

**Universidad Pública de Navarra**

***Nafarroako Unibertsitate Publikoa***

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR**

***NEKAZARITZAKO INGENIARIEN***

**DE INGENIEROS AGRONOMOS**

***GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA***

**MEJORA DE LA CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJO MEDIANTE:  
ACTUACIONES NUTRICIONALES, ADICIÓN DE SEMILLAS DE LINO**

presentado por

**CARLOS ASTORGANO ESTAVILLO**

**GRADO EN INNOVACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTOS ALIMENTARIOS**

Enero, 2018



## AGRADECIMIENTOS

No puedo terminar este Trabajo Final de Grado sin agradecer el apoyo recibido a todas esas personas que me han ayudado a lo largo de la carrera.

A mi familia, que ha estado a mi lado durante todo mi recorrido universitario.

A mis amigos de toda la vida y a los compañeros de la universidad.

A María Victoria Sarriés, directora y tutora de este trabajo.

A todos ellos, muchas gracias.



## RESUMEN

En el presente trabajo se han estudiado los efectos de la adición de semillas de lino, ricas en ácido  $\alpha$ -Linolénico, en el pienso de los conejos a diferentes concentraciones. Con la intención de mejorar el perfil lipídico y comprobar a su vez el efecto sobre los índices productivos durante el cebo y la calidad de la carne y de la canal. En concreto para los parámetros de ganancias medias diarias, pesos finales del cebo, índices de conversión, rendimiento de canal, pérdidas por oreo, pH, color, análisis de ácidos grasos y calidad organoléptica mediante un análisis sensorial. Para ello se han utilizado 120 conejos en 3 tratamientos, (control, lino 5% y lino 10%). Como resultados no hemos encontrado diferencias significativas para los índices productivos y parámetros de calidad de la canal y de la carne entre los diferentes tratamientos y una mejora significativa del perfil lipídico de la grasa en cuanto al incremento del ácido graso poliinsaturado  $\alpha$ -linolénico y una disminución de los ácidos grasos saturados.

**Palabras clave:** Calidad de la canal y de la carne de conejo, ácido  $\alpha$ -Linolénico, perfil lipídico, análisis sensorial.

## ABSTRACT

In the present essay, the effects of the addition to flax seed (linolenic acid enriched) in rabbits feed in several concentrations. In order to improve the lipid value and check the effect on the productive rates during the fodder period and the meat and carcass quality both at the same time. Specifically, for the daily net profit parameter, the final fodder weight, conversion rates, carcass yield, waste due to airing, pH, colour, fatty acids and organoleptic quality through sensory analysis. For that reason, 120 rabbits have been used in three different treatments (control, 5% flax and 10% flax). As a result, significant differences couldn't be found for the productive rates and parameters of the carcass and meat quality among the different treatments and a significant improvement of the fat lipid value related to the alpha linolenic polyunsaturated fatty acids increase and the saturated fatty acids decrease.

**Keywords:** Canal and rabbit meat quality, linolenic acid, lipid value and sensory analysis.

## Índice General

1	Introducción.....	1
	1.1 Situación actual de la carne de conejo en España.....	1
	1.2 Situación actual de la carne de conejo en Navarra.....	2
	1.3 Sistema de producción. Cebo.....	2
	1.4 Características nutricionales y calidad de la carne de conejo.....	5
	1.5 Importancia del ácido alfa-linolénico en nuestra dieta.....	11
	1.6 Análisis sensorial.....	12
2	Objetivo.....	14
3	Material y métodos.....	15
	3.1 Diseño experimental.....	15
	3.2 Material animal e Instalaciones utilizadas.....	17
	3.3 Obtención de parámetros en granja.....	23
	3.4 Obtención de parámetros en matadero.....	24
	3.5 Obtención de datos y muestras en laboratorio.....	25
	3.6 Análisis sensorial.....	27
	3.7 Análisis estadístico.....	29
4	Resultados y discusión.....	30
	4.1 Parámetros productivos obtenidos en el cebo y análisis en función del tratamiento.....	30
	4.2 Parámetros productivos obtenidos en matadero y análisis en función del tratamiento.....	31
	4.3 Parámetros de calidad de la canal y perfil lipídico obtenidos en laboratorio y análisis en función del tratamiento.....	32
	4.3.1 Calidad de la canal.....	32
	4.3.2 Calidad del perfil lipídico: Análisis de ácidos grasos....	33
	4.4 Parámetros de calidad de la carne obtenidos en el análisis sensorial y análisis en función del tratamiento.....	36
	4.5 Relaciones entre variables.....	37
5	Conclusiones.....	42
6	Bibliografía.....	44
7	Anexos.....	45

## Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades nutricionales de diferentes carnes (Tres Oliver, 2009).....	6
Tabla 2. Perfil lipídico de la grasa del conejo expresada en porcentaje respecto del total.....	9
Tabla 3. Composición carne de conejo según el tipo de dieta.....	11
Tabla 4. Media $\pm$ desviación típica de las puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial, para evaluar el efecto de la inclusión de ALA en la dieta de los conejos, en la carne.....	13
Tabla 5. Identificación lote y tratamiento.....	15
Tabla 6. Componentes analíticos de los piensos utilizados en los tres tratamientos.....	16
Tabla 7. Comparación del valor medio $\pm$ Desviación típica y índice de significación de los parámetros obtenidos durante el cebo entre tratamientos.....	31
Tabla 8. Comparación del valor medio $\pm$ Desviación típica y índice de significación de los parámetros obtenidos en el matadero entre tratamientos.....	32
Tabla 9. Comparación del valor medio $\pm$ Desviación típica y índice de significación de las coordenadas de color superficial y transversal y pH obtenidos en el laboratorio, entre los diferentes tratamientos.....	33
Tabla 10. Comparación del valor medio $\pm$ Desviación típica y índice de significación de los porcentajes de cada ácido graso respecto del total, además del porcentaje medio de AGS, AGMI, AGPI, $\omega$ -3 y $\omega$ -6 y el ratio $\omega$ -6/ $\omega$ -3 para cada tratamiento.....	35-36
Tabla 11. Comparación del valor medio $\pm$ Desviación típica y índice de significación de las puntuaciones ofrecidas por los catadores para cada característica estudiada en el análisis sensorial, entre los diferentes tratamientos.....	37
Tabla 12. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y los tipos de ácidos grasos de las muestras.....	38
Tabla 13. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento control.....	39
Tabla 14. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento lino 5%.....	40
Tabla 15. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento lino 10%.....	41

## Listado de Abreviaturas

AG: Ácidos grasos

AGS: Ácidos grasos saturados

AGMI: Ácidos grasos monoinsaturados

AGPI: Ácidos grasos polinsaturados

AGIT: Ácidos grasos insaturados totales

ALA: Ácido alfa-linolénico

LA: Ácido linoleico

PV: Peso vivo

GMD: Ganancia media diaria

IC: Índice de conversión

1R: Primera repetición

2R: Segunda repetición

PVAS: Peso vivo antes de sacrificio

PVAT: Peso vivo antes de transporte

PC2,5H: Peso de canal 2 horas y 30 minutos después del sacrificio

PC24H: Peso de canal tras 24 horas en refrigeración

PC: Pienso consumido

PTE: Pérdidas de peso durante el transporte y espera en matadero

RC: Rendimiento de canal

PO: Pérdidas por oreo

SE: Error estándar de la media

ANOVA: Análisis de la varianza

## 1.Introducción

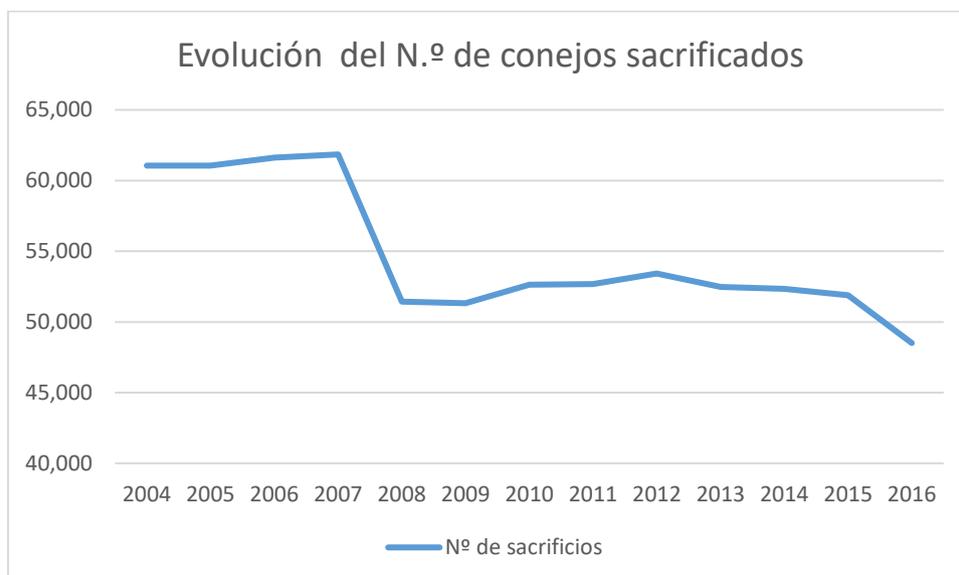
### 1.1 Situación actual de la carne de conejo en España

La carne de conejo es el quinto tipo de carne más consumida. España es uno de los principales productores a nivel mundial, y junto a Francia e Italia a nivel continental. El balance exterior de esta carne ha sido habitualmente favorable para el sector ganadero español (MAPAMA, 2016).

Se ha registrado una evolución productiva en los últimos años condicionada por la profesionalización de la actividad, disminuyendo la producción local, ligada al autoconsumo y los circuitos cortos de distribución (MAPAMA, 2016).

Este proceso ha supuesto una concentración de la producción y el sacrificio en operadores de mayor dimensión y ha mantenido la capacidad productiva en ascenso en los últimos 30 años (MAPAMA, 2016).

Sin embargo, en los últimos años y coincidiendo con la crisis económica global el consumo de carne de conejo en nuestro país ha experimentado un considerable descenso, ocasionando una inestabilidad en los precios de la carne y un fuerte encarecimiento de los costes de producción, relacionados con el incremento de gasto en materia de zoonosológicos y reproducción, en un 10 y 20% respectivamente (Oscoz Arriezu y Muguerza Mayayo, 2014). Esta situación ha provocado una reducción en el margen de beneficio para los productores y un descenso de la producción a nivel nacional como se puede observar en la siguiente gráfica.



Gráfica 1.Evolución anual de N.º de cabezas sacrificadas en España (MAPAMA, 2016).

## 1.2 Situación actual de la carne de conejo en Navarra

Según datos del año 2016 se sacrificaron en Navarra 2330 miles de cabezas de conejos, lo que supone un 4,5 % del total del número de cabezas sacrificadas en España para este mismo año. La comunidad autónoma de Navarra es la 6ª Comunidad autónoma con mayor Nº de sacrificios para este sector. Además, al contrario que la evolución nacional ha aumentado ligeramente el Nº de sacrificios alcanzados en los máximos del año 2007 ya que el número de cabezas sacrificadas para ese año en Navarra fue de 1982 miles (MAPAMA, 2016).

La producción de carne de conejo en la Comunidad autónoma de Navarra es menor que el número de cabezas sacrificadas en mataderos de la comunidad, esto indica que en Navarra se sacrifica más de lo que se consume, y de lo consumido únicamente el 27,3% se sacrifica en la Comunidad, el resto procede de Galicia, País Vasco, La Rioja, Cataluña y la Comunidad Aragonesa. El excedente de producción de carne se destina a País Vasco, La Rioja, Aragón, Castilla León, Castilla La Mancha, y Madrid, esta última con un 22,7% de la carne destinada. En cuanto al origen de los conejos que se sacrifican, el 65,7% procede de esta Comunidad, el resto tiene su origen en el País Vasco, Aragón, Castilla León y Galicia (MAPAMA, 2016).

### *Proyecto de creación de un estándar de calidad diferenciada para la carne de conejo producida en Navarra*

En la actualidad Naraba S.Coop una cooperativa de ganaderos cunícolas, compuesta por 17 socios repartidos por toda la geografía Navarra, con una producción de 100000-120000 conejos por semana. Junto al Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias, están llevando a cabo un proyecto que evalúe las posibilidades de un modelo de crianza y producción de carne de conejo de Navarra con una calidad diferenciada, que sea rentable y satisfaga la demanda de los consumidores.

Este proyecto comprende varios estudios en diferentes ámbitos de la crianza y producción de carne de conejo, tales como, bienestar animal, mejora de calidad organoléptica, perfeccionamiento de la producción y mejora de propiedades nutricionales. El estudio en el que nos vamos a centrar en este trabajo, tiene el objetivo de mejorar el perfil lipídico de la carne de conejo mediante actuaciones nutricionales, con la intención de producir una carne, con elevada presencia de ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido alfa-linolénico, potenciando las cualidades saludables de este tipo de carne y atrayendo a consumidores interesados en este tipo de alimentos.

## 1.3 Sistema de producción. Cebo

El cebo o engorde de los conejos es el periodo que transcurre entre el destete (separación de las crías de la madre y final de su alimentación mediante leche materna) y el sacrificio. Tiene una duración que puede variar en función del tipo de producto a obtener, determinado por el peso vivo final medio de los gazapos.

El cebo tiene una importancia esencial en el estudio que se va a realizar, ya que en él se van a realizar las actuaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos del presente estudio y su correcta realización determinará la fiabilidad de los datos obtenidos y el éxito de la prueba. Por esta razón, a continuación, se describe de forma detallada su forma de realización y los parámetros recomendados para un manejo adecuado en nuestro país.

#### *Edad fin del cebo y peso de sacrificio*

En España, se demandan canales más ligeras que en otros países, por ello la edad de sacrificio más común en nuestro país se sitúa alrededor de los dos meses con pesos medios de 2,2 Kg por gazapo. Si el cebo se prolonga hasta las 12 semanas se alcanzarán pesos vivos de 2,6-2,7 Kg y se empeorará el índice de conversión además de obtener canales más engrasadas. No suelen existir diferencias de pesos entre machos y hembras, por lo que no se separan durante el cebo. El peso de los gazapos a la edad de sacrificio viene influido por el peso al destete, de modo que la heterogeneidad de los pesos finales de los animales a la edad de sacrificio, viene condicionada por la heterogeneidad de los pesos a la edad de destete, si bien con menor amplitud de variación, (diferencias de pesos en el destete entre 11 y 30%, diferencias de pesos a la edad de sacrificio entre 6,7 y 17%) (González Redondo, 2004).

