

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TECNICA SUPERIOR

NEKAZARITZAKO INGENIARIEN

DE INGENIEROS AGRONOMOS

GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA

**ANÁLISIS DE LA VIDA ÚTIL DE LA CARNE DE CONEJO SEGÚN EL
PROCESO DE FAENADO**

presentado por

MIGUEL RODRÍGUEZ TAZÓN

aurkeztua

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN

Junio, 2017

2017eko, Ekaina



AGRADECIMIENTOS

No puedo terminar este Trabajo Final de Grado sin agradecer el apoyo recibido a todas esas personas que de una u otra manera 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, subdirectora y tutora de este trabajo.

A Kizkitza Insausti, directora de este trabajo.

A todos ellos, muchas gracias.



RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Grado se ha analizado la vida útil de la carne de conejo según el proceso de faenado. Se ha realizado un conjunto de análisis para la caracterización de la calidad de la canal y de la carne de conejo producida en Navarra, en concreto, para los parámetros instrumentales; pH y coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, C*, h*, y para los parámetros sensoriales; olor, color y aceptabilidad.

En el estudio se emplearon un total de 48 canales de conejo, 24 de las cuales fueron lavadas con agua tras su faenado y otras 24 que no. Dichas canales se conservaron durante 10 días en una cámara frigorífica a una temperatura de $\pm 6^{\circ}\text{C}$, desde el día 1 hasta el día de su correspondiente análisis sensorial, después del cual fueron retiradas.

A partir de los resultados obtenidos se podría decir que el proceso de faenado de las canales (lavado *vs* no lavado) no afecta al pH, sin embargo, afecta a las coordenadas colorimétricas y a la aceptabilidad y color sensorial de las mismas. En este sentido las canales lavadas tuvieron una menor intensidad de olor, fueron más luminosas ($>L^*$), y obtuvieron mayores valores de aceptabilidad que sus contrarias.

En cuanto a la vida útil de las canales se podría decir que aunque las oscilaciones del pH en las canales lavadas son más acusadas que en el caso de las no lavadas, cuyo pH evoluciona más progresivamente, las primeras no alcanzan un valor de pH máximo tan alto como las segundas. Además, las canales lavadas llegan a los últimos días de conservación (8 y 10) con un pH menor. Esto resulta realmente importante ya que éste parámetro se correlaciona significativamente con todos los demás parámetros estudiados, incluyendo los parámetros sensoriales.

Un pH menor en los días 8 y 10 de vida útil supondrá un olor y color menos intenso y, por tanto, una aceptabilidad mayor por parte del consumidor.

Palabras clave: conejo, calidad de la canal, calidad de la carne, lavado, tiempo de conservación.

ABSTRACT

In the present End of Degree Project, it has been analyzed the useful life of rabbit meat according to the process of slaughtering. Also, a set of analysis was carried out to characterize the quality of the carcass and the rabbit meat produced in Navarre, specifically, for the instrumental parameters; pH and colorimetric coordinates L*, a*, b*, C*, h*, and for the sensorial parameters; odor, color and acceptability.

A total of 48 rabbit carcass were used in the study, 24 of which were washed with water after their slaughtering and another 24 that were not. This carcass were preserved for 10 days in a fridge at a temperature of ± 6 ° C, from day 1 to the day of their corresponding sensorial analysis, after which they were removed.

From the results obtained it could be said that the process of carcass washing (washing vs not washing) does not affect the pH, however, it affects the colorimetric coordinates and the acceptability and sensorial color of the same. In this sense, the washed carcass had a lower intensity of odor, were more luminous ($> L^*$), and obtained higher values of acceptability than their opposite.

As for the useful life of the carcass, it could be said that although the pH oscillations in the washed carcass are more pronounced than in the case of the non – washed, whose pH progressively evolves, the former do not reach a maximum pH value as high as the second. In addition, washed carcass reach the last days of storage (8 and 10) with a lower pH. This is really important since this parameter correlates significantly with all other parameters studied, including the sensory parameters.

A lower pH on days 8 and 10 of useful life will imply a less intense odor and color and, therefore, a greater acceptability from the consumers.

Key words: rabbit carcass, carcass quality, meat quality, wash effect, conservation time effect.

