2	375.34	439.04	517.56	508.53	538.03	<b>2378.51</b>
	T2R3	357.62	417.42	517.28	541.16	586.18	<b>2419.66</b>
	T2R4	338.98	398.79	508.88	462.15	522.47	<b>2231.27</b>
	T2R5	365.29	519.46	572.03	653.15	664.63	<b>2774.56</b>
	T2R6	350.41	435.33	510.12	497.08	596.85	<b>2389.79</b>
	<b>PROM</b>	<b>359.59</b>	<b>450.34</b>	<b>528.19</b>	<b>547.93</b>	<b>592.22</b>	<b>2478.27</b>
T3	T3R1	364.76	382.03	482.01	554.92	563.03	<b>2346.74</b>
	T3R2	282.58	415.32	371.79	449.16	516.82	<b>2035.67</b>
	T3R3	295.94	375.62	430.01	477.82	523.14	<b>2102.53</b>
	T3R4	276.71	405.44	411.14	447.29	459.04	<b>1999.61</b>
	T3R5	317.57	480.23	467.23	513.97	551.99	<b>2330.98</b>
	T3R6	347.48	412.57	401.35	488.33	533.73	<b>2183.46</b>
	<b>PROM</b>	<b>314.17</b>	<b>411.87</b>	<b>427.25</b>	<b>488.58</b>	<b>524.62</b>	<b>2166.50</b>

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.  
g/c: gramos/cuy.

**ANEXO VI: Registro de consumo acumulado semanal de materia seca (g/c) por tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRAT		Semanas				
		1	2	3	4	5
T1	T1R1	297.50	672.97	1064.61	1519.40	2007.74
	T1R2	277.46	637.71	993.00	1398.66	1858.10
	T1R3	268.31	617.85	949.55	1374.98	1831.05
	T1R4	295.14	670.69	1052.49	1493.73	1973.07
	T1R5	271.51	659.66	1044.00	1502.38	2020.33
	T1R6	293.27	686.13	1095.90	1538.47	2030.40
	<b>PROM</b>	<b>283.87</b>	<b>657.50</b>	<b>1033.26</b>	<b>1471.27</b>	<b>1953.45</b>
T2	T2R1	369.90	861.92	1405.16	2030.70	2675.85
	T2R2	375.34	814.39	1331.95	1840.48	2378.51
	T2R3	357.62	775.04	1292.32	1833.48	2419.66
	T2R4	338.98	737.77	1246.65	1708.80	2231.27
	T2R5	365.29	884.75	1456.79	2109.93	2774.56
	T2R6	350.41	785.74	1295.86	1792.93	2389.79
	<b>PROM</b>	<b>359.59</b>	<b>809.94</b>	<b>1338.12</b>	<b>1886.05</b>	<b>2478.27</b>
T3	T3R1	364.76	746.78	1228.79	1783.72	2346.74
	T3R2	282.58	697.91	1069.70	1518.85	2035.67
	T3R3	295.94	671.55	1101.57	1579.39	2102.53
	T3R4	276.71	682.15	1093.29	1540.58	1999.61
	T3R5	317.57	797.80	1265.03	1779.00	2330.98
	T3R6	347.48	760.05	1161.40	1649.73	2183.46
	<b>PROM</b>	<b>314.17</b>	<b>726.04</b>	<b>1153.29</b>	<b>1641.88</b>	<b>2166.50</b>

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.  
g/c: gramos/cuy.