#### *Alojamiento durante el cebo*

Los edificios donde se alojen los gazapos durante el cebo deben de ser diferentes de los destinados a la reproducción, dadas las diferencias ambientales que existen entre el cebo y la fase de lactancia. Además, la realización del cebo en naves diferentes permite la mejora del estado sanitario al evitar la convivencia entre animales en diferente estado productivo y con distinta susceptibilidad a procesos patológicos. Las dimensiones de una nave de cebo deben de permitir disponer de 0,35 m<sup>3</sup> por gazapo con ventilación natural y de 0,3 m<sup>3</sup> por gazapo con ventilación forzada (González Redondo, 2004).

#### *Temperatura, humedad y ventilación*

La calidad del aire, la temperatura, la humedad y la velocidad del aire determinarán el confort, la calidad sanitaria, la productividad y en consecuencia la rentabilidad de la empresa, por esta razón el concepto de ventilación ha pasado de ser un factor secundario a uno prioritario. La temperatura de confort se encuentra entre los 18 y 20 °C además de que su variación en el mismo día no supere los 5 °C. La humedad relativa debe encontrarse entre el 60 y 70% para optimizar la producción. Las necesidades de ventilación varían con la temperatura, a mayor temperatura mayor es la necesidad de ventilación y con la carga animal (Kg de peso vivo) en la nave. Así en invierno hablaremos de unas necesidades de entre 1 y 2 m<sup>3</sup>/hora para cada Kg de animal y en verano entre 2 y 4 m<sup>3</sup>/hora por Kg de animal (Martín et al., 2015).

#### *Jaulas*

Actualmente se utilizan jaulas de varilla galvanizada con el piso de varilla metálica o, menos frecuentemente, de plástico. La disposición más utilizada de las jaulas en el interior de la nave es el tipo flat-deck (hileras de jaulas en un sólo piso) aunque también se utilizan disposiciones en batería (dos o tres pisos superpuestos en un plano vertical) o tipo California (dos planos inclinados con las jaulas parcialmente superpuestas). Las dimensiones de las jaulas de cebo, al contrario que las de maternidad, no están estandarizadas. Existen modelos cuyas dimensiones de planta son de 40 x 90, de 50 x 70 y de 50 x 80 cm<sup>2</sup>, entre otras. La superficie de las jaulas de

cebo puede variar entre 0,20 y 0,50 m<sup>2</sup>. Cada jaula de cebo está equipada con una tolva para el pienso y con un bebedero que suministra agua permanentemente (González Redondo, 2004).

#### *Densidad animal durante el cebo*

La densidad normal de animales en las jaulas es de 16 a 18 cabezas por metro cuadrado (600-700 cm<sup>2</sup> /gazapo). Una densidad superior puede disminuir los rendimientos durante el cebo, y se suele recomendar que no se sobrepase el valor de 20 gazapos/m<sup>2</sup>, que corresponde aproximadamente con 40 kg de PV/m<sup>2</sup> al final del cebo. La densidad de alojamiento también está influenciada por el sistema de ventilación de la nave de cebo; con ventilación natural se admiten densidades menores que con ventilación forzada. Igualmente, en verano se admiten densidades menores que en invierno (González Redondo, 2004).

#### *Iluminación*

En los cebaderos sólo es necesaria una iluminación con la que los gazapos puedan ver para comer y con la que los operarios puedan trabajar. Un fotoperiodo con 8 horas diarias de luz y el resto del tiempo en penumbra es suficiente. La intensidad luminosa puede situarse en torno a 5-10 lux. En caso de que se deba proporcionar iluminación artificial (bastaría con 1-2 horas), debe tenerse la precaución de encender las lámparas a horas fijas para no perturbar la cecotrofia, que está muy influenciada por los ritmos circadianos (González Redondo, 2004).

#### *Mortalidad durante el cebo*

El porcentaje de mortalidad de gazapos durante el cebo puede ser muy variable, entre el 2 y el 20 %, siendo más frecuente entre el 5 y el 10 %. Mortalidades superiores al 10 % se pueden considerar anormalmente elevadas y debidas a un mal manejo. La mortalidad anormalmente elevada durante el cebo se relaciona frecuentemente con el mantenimiento de malas condiciones higiénicas en el alojamiento, por lo que la limpieza y desinfección del local de cebo es fundamental, junto con un adecuado vacío sanitario. En general, la mortalidad no aumenta con la densidad de gazapos por metro cuadrado de jaula, dentro del rango de densidades normales (González Redondo, 2004).

#### *Velocidad de crecimiento*

La ganancia media diaria durante el cebo puede variar entre 30 y 40 g/día, si bien son más frecuentes valores de 35 a 38 g/día (González Redondo, 2004).

#### *Rendimiento de la canal*

El rendimiento de la canal puede variar entre el 55 y el 62 % según el peso de sacrificio. En España el peso medio de la canal es de 1,21 kg, frente a la media europea de 1,44 kg (González Redondo, 2004).

#### *Índice de conversión durante el cebo*

Considerando sólo el pienso consumido y el crecimiento de los gazapos entre el destete y el sacrificio, el índice de conversión puede situarse entre 3 y 3,5, si bien es más frecuente que se encuentre entre 3,35 y 3,45 (González Redondo, 2004).

#### *Manejo de la alimentación durante el cebo*

Los conejos en cebo se alimentan a voluntad propia, pues, aunque, en comparación con la alimentación racionada, se obtienen porcentajes de carne y hueso algo menores, se logran

mayores crecimientos, periodos de cebo más cortos, elevados índices de conversión y mayor rendimiento de la canal. La alimentación racionada disminuye la proporción de grasa, pero es difícil de implementar porque exige calcular la cantidad diaria a suministrar y exige una atención más continuada del consumo y del suministro. El consumo de pienso medio diario por cabeza para todo el periodo de cebo es de 100 a 130 g/día, si bien es infrecuente que baje de los 110 g/día (González Redondo, 2004).

#### *Periodo de supresión de piensos medicados y de tratamientos farmacológicos*

Es frecuente suministrar piensos medicados (por ejemplo, con coccidiostáticos). Además, en algunas ocasiones, los conejos de cebo se pueden someter a tratamientos sanitarios. En ambos casos es obligatorio respetar los periodos de supresión antes del sacrificio (entre 7 y 28 días) para posibilitar que se eliminen los residuos de los fármacos de manera que la carne consumida por los humanos esté exenta de ellos. Existen piensos de retirada que no contienen coccidiostáticos ni promotores del crecimiento, y que se suministran los últimos días del cebo, antes del sacrificio. Los piensos medicados y con coccidiostáticos se suministran como muy tarde, hasta cinco días antes del sacrificio (González Redondo, 2004).

### 1.4 Características nutricionales y calidad de la carne de conejo

#### *Características nutricionales*

En los últimos años, la carne como alimento ha sido objeto de fuertes críticas, debidas principalmente, al impacto de los sistemas de producción sobre el bienestar animal, el medio ambiente y la salud, por lo que los hábitos, en cuanto al consumo de carne, están cambiando, debido entre otros factores, a la demanda de carne con mejores características nutricionales (Dalle Zote, 2000). Esto puede representar, potencialmente la oportunidad para aumentar el consumo de carne de conejo como un alimento sano y saludable.

La carne de conejo tiene un alto contenido en proteínas, incluso superior al de la carne de pollo o ternera y un bajo contenido en grasa y AGS, una mejor composición en AGPI que el resto de carnes y un nivel bajo de colesterol respecto al resto de carnes presentes en la siguiente tabla.

Tabla 7. Propiedades nutricionales de diferentes carnes (Tres Oliver, 2009).

Valores Medios por 100g	Conejo (pierna y lomo)	Ternera (bistec)	Cordero (costilla)	Cerdo (lomo)	Pollo (muslo sin piel)
<b>Proteínas (g)</b>	21.9	16.6	14.6	15.9	19.1
<b>Grasa (g)</b>	4.0	22.8	35.4	29.5	5.5
<b>AGS (g)</b>	1.6	9.7	17.6	10.9	1.8
<b>AGMI (g)</b>	0.8	11.0	13.6	11.9	2.3
<b>AGPI (g)</b>	1.3	0.9	1.7	4.4	1.1
<b>Colesterol (mg)</b>	71	67	77	72	73

#### Calidad de la carne de conejo

Los atributos de la calidad de la carne como el color, pH, propiedades de textura de la carne, gusto, olor y la mayoría de aromas liberados durante la masticación, no pueden considerarse independientes ya que están relacionados entre sí y juntos proporcionan las características globales de la carne.

#### PH

Es la característica de calidad de la carne más importante ya que afecta directamente a la estabilidad y propiedades de las proteínas, medido generalmente 24 horas *post-mortem* y su valor dependen las principales características de la carne como son las propiedades físicas y el color.

La evolución del pH de la carne de conejo se inicia a partir del músculo que en el caso de los conejos se encuentra muy cercano a 7. Sin embargo, tras el sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y de nutrientes y trata de mantener su integridad física utilizando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa *post-mortem*, los cuales dependerán de las condiciones de la etapa *ante-mortem*, como, transporte, estrés, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno y producción de ácido láctico entre otros (Bate-Smith y Bendall, 1949).

Para el caso del conejo el pH se mide normalmente en el músculo *longissimus dorsi* y (Blasco y Piles, 1990) encontraron valores de pH de 5,70 y 5,77 en *longissimus* en conejos alimentados con dietas suplementadas con aceite vegetal y grasa animal, respectivamente y un pH de 5,66 en la dieta control (no suplementada).

#### Color

El color de la carne depende del tipo de musculo (tipo de actividad) y de la concentración de mioglobina que contenga el músculo, además del estado de oxidación del átomo de hierro del

grupo hemo y de una posible desnaturalización de la globina. El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne ya que se trata del primer estímulo que recibe el consumidor (Ramírez Télles, 2004).

La percepción del color es única y exclusiva de cada individuo, por lo que existía una gran dificultad para expresar objetivamente un color específico, sin tener una base de referencia, por lo que las primeras medidas de color se hicieron basadas en estándares por medio de comparación. En la actualidad para la identificación exacta de un color, existen instrumentos que le atribuyen valores numéricos, los cuales hacen objetiva esta propiedad. La *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) de 1976 recomienda para evaluar el color, dos escalas alternativas y uniformes: CIE, 1976 ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) y la CIE, 1976 ( $L^*$ ,  $u^*$ ,  $v^*$ ). Estas escalas se basan en la teoría de percepción de colores opuestos, que establece que un color no puede ser verde y rojo ni azul y amarillo al mismo tiempo. Cuando se expresa un color en esta escala,  $L^*$ , indica la luminosidad,  $a^*$ , indica el valor rojo/verde y  $b^*$  identifica el valor amarillo/azul. A partir de los valores de  $a^*$  y  $b^*$  puede calcularse el matiz (HUE) y la cromaticidad (Chroma) (Ramírez Télles, 2004).

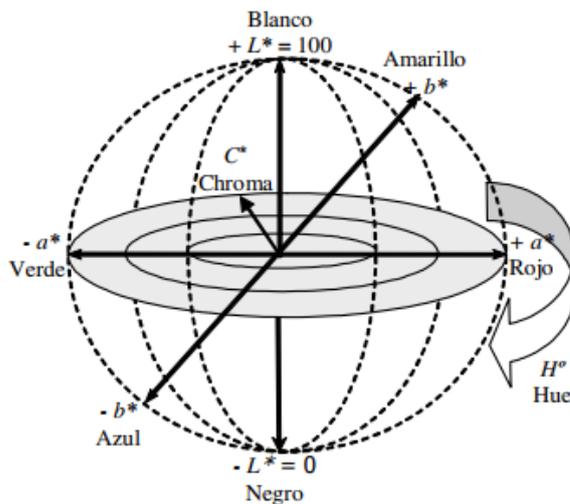


Ilustración 1. Espacio del color en la escala CIE  $L^* a^* b^*$  y sus coordenadas cilíndricas  $C^*$  y  $H^\circ$

### Propiedades de textura

Las propiedades relacionadas con la textura son las características de calidad más apreciadas por el consumidor y al igual que el color se identifican porque son difíciles de definir.

El contenido de colágeno tiene una influencia directa en las propiedades de textura ya que la dureza aumenta con la edad y al parecer, está relacionada con el tejido conectivo y muy especialmente con las propiedades del colágeno. La concentración de colágeno en los animales no varía con el crecimiento, pero si lo hace más insoluble a mayor peso y edad. También influye en la textura el tamaño de los músculos de forma que a mayor tamaño y haces de fibra más grandes tienen peores características de textura que los haces más pequeños. El contenido de grasa intramuscular también determina las propiedades de textura ya que ejerce una función

lubricante entre los dientes y la boca durante el proceso de masticación disminuyendo la fuerza de fricción (Ramírez Télles, 2004).

Para evaluar la terneza de la carne, la mayoría de autores utilizan la prueba de corte, como el método de Warner-Bratzler (WB) o el análisis de perfil de textura (TPA).

#### Perfil lipídico

Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados constituyen la parte principal de los ácidos grasos de los triglicéridos de la grasa de la carne, sin embargo, la proporción y la concentración de los ácidos grasos puede variar dependiendo de diversos factores como: especie, dieta, genética, ambiente, sexo y edad (Dalle Zote, 2002).

Para los animales mono gástricos, la composición de los ácidos grasos depende de la alimentación, ya que si un cerdo, un ave o un conejo se alimenta con una dieta rica en ácidos grasos insaturados, los incorporará más fácilmente a sus tejidos que los rumiantes. En los que la acción de los microorganismos presentes en el rumen determinarán la clase de ácidos grasos disponibles para el animal y convertirán los ácidos grasos insaturados ingeridos en ácidos grasos saturados dificultando el incremento de los lípidos insaturados en sus tejidos a través de la modificación de la dieta (Mc Donald y Scott, 1977).

Los principales ácidos grasos saturados de la carne son de mayor a menor concentración: el Palmítico (C16:0), esteárico (C18:0), mirístico (C14:0). El ácido oleico (C18:0) es el monoinsaturado de mayor concentración, seguido del palmitoleico (C16:1). Los ácidos, linoleico (C18:2), linolénico (C18:3) y arquidónico (C20:4) son los principales ácidos poliinsaturados. Los ácidos grasos saturados y monoinsaturados componen mayoritariamente los triglicéridos. En la carne de conejo los ácidos grasos insaturados se encuentran en mayor proporción y su contenido varía entre el 54-60% (Dalle Zote, 2000, 2002).