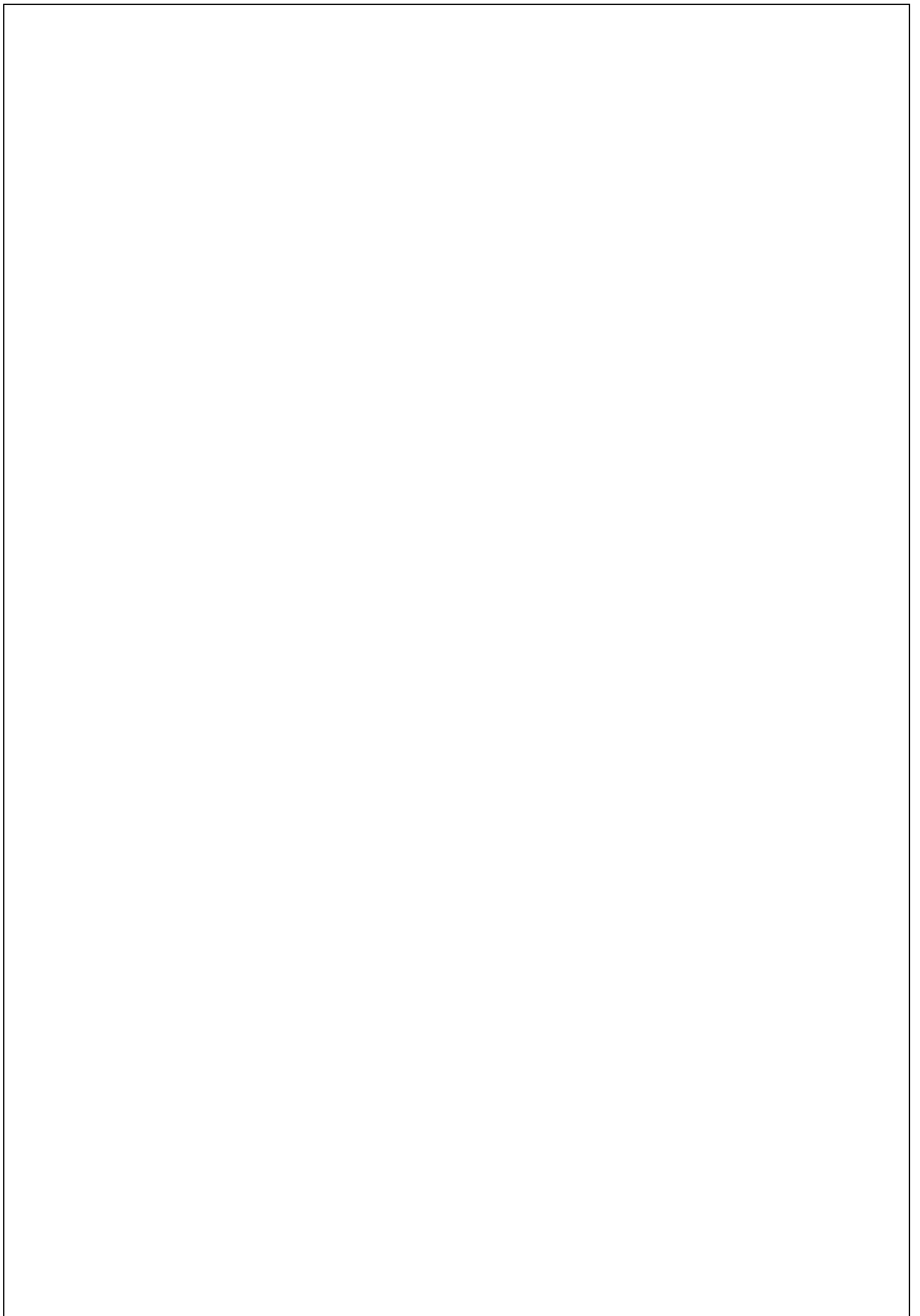
ABREVIATURAS

L: Efecto lavado

EM: Error estándar de la media

C: Efecto tiempo de conservación (medido en días)