**ANEXO VII: Registro de conversión alimentaria semanal y acumulada por tratamiento con sus respectivas repeticiones**

TRAT		Semanas					Conversión acumulada
		1	2	3	4	5	
T1	T1R1	3.58	4.04	6.17	5.45	4.04	4.52
	T1R2	5.34	4.72	5.59	5.34	4.04	4.87
	T1R3	3.61	5.13	4.32	7.65	3.29	4.43
	T1R4	2.68	5.52	4.40	6.83	5.90	4.80
	T1R5	7.52	3.93	3.82	7.22	4.29	4.81
	T1R6	2.99	6.80	5.24	7.21	3.71	4.74
	<b>PROM</b>	<b>4.29</b>	<b>5.02</b>	<b>4.92</b>	<b>6.62</b>	<b>4.21</b>	<b>4.70</b>
T2	T2R1	4.14	2.36	3.73	4.09	4.54	<b>3.62</b>
	T2R2	2.39	3.32	4.36	4.19	4.65	<b>3.69</b>
	T2R3	2.80	3.03	3.74	4.19	3.92	<b>3.55</b>
	T2R4	2.96	3.73	3.95	3.94	4.04	<b>3.74</b>
	T2R5	3.84	2.42	4.31	4.13	5.73	<b>3.87</b>
	T2R6	3.02	2.93	4.47	2.70	4.66	<b>3.46</b>
	<b>PROM</b>	<b>3.19</b>	<b>2.96</b>	<b>4.09</b>	<b>3.87</b>	<b>4.59</b>	<b>3.65</b>
T3	T3R1	3.60	2.18	3.37	3.70	4.11	3.32
	T3R2	3.13	2.73	4.25	3.84	4.05	3.54
	T3R3	3.21	2.69	3.08	3.17	4.97	3.35
	T3R4	3.19	6.09	3.15	4.32	4.78	4.14
	T3R5	2.99	3.21	3.85	3.59	5.80	3.79
	T3R6	2.77	4.01	4.19	3.89	5.33	3.97
	<b>PROM</b>	<b>3.15</b>	<b>3.49</b>	<b>3.65</b>	<b>3.75</b>	<b>4.84</b>	<b>3.69</b>

*T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral*

ANEXO VIII: Registro del rendimiento de carcasa (g) por tratamiento con sus respectivas repeticiones

TRAT	Peso vivo (g)	Peso de carcasa total (P, C, H, R y B)	Peso de carcasa sin vísceras (g)	Peso de vísceras (g)	Rendimiento de carcasa con vísceras (%)	Rendimiento de carcasa sin vísceras (%)	
T1	T1R1	882.40	603.20	548.00	55.20	68.36	62.10
	T1R2	863.10	595.70	546.00	49.70	69.02	63.26
	T1R3	891.90	634.40	580.00	54.40	71.13	65.03
	T1R4	886.00	643.10	590.80	52.30	72.58	66.68
	T1R5	887.40	617.00	568.80	48.20	69.53	64.10
	T1R6	883.80	601.10	550.40	50.70	68.01	62.28
	<b>882.43</b>	<b>615.75</b>	<b>564.00</b>	<b>51.75</b>	<b>69.77</b>	<b>63.91</b>	
T2	T2R1	1251.00	908.60	829.90	78.70	72.63	66.34
	T2R2	1229.50	914.80	844.50	70.30	74.40	68.69
	T2R3	1260.70	899.70	825.70	74.00	71.37	65.50
	T2R4	1132.50	816.20	747.60	68.60	72.07	66.01
	T2R5	1200.20	870.50	781.60	88.90	72.53	65.12
	T2R6	1211.60	885.90	809.80	76.10	73.12	66.84
	<b>1214.25</b>	<b>882.62</b>	<b>806.52</b>	<b>76.10</b>	<b>72.69</b>	<b>66.42</b>	
T3	T3R1	1282.10	922.40	836.80	85.60	71.94	65.27
	T3R2	1083.40	831.80	766.90	64.90	76.78	70.79
	T3R3	1167.40	855.60	783.80	71.80	73.29	67.14
	T3R4	1071.30	795.20	723.20	72.00	74.23	67.51
	T3R5	1072.00	803.80	730.60	73.20	74.98	68.15
	T3R6	1138.50	806.10	741.60	64.50	70.80	65.14
	<b>1135.78</b>	<b>835.82</b>	<b>763.82</b>	<b>72.00</b>	<b>73.67</b>	<b>67.33</b>	