La carne de conejo supone una excelente fuente de ácidos grasos  $\omega$ -6 pero su contenido en ácidos grasos  $\omega$ -3 es algo limitado, siendo especialmente bajas las concentraciones de C20:5 n-3 EPA y C22:6 n-3 DHA y un ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 elevado en torno a 7 (Dalle Zote et al., 2001).

En la siguiente tabla observamos la composición lipídica de la grasa de conejos alimentados con una dieta estándar en un experimento (Dalle Zote et al., 2001).

Tabla 8. Perfil lipídico de la grasa del conejo expresada en porcentaje respecto del total.

ÁCIDOS GRASOS	% DE ÁCIDOS GRASOS RESPECTO DEL TOTAL
<b>C12:0</b>	0,08
<b>C14:0</b>	0,34
<b>C15:0</b>	0,15
<b>C16:0</b>	14,9
<b>C17:0</b>	0,19
<b>C18:0</b>	3,44
<b>C20:0</b>	0,36
<b>C22:0</b>	0,26
<b>C23:0</b>	0,00
<b>C24:0</b>	0,21
<b>C16:1</b>	0,40
<b>C17:1</b>	0,10
<b>C18:1 N-9</b>	21,7
<b>C20:1 N-9</b>	0,53
<b>C22:1 N-9</b>	0,37
<b>C18:2 N-6</b>	47,7
<b>C18:3 N-3</b>	6,7
<b>C20:2 N-6</b>	0,13
<b>AGS</b>	22,3
<b>AGMI</b>	23,1
<b>AGPI</b>	54,5
<b>AGIT</b>	77,7
<b>PROPORCIÓN AG N-6</b>	47,9
<b>PROPORCIÓN AG N-3</b>	6,7
<b>RATIO <math>\Omega</math>-6/<math>\Omega</math>-3</b>	7,2

Dado que los conejos digieren grasas y aceites puros o piensos ricos en grasa de una manera comparable a otros animales monogástricos, los lípidos representan una posibilidad interesante para aumentar el contenido de energía de las dietas fibrosas de conejo. En consecuencia, un aumento de las grasas en su dieta favorece la eficiencia de la alimentación, pero conduce en la mayoría de los casos, a tasas de crecimiento similares o algunas veces a una mejora en la tasa de crecimiento y el peso vivo final, aunque también pueden ocasionar una disminución de los mismos parámetros. Estos resultados tan variables podrían deberse a diferencias en el origen y el nivel total de grasas añadidas investigadas. Por lo tanto, el resultado positivo del uso de dietas con grasa añadida parece ser su optimización de la eficiencia alimenticia y su utilidad en el sistema de producción intensiva de carne de conejo (Dalle Zote, 2002).

La inclusión en el contenido de grasa en la dieta en concentraciones moderadas (3-6%), puede mejorar el rendimiento de la canal, sin embargo, el mayor efecto recae en el aumento de la grasa perirrenal. Aumentar el suplemento de grasa en la dieta por encima de estos valores, aumentaría aún más la deposición de grasa y el rendimiento de la canal podría verse afectado (Dalle Zote, 2002).

Estudios realizados con antelación como el de (Teillet et al., 2013) en el que se ha estudiado la influencia de una dieta rica en alfa-linolénico (0,65%) aportado por semillas de linaza en conejos. (Dado que alrededor del 12,5 % de las semillas de lino es ácido alfa-linolénico estaríamos hablando de un porcentaje total de semillas de lino del 5% en la dieta). sobre el contenido de omega 3 en diferentes tejidos del animal, han demostrado que existe una influencia directa entre la incorporación de semillas de linaza en la dieta de los animales y el aumento del contenido de omega-3, además la gran mayoría de estos omega-3 son ALA, obteniendo ratios de omega-6/omega-3 inferiores a 4, así como, una disminución de los AGS en la carne, sin afectar a las características hedónicas. Tales niveles permiten alegar el contenido de omega-3 de esta carne, especialmente para reclamar la declaración nutricional “fuente de ácidos grasos Omega-3”, muy difícil de obtener para la mayoría de carnes y productos en general (Teillet et al., 2013).

En el caso de nuestro país la incorporación de la declaración nutricional “fuente de ácidos grasos Omega-3” en el etiquetado del producto está regulada según (U.E. Comisión, 2010), en la que se especifica que la proporción de este ácido graso esencial en la carne debe de ser superior a 0,3 gramos por 100 gramos de producto.

Tabla 9. Composición carne de conejo según el tipo de dieta.

Tipo de alimentación	Muslo	
	Estándar	Enriquecida ALA
ALA (%) en la dieta	0.06	0.63
Lípidos (%)	8.5	15.3
Proteínas (%)	19.2	17.8
AGS (%)	37.8	33.6
AGMI (%)	30.9	38.4
AGPI (%)	30.8	27.2
Omega-6 (%)	28.1	19.3
Omega-3 (%)	1.7	7.8
Omega-6/Omega-3	16.5	2.5
Oméga-3 (mg/100g)	79	48.3

Otro estudio en el que se comprobó la influencia de semillas de lino en la dieta de los conejos sobre el crecimiento normal de los mismos y la composición lipídica de su carne fue el realizado por (Peiretti et al., 2007). En él se utilizaron 30 conejos cruzados y se dividieron en 3 lotes de 10 conejos cada uno, (5 machos y 5 hembras) y se alimentaron con pienso estándar, pienso enriquecido con un 10% de semillas de lino y pienso enriquecido con un 15 % de semillas de lino. Los resultados obtenidos determinaron que la composición de la carne del musculo *longissimus dorsi* no se vio significativamente afectada por el tratamiento en cuanto al contenido de proteínas, pero si se apreció un alto contenido de ácido linolénico en el mismo músculo de los conejos alimentados con 10% y 15% de semillas de lino, que paso de un 5,5% en los conejos alimentados con la dieta control a un 17,2% en los conejos alimentados con la dieta enriquecida al 15% en semillas de lino. Los datos de rendimiento relativos al peso final, aumento de peso y consumo de alimento no mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Peiretti et al., 2007).

### 1.5 Importancia del ácido alfa-linolénico en nuestra dieta

El ácido alfa-linolénico también conocido como ALA es el verdadero ácido graso “esencial” omega-3 requerido en nuestras dietas, debido a que nuestros cuerpos no lo producen, en este sentido el ALA es un nutriente esencial como el calcio o la vitamina C. El ALA juega papeles importantes en la salud humana. Éste desalienta la inflamación, la cual es una característica de

muchas enfermedades crónicas, como las enfermedades del corazón, las embolias y el cáncer. Asimismo, ayuda a promover un funcionamiento adecuado de los vasos sanguíneos, lo cual reduce el riesgo de ataques al corazón (Morris, 2007).

Es un hecho que tanto los ácidos grasos esenciales de la serie omega-6 (especialmente el ácido linoleico [LA] y el arquidónico [AA]) y de la serie omega-3 (de la cual, los más importantes son el ácido linolénico [ALA], el eicosapentaenoico [EPA] y el docohexaenoico [DHA]) son esenciales para el desarrollo y juegan un papel importante en la prevención de enfermedades coronarias. La modificación de los patrones de la dieta en los últimos 100-150 años ha llevado a un cambio en el consumo de ácidos grasos, incrementándose el consumo de AG omega-6 y reduciéndose la ingesta de AG omega-3, esto es debido al interés económico por parte de la industria en las grasas vegetales que son ricas en AG omega-6. Por ello se ha producido un cambio en la ingesta de grasas que ha modificado el ratio omega-6/omega 3 que originariamente era 1:1 y actualmente es de 20-30:1. Es importante que exista una relación o balance adecuado entre AG omega-6 y AG omega-3 para la prevención y tratamiento de enfermedades cardiovasculares. Para la prevención secundaria de enfermedades cardiovasculares, una relación de 4: 1 se ha asociado con una reducción del 70% en mortalidad total. Con respecto a la relación  $\omega$ -6 /  $\omega$ -3 en estas enfermedades, varios estudios coinciden en que la proporción debe mejorarse, aunque hay datos controvertidos en su utilidad como marcador de riesgo cardiovascular. Mientras algunos investigadores señalan la necesidad de reducir el consumo de AG  $\omega$ -6 para mejorar la relación, otros autores enfatizan en que la cuestión importante es aumentar el consumo de AG  $\omega$ -3 (Gómez Candela et al., 2011)

## 1.6 Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de los alimentos es un pilar fundamental para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios. Sin duda el poder medir el grado de satisfacción de un producto, nos ayudará a prever la aceptabilidad con la que lo acogerá el mercado.

La evaluación sensorial trabaja en base a paneles de degustadores que utilizan sus sentidos como herramienta de trabajo. Y dependiendo del tipo de degustadores existen dos tipos de evaluaciones sensoriales:

1. Panel de catadores expertos: Es una herramienta fundamental para lograr tener un producto de calidad y con sus características sensoriales optimizadas al máximo, está formado por un equipo de catadores con las cualidades perceptivas adecuadas que ha sido sometido a una selección y entrenamiento riguroso y sea capaz de emitir juicios objetivos y fiables.
2. Estudio de consumidores/ tests hedónicos: Se tratan de estudios que permiten evaluar el grado de aceptación y preferencia de su producto. La valoración de las características organolépticas se lleva a cabo con grupos de consumidores de características sociológicas y de consumo previamente establecidas. También se les denomina Panel Test cuando están realizados sobre un panel de consumidores.

En el artículo de (Teillet et al., 2013) citado anteriormente en el apartado del perfil lipídico, se realiza también un test hedónico para comprobar el efecto de una dieta rica en ALA (alfa-linolénico (0,65%)) aportado por semillas de linaza equivalente en cuanto a contenido total de ALA a un 5% en semillas de lino en el pienso de los conejos, en la apreciación sensorial de la carne. Para ello un panel de consumidores evaluaron las características de aceptabilidad global, apariencia, olor, sabor y ternura en una escala de 1 (muy desagradable) a 7 (muy agradable), obteniendo los siguientes resultados para la carne del trasero del conejo cocinada con horno de vapor a 250 °C y envuelta en papel de aluminio:

*Tabla 10. Media  $\pm$  desviación típica de las puntuaciones obtenidas en el análisis sensorial, para evaluar el efecto de la inclusión de ALA en la dieta de los conejos, en la carne.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Estándar</b>	<b>Lino</b>
<b>Nº Consumidores</b>	60	60
<b>Aceptabilidad global</b>	4,10 $\pm$ 1,79	4.30 $\pm$ 1,50
<b>Apariencia</b>	4,25 $\pm$ 1,63	4,70 $\pm$ 1,57
<b>Olor</b>	4,10 $\pm$ 1,70	4,55 $\pm$ 1,56
<b>Sabor</b>	4,10 $\pm$ 1,74	4,35 $\pm$ 1,63
<b>Ternura</b>	4,05 $\pm$ 1,75	4,20 $\pm$ 1,75

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, pero si se apreció una valoración más positiva en la media para las puntuaciones de la carne de los conejos alimentados con lino en todas las características evaluadas.

## 2.Objetivo

El objetivo del presente trabajo es:

-Estudiar la **mejora del perfil lipídico** de la carne de conejo en cuanto al incremento de ácidos grasos omega-3, mediante actuaciones nutricionales, aportando a su dieta diferentes dosis de semillas de lino, (**grupo control, grupo lino 5 y grupo lino 10%**). Y comprobar a su vez el efecto y la incidencia de las diferentes dietas en: **Parámetros productivos**, (peso final tras el periodo de cebo, ganancia media diaria, índice de conversión, pérdidas durante el transporte a matadero, rendimiento de la canal y pérdidas por oreo). **Parámetros de calidad de la canal y de la carne**, (pH, color, composición química del perfil lipídico y calidad sensorial).

A continuación, se describe el material y la metodología empleadas para cada objetivo, también aparecen los resultados obtenidos de cada estudio y la discusión de los mismos.

### 3. Material y Métodos

#### 3.1 Diseño experimental

Para la realización de la prueba se utilizaron 120 conejos en 2 repeticiones diferentes, 60 conejos para cada una.

Los conejos se recogieron con 35 días de vida para comenzar el cebo que se prolongará hasta el día 63 de vida de los conejos.

El periodo de engorde de la primera repetición comenzó el 20 de febrero de 2017 y concluyó 4 semanas después el día 20 de marzo de 2017 con el transporte de los gazapos al matadero.

En cuanto a la segunda repetición, el cebo comenzó el 3 de abril de 2017 y finalizó el 1 de mayo de 2017 al igual que en la primera repetición tras 4 semanas de engorde.

Para determinar la influencia de las diferentes dietas según el tratamiento durante el cebo se van a registrar los pesos de los conejos semanalmente, es decir los días 35, 42, 49, 56 y 63 correspondientes a los días de vida del conejo. Así como la ingesta semanal de pienso, con el objetivo de comparar el engorde y el índice de conversión según el tratamiento.

Los 60 conejos de cada repetición fueron distribuidos en 3 lotes de 20 conejos cada uno, cada lote siguió un tratamiento diferente como podemos observar en la siguiente tabla:

*Tabla 11. Identificación lote y tratamiento*

<b>Lote</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Nº de conejos</b>
<b>Lote 1</b>	Pienso CONTROL	20
<b>Lote 2</b>	Pienso con un 5% de semillas de lino	20
<b>Lote 3</b>	Pienso con un 10% de semillas de lino	20

Los piensos empleados en la alimentación de los conejos de cada lote contenían coccidostaticos como medida sanitaria preventiva, por ello, fueron sustituidos 5 días antes del sacrificio en ambas repeticiones por piensos de retirada que seguían manteniendo los porcentajes de semillas de lino propuestos para cada tratamiento, pero sin contener coccidostaticos.

Con la intención de respetar el periodo de supresión para la eliminación de residuos de los fármacos de manera que la carne consumida por los humanos esté exenta de ellos. En el caso de piensos medicados y con coccidostaticos se suministran como muy tarde hasta 5 días antes del sacrificio (González Redondo, 2004).

En la siguiente tabla podemos observar los componentes analíticos de los piensos utilizados según el tratamiento.

*Tabla 12. Componentes analíticos de los piensos utilizados en los tres tratamientos*

<b>COMPONENTE</b>	<b>CONTROL</b>	<b>LINO 5%</b>	<b>LINO 10%</b>
<b>PROTEÍNA BRUTA (%)</b>	15	15	15.1
<b>ACEITES Y GRASAS BRUTAS (%)</b>	4	4.4	6.07
<b>CENIZAS (%)</b>	6.8	6.7	6.48
<b>SODIO (%)</b>	0.24	0.24	0.24
<b>FIBRA BRUTA (%)</b>	16.3	15.8	15.48
<b>FÓSFORO TOTAL (%)</b>	0.50	0.50	0.51
<b>CALCIO (%)</b>	1	1	0.98

En el Anexo I podemos encontrar la etiqueta completa de cada uno de los piensos. Los piensos con lino incrementan el precio respecto al precio del pienso convencional. ( Alrededor de un 30% para el pienso utilizado en lino 5% y un 60% para el pienso utilizado en lino 10%).