CP: Correlación de Pearson



ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 CARNE DE CONEJO	1
1.1.1 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CONEJO	1
1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CONEJO	2
1.1.3 CONCEPTO DE CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJO.....	4
1.1.4 COMERCIALIZACIÓN DE LA CARNE DE CONEJO	6
1.2 EXPLOTACIONES CUNÍCOLAS	7
1.2.1 MATERIAL GENÉTICO	8
2. OBJETIVOS	9
3. MATERIAL Y MÉTODOS	10
3.1 MATERIAL ANIMAL.....	10
3.2 TRANSPORTE Y SACRIFICIO	11
3.3 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	12
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	12
3.4.1 MEDIDAS INSTRUMENTALES.....	14
3.4.2 ANÁLISIS SENSORIAL	15
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	16
3.5.1 ANÁLISIS FACTORIAL	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 MEDIDAS INSTRUMENTALES.....	17
4.2 ANÁLISIS SENSORIAL	21
4.3 CORRELACIONES.....	23
4.4 ANÁLISIS FACTORIAL	28
5. CONCLUSIONES	34
6. BIBLIOGRAFÍA	35
7. ANEXOS	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valor medio de la composición química de la carne de conejo medida en g/100g.	3
Tabla 2. Valor medio de la composición en nutrientes de la carne de conejo medida en mg/100g.	3
Tabla 3. Composición química del pienso de cebo para conejos tras el destete.	11
Tabla 4. Valor de peso promedio (kg), desviación típica y rendimiento de la canal en las canales de conejo no lavadas y lavadas.	11
Tabla 5. P-valor de los efectos principales: lavado de las canales (L) y tiempo de conservación (C, medido en días) sobre las medidas instrumentales de las canales de conejo.	17
Tabla 6. Valor de pH promedio, desviación típica y contraste de hipótesis de la interacción entre los efectos principales: lavado (L) y tiempo de conservación (C, medido en días).....	18
Tabla 7. Mínimo, Máximo, Media, Error estándar de la media y P - valor de las coordenadas colorimétricas de las canales no lavadas y lavadas en relación al tiempo de conservación (C, medido en días).....	20
Tabla 8. Valores de las coordenadas colorimétricas (L*, a*, b*) para distintas especies de la producción animal.	21
Tabla 9. Efecto del lavado (L) y efecto del tiempo de conservación (C, medido en días) sobre las medidas sensoriales de las canales de conejo.	21
Tabla 10. Mínimo, Máximo, Media, Error estándar de la media y P - valor de las medidas sensoriales de las canales no lavadas y lavadas en relación al tiempo de conservación (C, medido en días).	23
Tabla 11. Correlación de los promedios de las principales medidas instrumentales (pH, coordenadas colorimétricas) y sensoriales (olor, color, aceptabilidad) de las canales de conejo no lavadas.	25
Tabla 12. Correlación de los promedios de las principales medidas instrumentales (pH, coordenadas colorimétricas) y sensoriales (olor, color, aceptabilidad) de las canales de conejo lavadas.	27
Tabla 13. Análisis factorial de las variables sensoriales (olor, color y aceptabilidad) y variables instrumentales (pH, L*,a*,b*, C*, h*). Matriz factorial rotada.	28

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. <i>Producción mundial de carne a nivel de especies en 2013.</i>	2
Gráfica 2. <i>Valor de pH promedio en las canales lavadas y no lavadas en relación al tiempo de conservación.</i>	18
Gráfica 3. <i>Representación de las variables sensoriales (olor, color y aceptabilidad) y las variables instrumentales (pH, L*, a*, b*, C*, h*) en función de los factores rotados 1 y 2.</i>	29
Gráfica 4. <i>Representación de la distribución de las muestras en relación al efecto lavado (L) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.</i> ...	30
Gráfica 5. <i>Representación de la distribución de las muestras en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.</i>	31
Gráfica 6. <i>Representación de la distribución de las muestras no lavadas en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.</i>	32
Gráfica 7. <i>Representación de la distribución de las muestras lavadas en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.</i>	33



1. INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha, hay pocos estudios objetivos que hayan abordado de forma científica y metodológica los aspectos vinculados a la comercialización de la carne de conejo en España, analizando globalmente todos los elementos que influyen en su cadena de valor y que son determinantes para entender los aspectos vinculados a su consumo (Saborá, 2009).

En la actualidad, Naraba S Coop con la colaboración del Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A está llevando a cabo un proyecto que evalúa las posibilidades de desarrollar un protocolo de producción de calidad diferenciada de carne de conejo producida en Navarra.

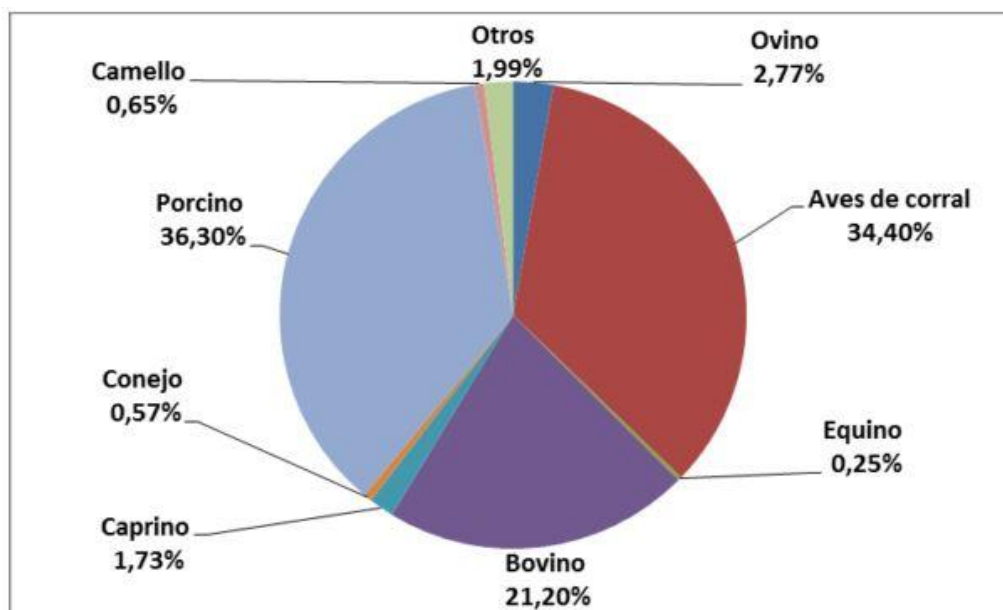
En este sentido, el presente Trabajo Fin de Grado va a estudiar la evolución de algunos de los parámetros de la canal de conejo a lo largo de su vida útil (días 1, 3, 6, 8 y 10). Parámetros instrumentales que están íntimamente ligados a la calidad de la canal como el pH y las coordenadas colorimétricas y parámetros sensoriales como el olor, color y aceptabilidad. Dicho estudio tratará de dilucidar si el lavado de la canal de conejo tras su faenado constituye una práctica que en última instancia determina la calidad de la carne o, si por el contrario, no existen diferencias significativas entre lavar y no lavar la canal del conejo en la última fase de la cadena de sacrificio.