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral; g: gramos

**ANEXO IX: Perfil de ácidos grasos y contenido de grasa de los alimentos**

Ácido graso	C:n	Alfalfa (g)	%	Cuy Mixto La Molina (g)	%	Cuy Integral La Molina (g)	%
Tridecanoico	13:0	0.033	1.5	ND		ND	
Palmitico	16:0	0.519	23.4	0.741	16.0	0.736	16.0
Palmitoleico	16:1	0.303	13.7	ND		ND	
Estearico	18:0	0.074	3.3	0.115	2.5	0.111	2.4
Oleico	18:1 (n-9 cis)	0.028	1.3	0.94	20.3	0.909	19.7
Linoleico	18:2 (n-6 cis)	0.348	15.7	2.5	54.0	2.573	55.8
$\gamma$ – Linolénico	18:3 (n-6)	0.185	8.3	0.059	1.3	ND	
$\alpha$ – Linolénico	18:3 (n-3)	0.556	25.1	0.228	4.9	0.239	5.2
Eneicosanoico	21:0	0.172	7.8	ND		ND	
Cis 11,14 Eicosadienoico	20:2	ND		0.032	0.7	0.033	0.7
cis 8, 11 y 4 Eicosatrienoico	20:3 (n-6)	ND		0.007	0.2	0.007	0.2
No Identificado		ND		0.008	0.2	ND	
Contenido de grasa		2.218		4.630		4.608	

*g: gramos*

ANEXO X: Perfil de ácidos grasos (g/100 g de carcasa) por tratamiento con sus respectivas repeticiones

Ácido graso	Palmitico	Palmitoleico	Estearico	Oleico	Linoleico	$\gamma$ - Linolénico	$\alpha$ - Linolénico	Eneicosanoico	cis 11, 14, y 17 Eicosatrienoico	Ácidos grasos totales
TRAT	16:0	16:1	18:0	18:1 (n-9 cis)	18:2(n-6 cis)	18:3(n-6)	18:3(n-3)	21:0	20:3(n-3)	
T1	T1R1	16.31	7.92	6.02	13.32	20.57	20.58	4.85	ND	100.00
	T1R2	16.84	5.53	13.46	6.89	23.84	17.13	1.90	6.99	100.00
	T1R3	16.00	8.44	10.39	7.19	21.98	10.47	3.23	5.50	100.00
	T1R4	19.17	3.08	10.18	10.36	23.11	3.96	23.65	1.47	100.00
	T1R5	14.61	10.05	7.05	7.02	16.91	10.51	25.00	5.78	100.00
	T1R6	15.03	9.05	9.35	5.72	20.23	11.18	20.50	4.15	4.78
Total	97.96	44.07	56.45	50.50	126.64	52.86	123.66	21.38	23.87	
PROM	16.33	7.35	9.41	8.42	21.11	8.81	20.61	3.56	4.77	100.00
T2	T2R1	17.21	7.34	6.79	13.04	32.51	11.71	7.47	1.08	100.00
	T2R2	22.74	0.71	7.81	19.17	37.00	2.01	7.47	ND	100.00
	T2R3	20.23	6.05	7.21	17.44	31.25	8.47	6.24	0.86	100.00
	T2R4	18.13	4.15	6.37	17.75	34.52	6.73	9.19	0.92	100.00
	T2R5	17.48	11.06	6.35	11.83	27.45	15.40	6.53	1.40	100.00
	T2R6	21.57	3.18	9.32	18.19	33.54	3.68	7.00	ND	100.00
Total	117.36	32.50	43.85	97.43	196.27	47.99	43.89	4.27	11.03	
PROM	19.56	5.42	7.31	16.24	32.71	8.00	7.32	1.07	1.84	100.00
T3	T3R1	20.08	5.52	8.70	17.43	33.14	7.84	0.52	1.19	100.00
	T3R2	16.91	5.71	8.47	12.97	37.62	10.66	ND	4.10	100.00
	T3R3	16.14	9.20	7.27	12.62	32.03	14.95	4.45	3.34	100.00
	T3R4	20.47	3.92	9.38	16.75	36.16	6.04	4.15	ND	100.00
	T3R5	18.57	5.55	9.49	14.54	34.86	8.60	3.72	ND	100.00
	T3R6	19.84	5.86	8.69	16.89	33.63	9.19	4.11	ND	100.00
Total	112.02	35.76	51.99	91.20	207.44	57.28	24.22	0.52	15.62	
PROM	18.67	5.96	8.67	15.20	34.57	9.55	4.04		2.60	100.00