Para facilitar la administración del pienso y la identificación de los tratamientos, los conejos de cada tratamiento se dispusieron en jaulas contiguas como podemos apreciar en la siguiente ilustración.

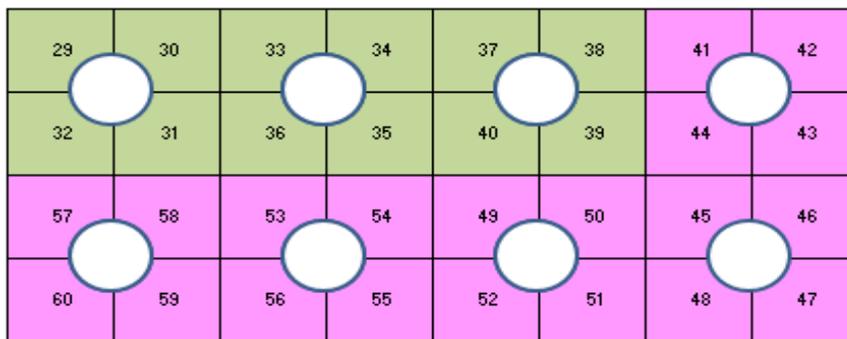
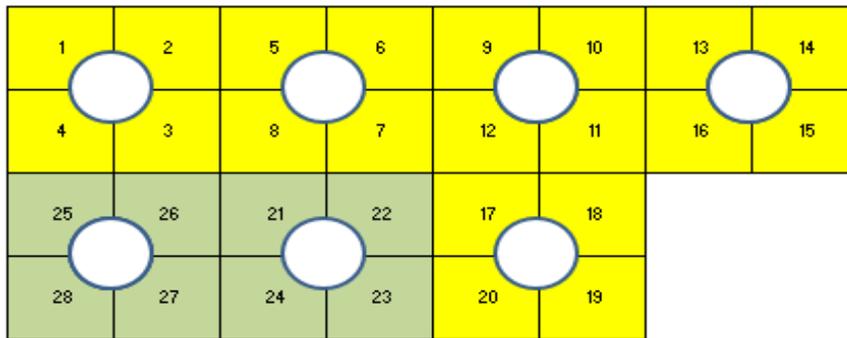


Ilustración 1. Distribución de jaulas y conejos según tratamiento.

A cada conejo se le asigno el número de jaula en la que permaneció durante todo el periodo de engorde con la intención de facilitar la toma de datos durante el cebo.

Finalizado el periodo de engorde de cada repetición y tras 4 semanas de tratamiento durante el cebo, los conejos fueron trasladados al matadero donde se registraron los datos de pérdidas por transporte y espera hasta sacrificio, que no sucedería hasta el día siguiente, rendimiento de canal y pérdidas por oreo tras 24 horas en refrigeración.

Dos días después de su llegada al matadero las canales fueron trasladadas al laboratorio para la obtención de las medidas de pH y color y la toma de muestras para la prueba sensorial y el análisis del perfil lipídico.

A continuación, se va a proceder a la aclaración de aspectos relevantes de la prueba, así como una descripción detallada del desarrollo de esta.

### 3.2 Material animal e instalaciones utilizadas

Los 120 conejos utilizados en este estudio proceden de una granja situada en la localidad de Arbeiza (Navarra) y pertenecen a una variedad híbrida entre Hyplus francés y raza Valenciana

también denominada conejo de España como resultado de la inseminación de semen Hyplus en madres de la variedad Valenciana.



*Ilustración 2. Disposición de gazapos en la granja de Arbeiza (Navarra)*

En ambas repeticiones los conejos se recogieron con 35 días de vida y dos días después del destete. El 20 de febrero para los 60 conejos pertenecientes a la primera repetición y el 3 de marzo para los pertenecientes a la segunda repetición. Se intentó que los conejos escogidos para la realización del estudio fueran lo más homogéneos posible y que no presentaran síntomas de enfermedad.

En ambas repeticiones se distribuyeron los conejos en 3 jaulas, cuyas medidas eran 0,70 cm de largo por 0,52 cm de ancho, se introdujeron 20 conejos por jaula y se transportaron a la nave experimental de Guirguillano a 40 Km de la granja de Arbeiza.

En Guirguillano se procedió al pesado, identificación y distribución de los gazapos en las jaulas donde permanecieron las 4 semanas que duró el cebo. Se les enseñó donde estaba el agua y se procedió a la primera administración de pienso.

Durante el periodo de cebo se acudió a la finca una vez por semana para realizar el pesado de los conejos, así como una observación individual de estos, para anotar cualquier incidencia o patología que pudieran presentar, tales como, hinchamientos, problemas respiratorios, diarreas...

En el inicio del cebo de la 2R se registró que varios gazapos no aumentaron de peso, esto podría deberse a que no aprendieron correctamente el funcionamiento del bebedero y por lo tanto apenas comieron durante la primera semana de cebo.

A lo largo de toda la prueba se registraron 3 conejos muertos:

- Uno en la primera repetición, a causa de una diarrea durante la segunda semana de cebo y que se encontraba en la jaula 57 perteneciente al lote 3.

- Y dos en la segunda repetición, probablemente debido a problemas con el bebedero durante la primera semana de cebo, los días 7 y 8 de abril que se encontraban en las jaulas 43 y 48 respectivamente, ambos pertenecientes al lote 3.

Por lo que el índice de mortalidad total de la prueba fue de un 2,5%, que está dentro del rango de mortalidades normal durante el periodo de cebo que según (González Redondo, 2004) puede variar entre un 2 y un 5%, sin embargo, mortalidades superiores al 10 % se pueden considerar anormalmente elevadas y debidas a un mal manejo.

### *Nave de cebo*

La mayor parte de este estudio se ha centrado en el periodo de engorde de los gazapos, que se ha realizado en una nave experimental en Guirguillano (Navarra).



*Ilustración 1. Nave experimental de Guirguillano.*

En la nave se dispusieron 120 jaulas individuales distribuidas en 4 cajones diferentes, situado cada uno en una esquina de la nave, de tal forma, que en la ilustración 1, podemos apreciar los dos cajones más próximos a la puerta de acceso a la nave, que contenían 32 jaulas individuales cada uno, y los 2 cajones que no se aprecian en la ilustración 1, contenían 28 jaulas individuales cada uno. Para la realización de este estudio se utilizaron los dos cajones que quedan a la izquierda según atraviesas la puerta de entrada a la nave.

Cada jaula individual tiene su propio bebedero, sin embargo, se comparte 1 comedero para cada 4 jaulas como se puede apreciar en la ilustración 3.



Ilustración 3. Disposición de las jaulas.

Las jaulas disponen de rejillas en su base para la rápida eliminación de los excrementos que son una fuente de contaminaciones y problemas sanitarios, estos caen sobre una tolva que se vacía periódicamente. En cuanto a las dimensiones, existen 2 tamaños de jaulas diferentes en función del lugar donde se encuentran, sus dimensiones son 46 cm de largo por 34 cm de ancho para las más grandes y 46 cm de largo por 26 cm de ancho para las pequeñas. En la siguiente ilustración se puede apreciar la distribución de las jaulas en la nave.

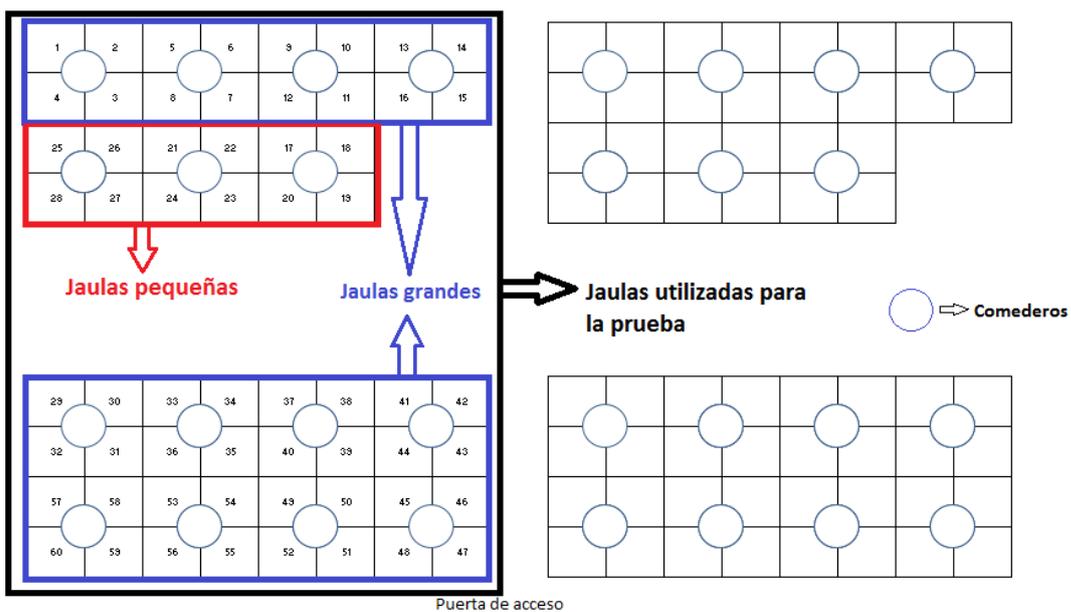


Ilustración 4. Esquema de disposición de jaulas según su tamaño

La nave cuenta con 4 ventanas grandes, una en cada esquina, en las que se puede regular su apertura en función de la temperatura y ventilación que se desea, durante el transcurso de la prueba se mantuvieron parcialmente abiertas 2 ventanas, exceptuando los días más calurosos en los que se abrió una tercera ventana.

#### *Camión de transporte a matadero*

El transporte de los conejos una vez finalizado el periodo de cebo en Guirguillano hasta el lugar de sacrificio se realizó en el camión que utiliza la cooperativa Naraba S.Coop para el transporte de los conejos hasta el matadero.



*Ilustración 5. Camión utilizado por Naraba S.Coop para el transporte de conejos*

#### *Matadero*

El sacrificio de los conejos se ha realizado en el matadero Jimenez situado en la localidad de Tafalla (Navarra) a 40,5 Km de la nave de cebo en Guirguillano.

Además del sacrificio de conejos también realiza sacrificio de patos y aves, así como el despiece de las mismas, elaboración de productos, envasado y distribución.

A continuación, se procede a la explicación del **proceso de sacrificio** seguido en este matadero y por lo tanto el llevado a cabo para el sacrificio de los conejos del estudio:

En el proceso de aturdimiento se extrae el conejo de la caja manualmente y se le coloca la cabeza dentro de las pinzas de electroanestesia. Se utiliza un voltaje de 120V, con un sistema de conducción retrógrado que devuelve el voltaje sobrante a una bombilla para indicar que está cargado, el matarife lleva unos guantes para una mayor seguridad y evitar que el voltaje pasé al matarife.



*Ilustración 6. Máquina de electroanestesia para el sacrificio de conejos*

Este sistema de electroanestesia funciona muy bien y no da ningún tipo de problema proporciona un desangrado muy eficaz mejorando la calidad de la canal en comparación con el método por dislocación o por golpe, además evita las contracciones de los conejos durante el desangrado (Valls Camps et al., 1999).

A continuación, el matarife cuelga el conejo de la pata trasera derecha en la cadena de desangrado y le asesta un corte en el cuello para cortar las 2 yugulares y proceder al desangrado, entre el aturdimiento y el comienzo del desangrado transcurren 6-7 segundos.



*Ilustración 7. Cadena de desangrado de conejos*

Una vez finalizada la cadena de desangrado, los conejos entran en una sala en la que primero se le cortan las patas delanteras, después se realiza un corte en la pelvis para despellejar el conejo hasta el abdomen. A continuación, se le cortan las orejas y se retira la piel de la cara, en este punto una maquina sujeta la piel y conforme avanza el conejo por la cinta se termina de despellejar.

La cinta transporta los conejos a otra sala en la que se realiza el proceso de evisceración y lavado de las canales y finalmente una a una se van colocando las canales en un carrito para ser llevadas a refrigeración.

Todo el proceso de sacrificio hasta la obtención de la canal sin refrigerar dura aproximadamente 40 minutos.

La primera refrigeración dura 30 minutos a  $-3/-5$  °C una vez terminada se colocan las canales en cajas y se llevan a una cámara de refrigeración a 0 °C durante 2 horas y 30 minutos y por último son transportadas a una tercera cámara de refrigeración a 2 °C donde permanecen hasta que salen del matadero.

Todo el personal del matadero tiene el carnet de manipulador de alimentos y cuentan con una veterinaria asignada que se encarga de inspeccionar las canales y de que todo salga bien.

### 3.3 Obtención de parámetros en granja

#### *Toma de pesos*

Los días 35, 42, 49, 56 y 63 correspondientes a los días de vida de los conejos en cada una de las dos repeticiones se acudió a la nave de cebo para tomar de forma individual el peso a cada conejo.

En la siguiente ilustración podemos observar la báscula utilizada para la realización de los pesajes.



*Ilustración 8. Báscula especial para el pesaje de animales vivos.*

#### *Control de la cantidad de pienso consumido*

Los datos de pienso consumido se han contabilizado a través de un cuadernillo en el que la persona encargada de la administración del pienso anotaba el número de jarras semanal que se consumía en cada comedero.

Previamente se había medido el peso exacto de cada pienso en la jarra.

### *Obtención de parámetros*

Con los datos de los pesos semanales de cada conejo y una vez cuantificada la cantidad de pienso consumida semanalmente se ha calculado la ganancia media diaria de peso para cada conejo y el índice de conversión del pienso para cada lote, ambas medidas se han tomado para cada una de las 4 semanas que duro el cebo.

La ganancia media diaria (GMD) es un valor que nos indica la ganancia de peso de un animal al día. Se calcula dividiendo el aumento de peso de un animal en un periodo determinado entre los días que ha durado este periodo.

$$\text{GMD} = \frac{\text{Peso de la segunda semana} - \text{Peso de la primera semana}}{7 \text{ Días}}$$

El índice de conversión (IC) es un valor que indica los Kg de pienso necesario para que el animal aumente 1 Kg su peso vivo. Se calcula dividiendo el peso del pienso consumido entre el peso ganado por el animal.

$$\text{IC} = \frac{\text{Pienso consumido}}{\text{GMD}}$$

### 3.4 Obtención de parámetros en matadero

#### *Proceso de identificación*

Una vez finalizado el periodo de engorde de los conejos solo se realizó el seguimiento, toma de datos, mediciones y análisis para 10 de los conejos que componen cada lote, los criterios utilizados para la selección de los 10 conejos en cada lote fueron homogeneidad y similitud a la media de peso del lote.

Una vez escogidos los 10 conejos en cada lote, se identificó a estos con un número en la oreja que corresponde al número de identificación en matadero y que a partir de este momento fue su número de identificación. (Hasta entonces había sido el número de jaula).

Se utilizaron los números del 1 al 10 para los conejos que correspondían al lote 1, del 11 al 20 para los que correspondían al lote 2 y del 21 al 30 para los que pertenecían al lote 3. Para diferenciar las muestras de las 2 repeticiones cuando fue necesario simplemente se le colocaba 1R para la primera y 2R para la segunda delante del número de identificación de matadero.

En el momento previo al sacrificio, los conejos fueron entrando por el orden de número de identificación de matadero a la cadena de sacrificio para que una vez terminada fueran saliendo en orden y poder ir identificándolos mediante una pegatina en la canal.

#### *Transporte y espera*

Como ya se ha mencionado el camión que se utilizó para el transporte es el utilizado por Naraba S.Coop para el transporte de conejos.

Dentro del camión los conejos van en cajas de plástico. En las dos repeticiones se cargaron 5 conejos por caja y se anotó la hora de carga en Guirguillano, 17:15 para la 1R y 17:30 para la 2R

así como la hora de descarga en el matadero, 18:25 para la 1R y 20:00 para la 2R. En esas mismas cajas se descargaron en el matadero y permanecieron en ellas el tiempo de espera hasta el momento del sacrificio que sucedió a primera hora del día siguiente, 8:25 para la 1R y 7:20 para la 2R.

En los minutos previos al sacrificio se procedió al pesado de los animales para la obtención de un último dato de peso vivo tras el transporte y la espera y previo al sacrificio.

#### *Obtención de parámetros*

A partir de los siguientes datos tomados:

- Peso vivo antes del transporte a matadero
- Peso vivo antes de sacrificio
- Hora de sacrificio
- Peso de la canal tras 2 horas y 30 minutos del sacrificio
- Peso de la canal tras 24 horas en refrigeración

Se han calculado los siguientes parámetros:

Pérdidas transporte-espera es un dato que hace referencia a la pérdida de peso de cada conejo a consecuencia del transporte y la espera en el matadero hasta el sacrificio. Se calcula mediante la resta del peso vivo antes del sacrificio (PVAS) y el peso vivo antes del transporte (PVAT).

$$\text{Pérdidas transporte-espera} = PVAT - PVAS$$

Rendimiento de canal es un dato porcentual que hace referencia a la cantidad de peso de canal que se ha obtenido a partir del peso del animal vivo. Se calcula dividiendo el peso de la canal tras 2 horas y 30 minutos del sacrificio (PC2,5H) entre el PVAS y multiplicándolo por 100.

$$\text{Rendimiento de la canal} = \frac{PC2,5H}{PVAS} \times 100$$

Pérdidas por oreo también es un dato porcentual en el que se indica el porcentaje de pérdida de peso de la canal en las 24 horas siguientes al sacrificio. Se calcula dividiendo la diferencia entre el PC2,5H y el peso de la canal tras 24 horas en refrigeración (PC24H) entre el PC2,5H y multiplicándolo por 100.

$$\text{Pérdidas por oreo} = \frac{(PC2,5H - PC24H)}{PC2,5H} \times 100$$

### 3.5 Obtención de datos y muestras en el laboratorio

Una vez finalizada la toma de datos en el matadero con el pesaje de las canales tras 24 horas de refrigeración, se introdujeron las canales en neveras portátiles y se trasladaron hasta el laboratorio de la universidad a 35 Km de distancia y 30 minutos de trayecto.

En la 1R las canales llegaron al laboratorio las 10:30 del 22 de marzo y en la 2R llegaron a las 10:00 del 3 de mayo.

### Obtención de medidas de color

Las mediciones de color se tomaron con el colorímetro Minolta CM2300d que, en cada punto, da el promedio de tres medidas de luminosidad ( $L^*$ ), enrojecimiento ( $a^*$ ) y amarillez ( $b^*$ ). Con ello se determinaron los valores de los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .

Se tomaron 5 mediciones de color en 2 puntos diferentes de cada canal para determinar:

- Color superficial: Mediciones realizadas en el lomo izquierdo concretamente en el músculo *longissimus dorsi*, a la altura entre la cuarta y quinta vertebra
- Color transversal: Mediciones realizadas en el corte transversal del lomo derecho concretamente en el músculo *longissimus dorsi*, a la altura de la entre la cuarta y quinta vértebra lumbar.

### Obtención de medidas de pH

Una vez calibrado correctamente el potenciómetro se comenzó la toma mediciones de pH para todas las canales, recordemos que eran 10 canales por lote y repetición, para ello se siguió método descrito por (Blasco M et al., 2000), en el cual se tomaron dos mediciones con el potenciómetro modelo Hach 50 53 T, entre la 4-5ª vértebra lumbar del lomo derecho.

### Preparación de muestras

Una vez realizadas las mediciones de color y pH se prepararon las muestras que se utilizarían más adelante para el análisis sensorial y el análisis del perfil lipídico.

Para el análisis sensorial se extrajo el lomo izquierdo (*longissimus dorsi*).

Para el análisis de ácidos grasos se extrajo  $\pm$  10 gramos de grasa perirrenal del lado derecho.

Todas las muestras se envasaron al vacío en una bolsa de plástico transparente correctamente identificada con el número de identificación de la canal, el tratamiento al que había pertenecido, la fecha, y el tipo de prueba para la que se iba a utilizar.

Las bolsas con las muestras se conservaron en congelación hasta el momento de su utilización.

### Extracción lipídica y análisis cromatográfico

El procedimiento utilizado para el análisis del perfil lipídico comprende 3 fases:

1. Proceso de extracción: Cuya finalidad es el aislamiento de los ácidos grasos de la grasa animal del resto de componentes.
2. Proceso de metilación: Cuya finalidad es la preparación de la muestra para su lectura en el cromatógrafo de gases.
3. Análisis: Lectura, identificación y cuantificación de los ácidos grasos de la muestra en el cromatógrafo de gases

El método utilizado para la extracción de los ácidos grasos de las muestras fue el descrito por (Aldai et al., 2006). El extracto graso fue metilado utilizando 200  $\mu$  L de diazometano a 40 °C durante 10 minutos, secado bajo  $N_2$ , disuelto en n-hexano y centrifugado para su posterior análisis.

Para la realización del análisis se utilizó un cromatógrafo de gases equipado con detector de llama ionizante (GC/FID; Agilent Technologies, Model 7890A, Wilmington, DE, USA) y un inyector automático (Agilent Technologies, Model 7693). Se utilizó una columna de capilaridad BPX-70 (SGEU.K.Ltd.) (120m0.22 mmi.d.0.2  $\mu$  m de grosor de capa). Como gases portadores se utilizaron helio con un flujo de 29mL/min, hidrógeno a 30mL/min y aire a 300mL/min. Se inyectó 1  $\mu$  L de cada muestra y se fue diluyendo por la columna a diferentes tiempos de retención según la polaridad de los componentes. La temperatura del horno fue escalonada a lo largo del proceso analítico. La temperatura inicial fue de 50 °C, después se incrementó a 20 °C/min hasta alcanzar 220°C durante 10 min. Por último, se inicia un tercer incremento de temperatura a razón de 3 °C/min hasta llegar a los 40 °C manteniéndose hasta el final del análisis en el minuto 58. La identificación de los ácidos grasos se realizó mediante la comparación de los tiempos de retención de los ácidos grasos metilados con los tiempos de retención de otros patrones de ácidos grasos similares y con la ayuda de la incorporación de una dosis conocida de patrón externo C23.0 en todas las muestras.

Se extrajeron 2 muestras de ácidos grasos de 0,5 gramos de grasa perirrenal para su análisis, es decir dos muestras de perfil lipídico por canal. Y se analizaron 8 canales diferentes por lote.

### 3.6 Análisis sensorial

La sesión de evaluación de las características sensoriales se realizó el 16 de mayo de 2017 en la sala de catas del edificio “los olivos” en la Universidad Pública de Navarra en dos sesiones continuas con la participación de un total de 50 consumidores; A la mitad de los consumidores (los de la primera sesión) se les informó sobre el ensayo realizado y al resto no se les ofreció ninguna información.

#### *Elección de los consumidores*

Los consumidores deberán ser representativos de la población nacional y, por ello, estar estratificados como mínimo por sexo y edad. Por ello, se reclutaron:

- Sexo: 50 % mujeres y 50 % hombres.
- Edad: (estratos de 18-25 años, 26-40, 41-60 y 61-75), de acuerdo a las estadísticas nacionales.

En todo caso a los consumidores se les hará una pequeña encuesta en donde se les preguntará, entre otras cosas, su edad.

#### *Tratamiento de las muestras y cocinado*

Las muestras se sacaron a descongelar 24 horas antes de la cata en un frigorífico de la cocina en 6 bandejas con la siguiente codificación: Control, Sesión 1; Lino5%, Sesión 1; Lino 10%, Sesión 1; Control, Sesión 2; Lino5%, Sesión 2; Lino 10%, Sesión 2.

Las muestras se cocinaron en planchas a 200°C (potencia de cada una: 2000W). Las placas estaban envueltas en papel de plata y las muestras se cocinaron sin aceite y envueltas en papel de plata, abiertas por dos lados.

En cada plancha se cocinaron 8 muestras de cada tratamiento (**7 + 1 EXTRA**), es decir:

**Plancha 1:** 8 muestras de pienso control

**Plancha 2:** 8 muestras de Lino 5%

**Plancha 3:** 8 muestras de Lino 10%



*Ilustración 9. Procedimiento de cocinado para la carne*

Cada lomo muestra fue cocinado íntegro y tras el cocinado se cortó en 4 rodajas, haciendo un total de 32 rodajas para cubrir a los 25 catadores de cada sesión.

Se introducía una sonda PT-100 en dos lomos aleatoriamente de cada plancha. El cocinado duro unos 5 minutos, dando la vuelta a 30°C. Las muestras se fueron sacando conforme iban llegando a 60°C.

#### *Servicio en sala*

A cada consumidor se le ofrecieron tres muestras de carne cocinada a la plancha y envuelta en papel de aluminio, todas ellas a la misma temperatura (una muestra por tratamiento: Control, Lino al 5 % y al 10%) en órdenes aleatorios. Las muestras estaban codificadas para permitir su identificación, pero los consumidores no eran conscientes de que muestra estaban catando.

A cada consumidor se le pidió que valorase en una escala del 1 al 9 (Valor "1": Me desagrada muchísimo; Valor "9": Me gusta muchísimo) las características de olor, sabor, terniza, jugosidad y aceptabilidad global.

### 3.7 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos se ha utilizado el paquete estadístico R commander dentro del software de R. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) usando el Modelo Lineal General para todas las variables consideradas siguiendo el siguiente modelo:

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

Donde:

- $Y_{ij}$ : Son valores del parámetro analizado para el efecto del tratamiento.
- $\mu$ : Es la media de la población considerada.
- $T_i$ : Es el efecto del tratamiento, (i=1, CONTROL; i=2, LINO 5%; i=3, LINO 10%).
- $E_j$ : Es el error residual aleatorio.

Se completó el estudio mediante análisis de varianza en comparación por pares de los tratamientos para el parámetro estudiado. El nivel de significación de referencia es del 5%, ( $P \leq 0,05$ ).

Para el análisis de correlaciones de las variables en cuestión se aplicó el coeficiente de Pearson:

- No significativo en caso de:  $P > 0,05$
- Significativo en caso de: \* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$ ; \*\*\* $P < 0,001$

## 4.Resultados y discusión

Los resultados que se muestran a continuación han sido obtenidos mediante el análisis estadístico de los datos obtenidos de las medidas instrumentales utilizadas en el periodo de cebo, matadero y laboratorio, así como las medidas sensoriales obtenidas en el análisis sensorial.

### 4.1 Parámetros productivos obtenidos en el cebo y análisis en función del tratamiento

En la tabla 7 podemos observar la media y la desviación estándar de los parámetros de peso vivo al final del cebo (PV63D), ganancia media diaria (GMD) y índice de conversión (IC) obtenidos en el seguimiento del cebo en ambas repeticiones, según el tratamiento, así como el nivel de significación entre ellos.

El número inicial de conejos por tratamiento es de 40, pero debido a la muerte de 3 conejos pertenecientes al tratamiento lino 10 uno en la 1R y dos en la 2R el tamaño muestral se ha reducido a 37, en el caso del tratamiento control de la 2R, se decidió eliminar los datos de un conejo que había padecido un crecimiento anormal, no llegando a superar los 800 gramos de peso en el día 63 de vida.

En cualquier caso el índice de mortalidad de la prueba no supera los valores de un índice de mortalidad habitual durante el cebo, ya que el índice de mortalidad total de la prueba es del 3,33%, que está dentro del rango de mortalidades normal durante el periodo de cebo que según (González Redondo, 2004) puede variar entre un 2 y un 5%, sin embargo, si aplicamos el índice de mortalidad solo al lote 3 por ser este el que ha registrado más muertes durante la prueba nos daría un índice del 7,5 % el cual es algo elevado, pero continua siendo inferior a mortalidades superiores al 10 % que se pueden considerar anormalmente elevadas y debidas a un mal manejo.

#### Peso vivo final tras 63 días de vida

No existen diferencias significativas inferiores al valor de significación 0,05 pero si muy próximas a este valor en la comparación por pares entre el tratamiento control y el tratamiento lino 10%, con un valor de significación de 0.076, además si que se observa un aumento de la media de peso con respecto al porcentaje de lino incorporado esto se puede observar de manera clara en la tabla 7 y puede deberse al aumento calórico que supone la inclusión de lino en el pienso. Como podemos observar en la tabla 7 el peso al final del cebo se encuentran entorno a los valores normales descritos por (González Redondo, 2004) de 2-2,2 Kg.