T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral

ANEXO XI: Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) por tratamiento con sus respectivas repeticiones

Ácido graso	Palmítico	Palmitoleico	Estearico	Oleico	Linoleico	$\gamma$ -Linolénico	$\alpha$ - Linolénico	Eneicosanoico	cis 11, 14, y 17 Eicosatrienoico		Total
									16:0	16:1	
<b>T1</b>											
TRAT	1.928	0.936	0.712	1.575	2.431	1.103	2.433	0.573	ND	ND	11.821
T1R1	1.455	0.478	1.163	0.595	2.059	0.640	1.480	0.164	0.604	0.604	8.638
T1R2	1.366	0.721	0.887	0.614	1.877	0.894	1.435	0.276	0.470	0.470	8.540
T1R3	2.044	0.328	1.085	1.104	2.464	0.422	2.521	0.157	0.376	0.376	10.661
T1R4	1.090	0.750	0.526	0.524	1.262	0.784	1.865	0.431	0.229	0.229	7.461
T1R5	0.789	0.475	0.491	0.300	1.062	0.587	1.076	0.218	0.251	0.251	5.249
T1R6	8.672	3.688	4.864	4.712	11.155	4.430	10.810	1.819	1.930	1.930	52.370
Total	<b>1.45</b>	<b>0.61</b>	<b>0.81</b>	<b>0.79</b>	<b>1.86</b>	<b>0.74</b>	<b>1.80</b>	<b>0.30</b>	<b>0.39</b>	<b>0.39</b>	<b>8.73</b>
%	16.6	7.0	9.3	9.0	21.3	8.5	20.6	3.5	4.4	4.4	100.0
T2R1	2.402	1.024	0.947	1.820	4.538	1.635	1.042	0.151	0.398	0.398	13.957
T2R2	3.271	0.102	1.124	2.758	5.323	0.289	1.074	ND	0.231	0.231	14.387
T2R3	4.251	1.272	1.514	3.665	6.565	1.780	1.311	0.181	0.200	0.200	21.009
T2R4	1.593	0.365	0.560	1.560	3.034	0.591	0.808	0.081	0.084	0.084	8.788
T2R5	3.597	2.276	1.306	2.435	5.649	3.168	1.344	0.289	0.514	0.514	20.578
T2R6	2.873	0.424	1.242	2.423	4.467	0.490	0.932	ND	0.288	0.288	13.320
Total	17.987	5.463	6.693	14.661	29.576	7.953	6.511	0.702	1.715	1.715	92.039
PROM	<b>3.00</b>	<b>0.91</b>	<b>1.12</b>	<b>2.44</b>	<b>4.93</b>	<b>1.33</b>	<b>1.09</b>	<b>0.18</b>	<b>0.29</b>	<b>0.29</b>	<b>15.34</b>
%	19.5	5.9	7.3	15.9	32.1	8.6	7.1	1.1	1.9	1.9	100.0
T3R1	3.372	0.926	1.460	2.926	5.564	1.316	0.712	0.087	0.199	0.199	16.790
T3R2	2.699	0.911	1.352	2.070	6.004	1.702	0.567	ND	0.654	0.654	15.959
T3R3	2.753	1.570	1.241	2.154	5.465	2.550	0.759	ND	0.570	0.570	17.062
T3R4	4.129	0.791	1.891	3.378	7.293	1.218	0.836	ND	0.372	0.372	20.168
T3R5	3.048	0.911	1.557	2.386	5.721	1.412	0.611	ND	0.550	0.550	16.410
T3R6	2.574	0.760	1.127	2.191	4.363	1.192	0.533	ND	0.234	0.234	12.974
Total	18.575	5.869	8.628	15.105	34.410	9.390	4.018	0.087	2.579	2.579	99.363
PROM	<b>3.10</b>	<b>0.98</b>	<b>1.44</b>	<b>2.52</b>	<b>5.74</b>	<b>1.57</b>	<b>0.67</b>	<b>0.087</b>	<b>0.43</b>	<b>0.43</b>	<b>16.56</b>
%	18.7	5.9	8.7	15.2	34.6	9.5	4.0	0.087	2.6	2.6	100.0
<b>T3</b>											