#### GMD total durante el periodo de engorde

Como vemos en la tabla 7 los resultados obtenidos en el análisis del parámetro de GMD son similares a los del peso final, pero con una significación algo menor. La GMD estaría dentro de los valores habituales que según (González Redondo, 2004), corresponden a 30 - 40 g/día para el tratamiento control, sin embargo muestran valores algo superiores a mayor porcentaje de lino en la dieta como se puede observar en la tabla 7, este hecho quedaría demostrado también al comprobar que la mayor diferencia se da entre el tratamiento control y el tratamiento lino 10%.

#### IC total durante el periodo de engorde

Para el tratamiento de datos en el análisis del IC se ha procedido a la eliminación de los datos de dos conejos pertenecientes al grupo control cuyos IC eran 16,06 y 21,50 debido a un crecimiento anormal producido por algún tipo de patología.

En la tabla 7 podemos observar que el valor del IC para los tratamientos con lino ha sido superior, esto puede deberse a que los piensos que contienen semillas de lino tienen un mayor aporte energético que se ve reflejado en una mayor ganancia del peso del conejo por igual cantidad de pienso consumida. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre tratamientos y todos se encuentran en los valores normales que para (González Redondo, 2004) son entre 3 y 3,5.

Tabla 7. Comparación del valor medio  $\pm$  Desviación típica y índice de significación de los parámetros obtenidos durante el cebo entre tratamientos

Tratamiento	Control	Lino 5%	Lino 10%	Sign. (P)
P.V. 63D.	2.06 $\pm$ 0.38	2.14 $\pm$ 0.23	2.21 $\pm$ 0.29	0.0933
GMD	40.93 $\pm$ 12.54	43.75 $\pm$ 7.49	44.40 $\pm$ 8.32	0.254
I.C.	3.56 $\pm$ 1.20	3.19 $\pm$ 0.36	3.31 $\pm$ 0.56	0.109
Tamaño muestral	39	40	37	

P.V. 63D. es peso vivo final tras 63 días de vida de los conejos, GMS es ganancia media diaria total y I.C. es índice de conversión total. El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05.

#### 4.2 Parámetros productivos obtenidos en matadero y análisis en función del tratamiento

En la tabla 8 podemos observar la media y la desviación estándar de los parámetros de pérdidas transporte y espera (PTE), rendimiento de la canal (RC) y pérdidas por oreo (PO) obtenidos en el matadero en ambas repeticiones, según el tratamiento, así como el nivel de significación entre ellos.

No se aprecian diferencias significativas para ninguno de los parámetros. Se observa un mayor rendimiento de canal para los lotes 2 y 3 en cualquier caso las diferencias son mínimas y están dentro de los valores habituales que según (González Redondo, 2004), puede variar entre el 55 y el 62 % según el peso de sacrificio. También observamos unas pérdidas por transporte ligeramente inferiores para el tratamiento lino 10%, y para el tratamiento lino 5% en el caso de pérdidas por oreo. En cuanto al Nº de muestras, para el lote 1 es una menos que en el resto de lotes debido a un problema con la canal surgido durante el proceso de sacrificio.

Tabla 8. Comparación del valor medio  $\pm$  Desviación típica y índice de significación de los parámetros obtenidos en el matadero entre tratamientos

LOTE	CONROL	LINO 5%	LINO 10%	SIGN. (P)
PTE (Kg)	0.147 $\pm$ 0.054	0.145 $\pm$ 0.083	0.112 $\pm$ 0.051	0.172
RC (%)	60.27 $\pm$ 2.04	60.92 $\pm$ 1.61	60.97 $\pm$ 1.49	0.379
PO (%)	1.19 $\pm$ 0.40	0.98 $\pm$ 0.46	1.18 $\pm$ 0.55	0.319
TAMAÑO MUESTRAL	19	20	20	

PTE es pérdidas durante el transporte a matadero y la espera en el mismo hasta sacrificio, RC es rendimiento de canal y PO es pérdidas por oreo. El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05.

### 4.3 Parámetros de calidad de la canal y del perfil lipídico obtenidos en laboratorio y análisis en función del tratamiento

#### 4.3.1 Calidad de la canal

En la tabla 9 se puede observar los resultados de las medias y las desviaciones estándar de las coordenadas de color (L\*, a\*, b\*) obtenidas para los parámetros de color superficial y transversal, así como de pH de los 3 tratamientos y el índice de significación entre ellos.

#### Color superficial

No encontramos diferencias significativas entre tratamientos para ninguna coordenada del color superficial, en la tabla 9 observamos un descenso progresivo del valor de la coordenada L\*, (luminosidad), a medida que aumenta la concentración de lino según el tratamiento. En cuanto a la coordenada a\*, (rojo/verde), podemos observar en la tabla 9 un valor más elevado para el tratamiento control que para los tratamientos con lino cuyos valores son más similares entre si, lo mismo ocurre para la coordenada b\*, (amarillo/azul).

### Color transversal

No encontramos diferencias significativas entre tratamientos para ninguna coordenada del color transversal, a pesar de ello la mayor diferencia la encontramos para la coordenada a\*, cuyo valor es idéntico para los 2 tratamientos con lino y algo más elevado para el tratamiento control, sin embargo, el nivel de significación es de 0.195.

Tabla 9. Comparación del valor medio  $\pm$  Desviación típica y índice de significación de las coordenadas de color superficial y transversal y pH obtenidos en el laboratorio, entre los diferentes tratamientos.

	TRATAMIENTO	CONTROL	LINO 5%	LINO 10%	SIGN. (P)
COLOR SUPERFICIAL	L*	51.79 $\pm$ 2.46	51.56 $\pm$ 2.17	51.30 $\pm$ 2.07	0.787
	a*	3.72 $\pm$ 1.05	3.18 $\pm$ 0.73	3.23 $\pm$ 1.02	0.152
	b*	-3.53 $\pm$ 1.47	-4.37 $\pm$ 1.67	-4.42 $\pm$ 1.49	0.145
COLOR TRANSVERSAL	L*	49.98 $\pm$ 2.40	49.81 $\pm$ 1.94	49.47 $\pm$ 1.83	0.73
	a*	2.96 $\pm$ 0.94	2.61 $\pm$ 0.52	2.61 $\pm$ 0.52	0.195
	b*	-1.82 $\pm$ 0.69	-1.63 $\pm$ 0.73	-1.90 $\pm$ 0.61	0.423
pH	pH	5.83 $\pm$ 0.15	5.91 $\pm$ 0.16	5.81 $\pm$ 0.12	0.0652
n	Tamaño muestral	19	20	20	

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05.

### PH

Observando la tabla 9, no encontramos diferencias significativas entre tratamientos para el pH, pero si muy próximas en la comparación por pares con un nivel de significación de 0,073 entre el tratamiento lino 10% y lino 5% estas diferencias podrían deberse a un error tipo instrumental ya que este resultado no acompaña a la lógica del tratamiento en cualquier caso los valores de pH para los tres tratamientos son similares aunque algo más elevados a los valores de pH obtenidos por (Blasco y Piles, 1990) entre 5,6 y 5,8.

#### 4.3.2 Calidad del perfil lipídico: Análisis de los ácidos grasos

En la tabla 10 podemos observar la media y la desviación estándar por tratamiento, del porcentaje de cada ácido graso respecto del total de ácidos grasos presentes en la muestra, además del porcentaje medio de AGS, AGMI, AGPI,  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y el ratio  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 y el índice de significación de todos ellos según el tratamiento. Además los superíndices a,b,c indican la significación por pares de cada tratamiento. Se analizaron 8 muestras por lote y repetición, pero un problema con el cromatógrafo de gases impidió tomar las mediciones para 3 muestras del lote 1.

En este apartado analizaremos los ácidos grasos con mayor variación entre tratamientos y de mayor importancia para el cumplimiento de los objetivos del trabajo, así como la diferencia de proporciones según el tratamiento entre AGS, AGMI, AGPI,  $\omega$ -3,  $\omega$ -6 y el ratio  $\omega$ -6/  $\omega$ -3.

#### Ácidos grasos

Considerando como ácidos grasos de mayor importancia en cuanto a variación entre tratamientos y objetivos del trabajo, los siguientes ácidos grasos: Ácido palmítico (C16:0), ácido oleico (C18:1c9), ALA (C18:3n3c9,c12,c15) y LA (C18:2n6c9,c12). Se observan diferencias significativas para todos estos ácidos grasos, en el caso del C16:0, podemos observar en la tabla 10 una importante disminución de la concentración conforme aumenta la dosis de lino en el tratamiento, además cuenta con un alto valor de significación menor a  $2e-16$  muy por debajo del límite de significación situado en 0.05. También ocurre lo mismo para el C18:1c9 aunque la diferencia es menor y con mayor similitud para los tratamientos con lino. En cuanto al C18:3n3c9,c12,c15 cabe destacar el gran aumento de su concentración a mayor porcentaje de lino utilizado en el tratamiento, con un altísimo valor de significación, su concentración aumenta de un 3,3% en el tratamiento control a un 21,3% en el tratamiento lino 10%. Estas variaciones se deben principalmente al aumento en la dieta del ALA y otros ácidos grasos presentes en las semillas de lino y que según (Mc Donald and Scott, 1977) la composición de ácidos grasos presentes en un animal monogástrico como el conejo dependen de los ácidos grasos presentes en su alimentación. Además teniendo en cuenta una proporción de grasas en la carne de conejo de 4 gramos por 100 gramos de carne, (Tres Oliver, 2009), Según (U.E. Comisión, 2010) se podría incluir la declaración nutricional, “fuente de ácidos grasos omega-3” para la proporción de ALA obtenida en los dos tratamientos con lino. Por último el C18:2n6c9,c12 mantiene una concentración estable para los tres tratamientos aunque algo más elevada para el tratamiento lino 5%, sin embargo como se puede comprobar en la tabla 10 la diferencia de concentración entre los tratamientos control y lino 10% no es significativa, al contrario que la comparación entre lino 5% y control y lino 5% con lino 10% con el mayor nivel de significación de 0.0004 \*\*\*.

#### Porcentaje total de AGS, AGMI, AGPI

Se observan diferencias significativas para todos los tipos de ácidos grasos según su grado de insaturación, en la tabla 10 podemos apreciar que la media del porcentaje de AGS va descendiendo conforme aumenta el porcentaje de lino en el tratamiento, esto se debe principalmente al descenso de la concentración de ácido palmítico (C16:0) y en menor medida al ácido laúrico (C:12) y del ácido mirístico (C:14) entre otros, en el caso de los AGMI también sufren un descenso conforme aumenta la concentración de lino en el tratamiento, pero en este caso es menos acusado y además se da un mayor descenso de los AGMI entre el tratamiento control y el lino 5% que entre el lino 5% y el lino 10%, como podemos observar claramente en la tabla 10. Por último, los AGPI sufren un gran aumento conforme aumenta la concentración de lino en la dieta de los conejos según el tratamiento, esto se debe en gran medida al aumento de la concentración de ALA (C18:3n3c9,c12,c15).

#### $\omega$ -6 y $\omega$ -3

Como podemos comprobar en la tabla 10 los AGPI de la serie  $\omega$ -6 indican valores similares para los diferentes tratamientos, podemos observar que existen diferencias significativas para la comparación entre el tratamiento lino 5% con los otros dos tratamientos, sin embargo, el tratamiento control y el lino 10% muestran valores muy similares. También vemos que existe

una gran diferencia en la media por tratamiento para los porcentajes de AGPI de la serie  $\omega$ -3 conforme aumenta la dosis de lino en el tratamiento y con un elevado nivel de significación, que es inferior a  $2e-16$ . En cuanto al ratio  $\omega$ -6/ $\omega$ -3, observamos que existe una gran diferencia entre tratamientos, reduciéndose conforme aumenta la dosis de lino en el tratamiento, desde valores superiores a 6, en el tratamiento control a 1.6 en el tratamiento lino 5% y a 1 para el tratamiento lino 10%, ratios más adecuados y saludables en nuestra alimentación según (Gómez Candela et al., 2011), sin embargo, la diferencia es menor para la comparación entre el tratamiento lino 5% y el lino 10% que para el control y el lino 5%, resultado bastante lógico teniendo en cuenta que este valor es el resultado de una fracción.

Tabla 10. Comparación del valor medio  $\pm$  Desviación típica y índice de significación de los porcentajes de cada ácido graso respecto del total, además del porcentaje medio de AGS, AGMI, AGPI,  $\omega$ -3 y  $\omega$ -6 y el ratio  $\omega$ -6/  $\omega$ -3 para cada tratamiento.

AC. GRASOS	CONTROL	LINO 5%	LINO 10%	SIGN. (P)
<b>C12:0</b>	1.160 $\pm$ 0.403 <sup>a</sup>	0.741 $\pm$ 0.307 <sup>b</sup>	0.766 $\pm$ 0.436 <sup>b</sup>	0.00985 **
<b>C14:0</b>	3.539 $\pm$ 0.316 <sup>a</sup>	2.891 $\pm$ 0.325 <sup>b</sup>	2.389 $\pm$ 0.329 <sup>c</sup>	3.51e-11 ***
<b>C14:1c9</b>	0.100 $\pm$ 0.015	0.132 $\pm$ 0.072	0.117 $\pm$ 0.038	0.231
<b>C15:0</b>	0.638 $\pm$ 0.038 <sup>a</sup>	0.588 $\pm$ 0.057 <sup>b</sup>	0.508 $\pm$ 0.050 <sup>c</sup>	5.36e-08 ***
<b>C15:1</b>	0.198 $\pm$ 0.019 <sup>a</sup>	0.168 $\pm$ 0.033 <sup>b</sup>	0.166 $\pm$ 0.030 <sup>b</sup>	0.00684 **
<b>C16:0</b>	32.118 $\pm$ 0.844 <sup>a</sup>	26.621 $\pm$ 1.180 <sup>b</sup>	21.953 $\pm$ 1.288 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>C16:1c9</b>	2.287 $\pm$ 0.375 <sup>a</sup>	1.752 $\pm$ 0.836 <sup>b</sup>	1.679 $\pm$ 0.307 <sup>b</sup>	0.014 *
<b>C17:0</b>	0.644 $\pm$ 0.034 <sup>a</sup>	0.612 $\pm$ 0.060 <sup>a</sup>	0.499 $\pm$ 0.031 <sup>b</sup>	4.07e-11 ***
<b>C17:1c10</b>	0.269 $\pm$ 0.023 <sup>a</sup>	0.246 $\pm$ 0.032 <sup>b</sup>	0.197 $\pm$ 0.019 <sup>c</sup>	5.14e-09 ***
<b>Anteiso C17:0</b>	0.220 $\pm$ 0.030 <sup>a</sup>	0.133 $\pm$ 0.072 <sup>b</sup>	0.132 $\pm$ 0.045 <sup>b</sup>	5.76e-05 ***
<b>C18:0</b>	6.304 $\pm$ 0.400 <sup>a</sup>	5.798 $\pm$ 0.554 <sup>b</sup>	5.318 $\pm$ 0.403 <sup>c</sup>	5.55e-06 ***
<b>C18:1c9</b>	28.221 $\pm$ 0.940 <sup>a</sup>	25.101 $\pm$ 1.376 <sup>b</sup>	23.924 $\pm$ 0.529 <sup>c</sup>	8.29e-14 ***
<b>C18:2n6t9c12</b>	0.145 $\pm$ 0.013 <sup>a</sup>	0.092 $\pm$ 0.047 <sup>b</sup>	0.082 $\pm$ 0.041 <sup>b</sup>	0.000154 ***
<b>C18:2n6c9c12</b>	20.199 $\pm$ 1.029 <sup>a</sup>	21.542 $\pm$ 1.144 <sup>b</sup>	20.089 $\pm$ 0.739 <sup>a</sup>	0.000191 ***
<b>C18:3n6</b>	0.136 $\pm$ 0.022 <sup>a</sup>	0.156 $\pm$ 0.020 <sup>b</sup>	0.169 $\pm$ 0.019 <sup>b</sup>	0.00046 ***

AC. GRASOS	CONTROL	LINO 5%	LINO 10%	SIGN. (P)
<b>C18:3n3c9,c12, c15</b>	3.311 ± 0.346 <sup>a</sup>	13.869 ± 1.764 <sup>b</sup>	21.302 ± 2.417 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>9C11tCLA</b>	0.247 ± 0.068	0.182 ± 0.115	0.182 ± 0.085	0.118
<b>C20:4n6</b>	0 <sup>a</sup>	0.011 ± 0.045 <sup>a</sup>	0.123 ± 0.089 <sup>b</sup>	9.15e-07 ***
<b>C24:0</b>	0.357 ± 0.092	0.303 ± 0.051	0.346 ± 0.116	0.23
<b>C22:5c7,c10, c13,c16,c19</b>	0 <sup>a</sup>	0.090 ± 0.098 <sup>b</sup>	0.085 ± 0.093 <sup>b</sup>	0.00764 **
<b>AGS</b>	44.980 ± 0.937 <sup>a</sup>	37.688 ± 1.508 <sup>b</sup>	31.911 ± 1.844 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>AGMI</b>	31.076 ± 1.202 <sup>a</sup>	27.340 ± 1.490 <sup>b</sup>	26.084 ± 0.757 <sup>c</sup>	9.74e-14 ***
<b>AGPI</b>	24.104 ± 1.294 <sup>a</sup>	36.039 ± 2.449 <sup>b</sup>	42.126 ± 2.230 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>ω-6</b>	20.656 ± 1.063 <sup>a</sup>	21.923 ± 1.198 <sup>b</sup>	20.570 ± 0.762 <sup>a</sup>	0.000762 ***
<b>ω-3</b>	3.311 ± 0.346 <sup>a</sup>	13.869 ± 1.764 <sup>b</sup>	21.302 ± 2.417 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>Ratio ω-6/ ω-3</b>	6.28 ± 0.49 <sup>a</sup>	1.60 ± 0.22 <sup>b</sup>	0.98 ± 0.16 <sup>c</sup>	<2e-16 ***
<b>Tamaño muestral</b>	13	16	16	

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05. Superíndices: Las letras indican la significación por pares de cada tratamiento, el valor para existan diferencias significativas tiene que ser inferior a 0.05.

#### 4.4 Parámetros de calidad de la carne obtenidos en análisis sensorial y análisis en función del tratamiento

En la tabla 11 encontramos la media y la desviación típica de las puntuaciones otorgadas por cada catador a las características de olor, sabor, ternura, jugosidad y aceptabilidad global, de cada muestra, además del índice de significación para cada parámetro según el tratamiento.

Como podemos apreciar en la tabla, no se dan diferencias significativas para ninguna de las características valoradas según el tratamiento, aun así, la media de las puntuaciones de las muestras pertenecientes al tratamiento lino 10% son algo inferiores en todas las características valoradas, sobre todo en ternura, jugosidad y aceptabilidad global cuya media es más de 0,5 puntos inferior al siguiente tratamiento con mayor puntuación, que en todos los aspectos

valorados es el tratamiento control, estas 3 características podrían estar relacionadas con la estructura de los ácidos grasos mayoritarios presentes en la muestra. Por el contrario, las puntuaciones otorgadas a las muestras del tratamiento lino 5% son las más altas, para todas las características.

Si comparamos los resultados obtenidos, con los obtenidos por (Teillet et al., 2013) recogidos en la (tabla 4), observamos gran similitud en cuanto a la valoración del olor, sabor, terneza y aceptabilidad global y la leve mejora de la media en las puntuaciones otorgadas a conejos alimentados con un 5% de semillas de lino en la dieta respecto a los alimentados con una dieta estándar.

*Tabla 11. Comparación del valor medio  $\pm$  Desviación típica y índice de significación de las puntuaciones ofrecidas por los catadores para cada característica estudiada en el análisis sensorial, entre los diferentes tratamientos.*

<b>CARÁCTERÍSTICA VALORADA</b>	<b>CONTROL</b>	<b>LINO 5%</b>	<b>LINO 10%</b>	<b>SIGN. (P)</b>
<b>OLOR</b>	5.77 $\pm$ 1.28	5.82 $\pm$ 1.29	5.52 $\pm$ 1.25	0.451
<b>SABOR</b>	5.94 $\pm$ 1.34	6.00 $\pm$ 1.41	5.62 $\pm$ 1.28	0.347
<b>TERNEZA</b>	5.96 $\pm$ 1.71	6.08 $\pm$ 1.84	5.40 $\pm$ 1.73	0.129
<b>JUGOSIDAD</b>	5.81 $\pm$ 1.69	5.96 $\pm$ 2.08	5.35 $\pm$ 1.84	0.262
<b>ACEPTABILIDAD GLOBAL</b>	6.06 $\pm$ 1.34	6.15 $\pm$ 1.43	5.60 $\pm$ 1.32	0.115
<b>INTENCIÓN DE COMPRA</b>	6.10 $\pm$ 1.52	6.28 $\pm$ 1.79	5.83 $\pm$ 1.55	0.408
<b>TAMAÑO MUESTRAL</b>	49	48	47	

*El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05.*

#### 4.5 Relaciones entre variables

En la tabla 12 podemos ver la correlación existente entre las características valoradas en el análisis sensorial y los principales grupos de ácidos grasos presentes en las muestras como son AGS, AGMI y AGPI además del conjunto de ácidos grasos pertenecientes a la serie  $\omega$ -6 y a la serie  $\omega$ -3.

Como podemos apreciar en la tabla, ninguno de los coeficientes de correlación estimado es significativo, teniendo esto en cuenta podemos observar que las características que se ven más afectadas por el tipo de ácidos grasos presentes en la muestra son la terneza y la aceptabilidad

global. Exceptuando los ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6 que además también afecta a la percepción del sabor, jugosidad e intención de compra.

El olor apenas se ve influenciado por el tipo de ácidos grasos presentes en la muestra, exceptuando una pequeña influencia negativa con el aumento de AGMI. En el caso del sabor solo se ve influenciado de manera positiva al aumentar la concentración de ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6 y ligeramente perjudicado con el aumento de la presencia de ácidos grasos de la serie  $\omega$ -3. La terneza se ve ligeramente favorecida para el aumento de los AGS, AGMI y ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6, sin embargo, algo perjudicada para el aumento de la concentración de AGPI en concreto de los de la serie  $\omega$ -3, lo mismo ocurre para la aceptabilidad global. La jugosidad solo se ve afectada de manera positiva con el aumento de ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6. Y en cuanto a la intención de compra, su relación con los tipos de ácidos grasos presentes en la muestra es irrelevante exceptuando que se ve favorecida por la presencia de ácidos grasos de la serie  $\omega$ -6. Se puede concluir que a pesar de que ninguno de los coeficientes de correlación estimados llegan a ser significativos, la presencia de ácidos grasos de la serie  $\omega$ -3 cuyo ácido graso mayoritario es el ALA, perjudica ligeramente la percepción del sabor, terneza y la aceptabilidad global por parte de los catadores.

Tabla 12. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y los tipos de ácidos grasos de las muestras

		<b>OLOR</b>	<b>SABOR</b>	<b>TERNEZA</b>	<b>JUGOSIDAD</b>	<b>ACEPT. GLO.</b>	<b>INT. COMP.</b>
<b>AGS</b>	<b>CP</b>	0.033	0.085	0.144	0.077	0.145	0.015
<b>AGS</b>	<b>SIGN.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>AGMI</b>	<b>CP</b>	-0.134	0.058	0.111	0.090	0.157	0.033
<b>AGMI</b>	<b>SIGN.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b>AGPI</b>	<b>CP</b>	0.045	-0.096	-0.121	-0.045	-0.114	0.027
<b>AGPI</b>	<b>SIGN.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b><math>\omega</math>-6</b>	<b>CP</b>	0.023	0.236	0.199	0.232	0.141	0.209
<b><math>\omega</math>-6</b>	<b>SIGN.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<b><math>\omega</math>-3</b>	<b>CP</b>	0.042	-0.135	-0.155	-0.083	-0.138	-0.007
<b><math>\omega</math>-3</b>	<b>SIGN.</b>	ns	ns	ns	ns	ns	ns

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05, SIGN. = P – valor bilateral. ns es no significativo, CP es correlación de Pearson. Acept. Glo es aceptabilidad global, Int. Comp. es intención de compra.

En la tabla 13 podemos ver la correlación existente entre las características valoradas en el análisis sensorial y los parámetros de color transversal y pH para el tratamiento control. Comprobamos que los coeficientes de correlación estimados son significativos para la coordenada L\* con el sabor y la jugosidad de tal manera que a mayor luminosidad en la carne peor percepción de la terneza y jugosidad para la carne del tratamiento control.

Tabla 13. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento control

		OLOR	SABOR	TERNEZA	JUGOSIDAD	ACEPT. GLO.	INT. COMP.
COLOR TRANSVERSAL	L* CP	0.166	<b>-0.560</b>	-0.502	<b>-0.628</b>	-0.513	-0.392
	L* Sign.	ns	<b>0.0465*</b>	ns	<b>0.0215*</b>	ns	ns
	a* CP	0.257	0.471	0.154	0.187	0.143	0.548
	a* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	b* CP	0.057	-0.506	0.312	-0.447	-0.438	-0.392
	b* Sign.	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
pH	pH CP	0.039	-0.203	-0.179	-0.289	-0.177	-0.281
	pH Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05, SIGN. = P – valor bilateral. ns es no significativo, CP es correlación de Pearson. Acept. Glo es aceptabilidad global, Int. Comp. es intención de compra.

En la tabla 14 podemos ver la correlación existente entre las características valoradas en el análisis sensorial y los parámetros de color transversal y pH para el tratamiento lino 5 %. Comprobamos que los coeficientes de correlación estimados son significativos para el pH con el sabor, la aceptabilidad global y la intención de compra afectando negativamente a estos parámetros un aumento del pH para el caso del tratamiento lino 5%.

Tabla 14. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento lino 5%

		OLOR	SABOR	TERNEZA	JUGOSIDAD	ACEPT. GLO.	INT. COMP.
COLOR TRANSVERSAL	L* CP	0.410	0.271	0.022	-0.228	0.0367	0.008
	L* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	a* CP	0.335	0.094	0.513	0.355	0.441	0.457
	a* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	b* CP	0.454	0.332	0.111	-0.079	0.130	0.218
	b* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	pH CP	-0.241	<b>-0.612</b>	-0.503	-0.392	<b>-0.544</b>	<b>-0.651</b>
	pH ns	ns	<b>0.020*</b>	ns	ns	<b>0.044*</b>	<b>0.0117*</b>

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05, SIGN. = P – valor bilateral. ns es no significativo, CP es correlación de Pearson. Acept. Glo es aceptabilidad global, Int. Comp. es intención de compra.

En la tabla 15 podemos ver la correlación existente entre las características valoradas en el análisis sensorial y los parámetros de color transversal y pH para el tratamiento lino 5 %. Comprobamos que los coeficientes de correlación estimados son significativos para la coordenada L\* con el sabor de tal manera que a mayor luminosidad en la carne peor sabor y para el pH con la intención de compra de tal manera que a mayor valor de pH se favorece la intención de compra para la carne perteneciente al tratamiento lino 10%.

Tabla 15. Matriz de correlaciones entre las características valoradas en el análisis sensorial y las coordenadas del color transversal y el pH para la carne del tratamiento lino 10%

		OLOR	SABOR	TERNEZA	JUGOSIDAD	ACEPT. GLO.	INT. COMP.
<b>COLOR TRANSVERSAL</b>	L* CP	0.149	<b>-0.661</b>	-0.253	-0.257	-0.442	-0.151
	L* Sign.	ns	<b>0.010*</b>	ns	ns	ns	ns
	a* CP	-0.224	-0.014	-0.182	-0.226	-0.253	-0.226
	a* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	b* CP	-0.146	-0.420	0.008	-0.344	-0.182	0.343
	b* Sign.	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	pH CP	0.504	0.162	-0.003	-0.124	0.089	<b>0.535</b>
	pH ns	ns	ns	ns	ns	ns	<b>0.0488*</b>

El análisis de significación será significativo para valores menores de 0.05, SIGN. = P – valor bilateral. ns es no significativo, CP es correlación de Pearson. Acept. Glo es aceptabilidad global, Int. Comp. es intención de compra.