**ANEXO XII: Perfil de ácidos grasos (g/100 g de carcasa) por tratamiento**

<b>Ácido graso</b>	<b>C:n</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Palmítico</b>	16:0	1.45	3.00	3.10
<b>Palmitoleico</b>	16:1	0.61	0.91	0.98
<b>Estearico</b>	18:0	0.81	1.12	1.44
<b>Oleico</b>	18:1 (n-9 cis)	0.79	2.44	2.52
<b>Linoleico</b>	18:2 (n-6 cis)	1.86	4.93	5.74
<b>γ-linolénico</b>	18:3 (n-6)	0.74	1.33	1.57
<b>α-Linolénico</b>	18:3 (n-3)	1.80	1.09	0.67
<b>Eneicosanoico</b>	21:0	0.30	0.18	ND
<b>cis 11, 14, y 17 Eicosatrienoico</b>	20:3 (n-3)	0.39	0.29	0.43
<b>Contenido de grasa</b>		8.73	15.34	16.56
<b>Saturados</b>	AGS	2.61	4.36	4.67
<b>Monoinsaturados</b>	AGMI	1.40	3.35	3.50
<b>Poliinsaturados</b>	AGPI	4.72	7.63	8.40
<b>Total Omega-6</b>	n-6	2.60	6.25	7.30
<b>Total Omega-3</b>	n-3	2.12	1.37	1.10
<b>n-6/n-3</b>		1.24	4.50	6.72

*T1: Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.*

**ANEXO XIII: Perfil de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) por tratamiento**

Ácido graso	C:n	T1	T2	T3	Prob.
<b>Palmítico</b>	16:0	16.33 b	19.56 a	18.67 ab	0.0293
<b>Palmitoleico</b>	16:1	7.35 a	5.42 a	5.96 a	0.4728
<b>Esteárico</b>	18:0	9.41 a	7.31 a	8.67 a	0.1356
<b>Oleico</b>	18:1 (n-9 cis)	8.42 b	16.24 a	15.20 a	0.0003
<b>Linoleico</b>	18:2 (n-6 cis)	21.11 b	32.71 a	34.57 a	0.0001
<b><math>\gamma</math>-Linolénico</b>	18:3 (n-6)	8.81 a	8.00 a	9.55 a	0.7757
<b><math>\alpha</math>-Linolénico</b>	18:3 (n-3)	20.61 a	7.32 b	4.04 c	0.0001
<b>Eneicosanoico</b>	21:0	3.56	1.07	ND	...
<b>cis 11, 14, y 17 Eicosatrienoico</b>	20:3 (n-3)	4.77	1.84	2.60	...
<b>Ácidos grasos totales</b>		100.00	100.00	100.00	...
<b>Saturados</b>	AGS	29.73 a	28.48 a	28.08 a	0.5892
<b>Monoinsaturados</b>	AGMI	15.76 b	21.655 a	21.16 a	0.0005
<b>Poliinsaturados</b>	AGPI	54.51 a	49.86 b	50.76 ab	0.0499
<b>Total Omega-6</b>	n-6	29.92 c	40.71 b	44.12 a	0.0001
<b>Total Omega-3</b>	n-3	24.59 a	9.15 b	6.64 c	0.0001
<b>n-6 / n-3</b>		1.24 c	4.50 b	6.72 a	0.0001

*T1: Alimentación con Solo alfalfa verde; T2: Alimentación mixta y T3: Alimentación integral.*