## 5. Conclusiones

Con el material y los métodos utilizados en el presente Trabajo Final de Grado y a partir de los resultados obtenidos, se presentan las siguientes conclusiones:

1. No se han encontrado diferencias significativas entre tratamientos en los parámetros productivos. Aunque se observa una tendencia ascendente en cuanto a la GMD y los pesos finales, así como un menor IC, cuanto mayor es la proporción de lino en la dieta. Esto se debe a un mayor porcentaje de grasas en los piensos enriquecidos con lino y por lo tanto un mayor aporte calórico a mayor proporción de lino. Por esta razón el tratamiento lino 5% presenta unos resultados más similares a la producción con pienso convencional en cuanto a parámetros productivos lo que favorecería la obtención de canales prácticamente iguales a las producidas actualmente. Sin embargo, con el tratamiento lino 10% tendrían un tamaño algo mayor.
2. No se han encontrado diferencias significativas para los parámetros de calidad de la canal, (color y pH), entre los diferentes tratamientos estudiados
3. La incorporación de un 5% de lino en la dieta de los conejos multiplica por 4 la proporción de AGPI de la serie omega-3 y la incorporación de un 10% multiplica por 6,5 la presencia de este tipo de AG. Esto se debe a la incorporación del ALA presente en las semillas de lino a la grasa de los conejos. Como consecuencia del aumento de los AGPI se produce una disminución de los AGS. Además, el ratio omega-6/omega-3 ha disminuido desde valores superiores a 6 en el tratamiento control a 1,6 en el tratamiento lino 5% y a 1 para el tratamiento 10%. Todo esto supone una mejora del perfil lipídico de la carne de conejo desde el punto de vista saludable.
4. No se han encontrado diferencias significativas para los parámetros de calidad de la carne estudiados mediante análisis sensorial. Sin embargo, las características evaluadas en el análisis sensorial han mostrado peores resultados para las muestras de carne del tratamiento lino 10% y resultados similares para la carne del tratamiento lino 5% y control. Esto podría deberse a la ligera influencia negativa de los AG omega-3 en las características de sabor, ternura y aceptabilidad global que nos muestra el test de correlación.
5. Desde mi punto de vista, la recomendación que daría al sector productivo cunícola suponiendo la viabilidad económica de una carne de conejo enriquecida con ALA. Sería la **incorporación de un 5% de semillas de lino en la dieta**. Esto supone el incremento de ALA suficiente en la carne para incluir la declaración nutricional “fuente de ácidos grasos omega 3” y aprovechar esto, para potenciar las cualidades saludables de esta carne, atrayendo a consumidores interesados en este tipo de alimentos cuyo mercado está en auge en la actualidad. Además, este tratamiento, supondría un menor gasto productivo

en alimentación que el tratamiento lino 10%. Produciría canales más parecidas a las obtenidas con piensos convencionales y no afectaría a la calidad organoléptica de la carne.

6. Convendría realizar un estudio de mercado para comprobar como acogerían los consumidores una carne enriquecida con ALA y cuanto estarían dispuestos a pagar por ella. Por otro lado, sería interesante realizar un estudio de vida útil para la carne de los conejos del tratamiento escogido con el objetivo de comprobar que la mayor presencia de AGPI no afecta a la duración de conservación del producto.

## 6. Bibliografía

- Aldai, N., Osoro, K., Barrón, L.J.R., Nájera, A.I., 2006. Gas-liquid chromatographic method for analysing complex mixtures of fatty acids including conjugated linoleic acids (cis9trans11 and trans10cis12 isomers) and long-chain (n-3 or n-6) polyunsaturated fatty acids Application to the intramuscular fat of beef meat. *J. Chromatogr. A* 1110 (1-2), 133–139.
- Bate-Smith, E.C., Bendall, J.R., 1949. Factors determining the time course of rigor mortis. *J. Physiol* 110, 47–65.
- Blasco, A., Piles, M., 1990. Muscular pH of the rabbit. *Ann. Zootech.* 39, 133–136.
- Blasco M, A., Piles, M., Pla, M., 2000. The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. *Meat Sci.* 54, 347–355.
- Dalle Zote, A., 2002. Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livest. Prod. Sci.* 75, 11–32.
- Dalle Zote, A., 2000. Proprietes specifiques de la viande de lapin. *Proc. Journ. Int. Cunicult.* 101–110.
- Dalle Zote, A., Chiericato, G.M., Rizzi, C., Zakaria, H., 2001. Effet de la restriction alimentaire de la lapine nullipare sur le profil en acides gras des lipides musculaires des lapins issus de la premiere mise bas. Presented at the Cunicole Paris, *Journ. Rech, Paris*, pp. 23–26.
- Gómez Candela, C., Bermejo Lopez, L.M., Loria Kohen, V., 2011. Importance of a balanced omega 6/omega 3 ratio for the maintenance of health. *Nutritional recommendations. Nutr. Hosp.* 26, 323–329.
- González Redondo, P., 2004. CEBO Y SACRIFICIO DE LOS CONEJOS.
- MAPAMA, 2016. MAPAMA [WWW Document]. URL <http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/cunicola/>
- Martín, M., Ferreres, J., Pérez, V., 2015. Por qué y para qué ventilar. Calculo para el caudal de ventilación. *cunicultura.com*.
- Mc Donald, I.W., Scott, T.W., 1977. Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. *World Rev Nutr Diet* 26, 144–207.
- Morris, D.H., 2007. Metabolismo del ácido alfa linolénico.
- Oscos Arriezu, Á., Mugerza Mayayo, M.A., 2014. Costes de producción cunicola y sus márgenes. *cunicultura.com*.
- Peiretti, P.G., Mussa, P.P., Prola, L., Meineri, G., 2007. Use of different levels of false flax (*Camelina sativa* L.) seed in diets for fattening rabbits. *Livest. Sci.* 107, 192–198.
- Ramírez Télles, J.A., 2004. Características bioquímicas del músculo, calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. *Universidad Autonoma de Barcelona*.
- Teillet, B., Colin, M., Prigent, A.Y., 2013. Influence du taux d'acide alpha-linol-enique de l'aliment sur la teneur en omega-3 et les caracteristiques hedoniques de la viande de lapin. *Revue bibliographique. OCL J.* 20, 55–60.
- Tres Oliver, A., 2009. Incorporación de aceites polinsaturados, alfa-tocoferol y minerales en pienso: Efectos sobre la composición y oxidación lipídica de plasma, hígado y carne de conejo. *Universitat de Barcelona*.
- U.E. Comisión, 2010. REGLAMENTO (UE) No 116/2010.
- Valls Camps, N., Sousa Moreno, N., Obaya Fernández, A., Tardío Navarro, M., 1999. Aturdimiento y sacrificio. *Universitat de Barcelona*.

## 7. Anexos

### 7.1 Etiquetas piensos utilizados

**PIENSOS SAIOA S.L.**  
**AUTORIZACIÓN N° aESP-31236009**  
**POL. IND. ELORDI, C/A-20, 31797 ULTZAMA (NAVARRA)**  
**TFN: 948 306656**

**Conejos CONTROL CON COCCIDIOSTATO INTIA-NARABA**  
**TIPO DE PIENSO Y RECOMENDACIONES DE USO**

Tipo de pienso : COMPLETO  
Especie de destino: CONEJOS  
Edad y peso: CONEJOS CEBO  
Forma de uso: Suministrar desde los 35 días de edad hasta los 56 días de vida.

**COMPOSICIÓN MATERIAS PRIMAS**  
Alfalfa desecada a alta temperatura (36,50%), Harinillas de trigo (25,20%), Cebada (12%), Harina de semillas de girasol (11%), Pulpa de remolacha (10,00%), Melaza de remolacha (2,50%), Grasa animal (1,20%), Carbonato cálcico (0,70%), Cloruro de sodio (0,50%).

**COMPONENTES ANALÍTICOS**

Proteína bruta .....	15	%
Aceites y grasas brutas .....	4	%
Cenizas .....	6,8	%
Sodio .....	0,24	%
Fibra bruta .....	16,3	%
Fósforo total .....	0,50	%
Calcio .....	1	%

**ADITIVOS NUTRICIONALES**

VITAMINAS, PROVITAMINAS

Vitamina A (E-672)	8.000,00	UI/kg
Vitamina D3 (E-671)	1.500,00	UI/kg
Vitamina E alfatocoferoles (3a700)	15,00	mg/kg

OLIGOELEMENTOS

Hierro-Fe (sulfato ferroso, monohidratado) (E-1)	30,00	mg/kg
Yodo-I (yoduro potásico) (3b201)	0,70	mg/kg
Cobalto-Co (acetato de cobalto (II), tetrahidratado) (3b301)	0,25	mg/kg
Cobre-Cu (sulfato cúprico, pentahidratado) (E-4)	10,00	mg/kg
Manganeso-Mn (óxido manganoso) (E-5)	37,00	mg/kg
Zinc-Zn (óxido) (E-6)	80,00	mg/kg

ANTIOXIDANTES

Butilhidroxitolueno (BHT) (E-321)	0,2	mg/kg
-----------------------------------	-----	-------

AGENTES LIGANTES, ANTIAGLOMERANTES Y COAGULANTES

Sepiolita (E562)	0,8	mg/kg
------------------	-----	-------

**FECHA DE FABRICACIÓN Y DURABILIDAD**

Fecha de fabricación:  
N° de lote:  
Peso neto:  
Fecha de Durabilidad; 3 MESES DESDE LA FECHA DE FABRICACIÓN  
\*Obtenido a partir de maíz modificado genéticamente.  
\*\*Obtenido a partir de haba de soja modificada genéticamente.

**PIENSO MEDICAMENTOSO. PRESCRIPCIÓN VETERINARIA**  
**PIENSO INDICADO PARA EL TRATAMIENTO DE:**  
Procesos parasitarios en conejos de engorde.  
**TIEMPO DE ESPERA:** un día en carne  
CLINACOX 0,5%  
Didazuril .....200 g/T

**PIENSOS SAIOA S.L.**  
**AUTORIZACIÓN Nº αESP-31236009**  
**POL. IND. ELORDI, C/A-20, 31797 ULTZAMA (NAVARRA)**  
**TFN: 948 306656**

**Conejos LINO 5% INTIA-NARABA**

**TIPO DE PIENSO Y RECOMENDACIONES DE USO**

Tipo de pienso : COMPLETO

Especie de destino: CONEJOS

Edad y peso: CONEJOS CEBO

Forma de uso: Suministrar desde los 35 días de edad hasta el sacrificio.

**COMPOSICIÓN MATERIAS PRIMAS**

Alfalfa desecada a alta temperatura (36,50%), Harinillas de trigo (25,00%), Cebada (11,90%), Pulpa de remolacha (10,00%), Harina de semillas de girasol (7,50%), Lino semillas (5%), Melaza de remolacha (2,50%), Carbonato cálcico (0,70%), Cloruro de sodio (0,50%).

**COMPONENTES ANALÍTICOS**

Proteína bruta .....	15	%
Aceites y grasas brutas .....	4,4	%
Cenizas .....	6,7	%
Sodio .....	0,24	%
Fibra bruta .....	15,8	%
Fósforo total .....	0,50	%
Calcio .....	1	%

**ADITIVOS NUTRICIONALES**

**VITAMINAS, PROVITAMINAS**

Vitamina A (E-672)	8.000,00	UI/kg
Vitamina D3 (E-671)	1.500,00	UI/kg
Vitamina E alfatocoferoles (3a700)	15,00	mg/kg

**OLIGOELEMENTOS**

Hierro-Fe (sulfato ferroso, monohidratado) (E-1)	30,00	mg/kg
Yodo-I (yoduro potásico) (3b201)	0,70	mg/kg
Cobalto-Co (acetato de cobalto (II), tetrahidratado) (3b301)	0,25	mg/kg
Cobre-Cu (sulfato cúprico, pentahidratado) (E-4)	10,00	mg/kg
Manganeso-Mn (óxido manganoso) (E-5)	37,00	mg/kg
Zinc-Zn (óxido) (E-6)	80,00	mg/kg

**ANTIOXIDANTES**

Butilhidroxitolueno (BHT) (E-321)	0,2	mg/kg
-----------------------------------	-----	-------

**AGENTES LIGANTES, ANTIAGLOMERANTES**

Y COAGULANTES		
Sepiolita (E562)	0.8	mg/kg

**FECHA DE FABRICACIÓN Y DURABILIDAD**

Fecha de fabricación:

Nº de lote:

Peso neto:

Fecha de Durabilidad; 3 MESES DESDE LA FECHA DE FABRICACIÓN

\*Obtenido a partir de maíz modificado genéticamente.

\*\*Obtenido a partir de haba de soja modificada genéticamente.

**PIENSOS SAIOA S.L.**  
**AUTORIZACIÓN Nº aESP-31236009**  
**POL. IND. ELORDI, C/A-20, 31797 ULTZAMA (NAVARRA)**  
**TFN: 948 306656**

**Conejos LINO 10% INTIA-NARABA**

**TIPO DE PIENSO Y RECOMENDACIONES DE USO**

Tipo de pienso : COMPLETO

Especie de destino: CONEJOS

Edad y peso: CONEJOS CEBO

Forma de uso: Suministrar desde los 35 días de edad hasta el sacrificio.

**COMPOSICIÓN MATERIAS PRIMAS**

Alfalfa desecada a alta temperatura (36,50%), Harinillas de trigo (24,90%), Cebada (11,90%), Lino semillas (10%), Pulpa de remolacha (10,00%), Harina de semillas de girasol (7,50%), Melaza de remolacha (2,50%), Carbonato cálcico (0,70%), Cloruro de sodio (0,50%).

**COMPONENTES ANALÍTICOS**

Proteína bruta .....	15,1	%
Aceites y grasas brutas .....	6,07	%
Cenizas .....	6,48	%
Sodio .....	0,24	%
Fibra bruta .....	15,48	%
Fósforo total .....	0,51	%
Calcio .....	0,98	%

**ADITIVOS NUTRICIONALES**

**VITAMINAS, PROVITAMINAS**

Vitamina A (E-672)	8.000,00	UI/kg
Vitamina D3 (E-671)	1.500,00	UI/kg
Vitamina E alfatocoferoles (3a700)	15,00	mg/kg

**OLIGOELEMENTOS**

Hierro-Fe (sulfato ferroso, monohidratado) (E-1)	30,00	mg/kg
Yodo-I (yoduro potásico) (3b201)	0,70	mg/kg
Cobalto-Co (acetato de cobalto (II), tetrahidratado) (3b301)	0,25	mg/kg
Cobre-Cu (sulfato cúprico, pentahidratado) (E-4)	10,00	mg/kg
Manganeso-Mn (óxido manganoso) (E-5)	37,00	mg/kg
Zinc-Zn (óxido) (E-6)	80,00	mg/kg

**ANTIOXIDANTES**

Butilhidroxitolueno (BHT) (E-321)	0,2	mg/kg
-----------------------------------	-----	-------

**AGENTES LIGANTES, ANTIAGLOMERANTES**

**Y COAGULANTES**

Sepiolita (E562)	0.8	mg/kg
------------------	-----	-------

**FECHA DE FABRICACIÓN Y DURABILIDAD**

Fecha de fabricación:

Nº de lote:

Peso neto:

Fecha de Durabilidad; 3 MESES DESDE LA FECHA DE FABRICACIÓN

\*Obtenido a partir de maíz modificado genéticamente.

\*\*Obtenido a partir de haba de soja modificada genéticamente.