1.1 CARNE DE CONEJO

La carne de conejo presenta una serie de atributos que hacen de ella un producto muy interesante para el consumidor actual. Es una carne nutritiva, de las mejores indicadas para mantener una dieta equilibrada y baja en grasas (Tur, 2011). Su consumo está vinculado al recetario tradicional en muchas zonas de España, siendo, por tanto, un elemento fundamental en la cultura gastronómica del país, extendiendo su presencia en otros territorios del área mediterránea (Medina, 2005).

1.1.1 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CONEJO

En la *Gráfica 1* se muestra el porcentaje que supone la producción de carne de conejo en relación a la producción de carne de otras especies a nivel mundial (FAO, 2015).



Gráfica 1. Producción mundial de carne a nivel de especies en 2013.

Se puede observar que la producción de carne de conejo tiene uno de los porcentajes más bajos junto con la producción de carne de equino. Sin embargo, la carne de conejo representa el quinto tipo de carne más consumido tras el porcino, aves, vacuno y ovino. España es uno de los principales productores de carne de conejo a nivel mundial (MAPAMA, 2016).

La producción de carne de conejo en la Unión Europea ha descendido anualmente desde el año 2005 donde el volumen total de producción fue de 381.300 toneladas. Los principales productores fueron Italia con 138.000 toneladas seguido por Francia con 110.000 toneladas y España con 70.500 toneladas. Sin embargo, en el año 2015 el volumen de producción fue de 242.600 toneladas, siendo Francia el principal productor con 81.000 toneladas seguido por España con 63.000 toneladas e Italia con 55.000 toneladas. (MAPAMA, 2016).

A nivel nacional la comunidad autónoma más productora es Cataluña con 14.622 toneladas, seguida de Galicia con 12.016 toneladas y Castilla y León con 7.958 toneladas. La Comunidad Foral de Navarra se sitúa en la sexta posición con un volumen de producción de 2.664 toneladas (MAPAMA, 2016).

1.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CARNE DE CONEJO

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).

Los componentes mayoritarios de la carne son: el agua, las proteínas y los lípidos. Las principales características nutricionales derivan tanto del porcentaje como de la composición de estos dos grupos de nutrientes en la carne. Por un lado, las proteínas de la carne son de alto valor biológico pues contienen todos los aminoácidos esenciales, mientras que, por otro lado, los lípidos son una importante fuente de energía y de ácidos grasos esenciales. Además del aporte de proteínas y lípidos, la carne también es una fuente importante de micronutrientes, vitaminas del grupo B y hierro en forma asimilable (Lombardi-Boccia et al 2005).

La composición química de la carne y, por tanto, su valor nutritivo varía con la especie. Así pues, la carne de conejo presenta un contenido elevado de proteínas (21,3g/100g de fracción comestible) en relación al contenido de proteínas de la carne de otras especies como el porcino (18,5g/100g) o el vacuno (19,5g/100g), (Dalle Zotte, 2004).

El contenido en grasa de la carne de conejo como en otras especies es un dato extremadamente variable, pues depende de factores como la edad de los animales, la alimentación, el sexo o la parte de la canal analizada. Dalle Zotte (2004) ofrece valores del contenido de grasa de la carne de conejo desde 0,6g/100g hasta 14g/100g con un valor medio de 6,8g/100g.

A continuación se muestra más detalladamente la composición química media de la carne de conejo:

Tabla 1. Valor medio de la composición química de la carne de conejo medida en g/100g.

Composición (g/100g de carne)	Valor medio
Agua	72,4
Proteínas	23,0
Lípidos	4,6
Hidratos de carbono	0,0
Energía (Kcal)	133,0

En la **Tabla 2** se muestra más detalladamente la composición en nutrientes media de la carne de conejo:

Tabla 2. Valor medio de la composición en nutrientes de la carne de conejo medida en mg/100g.

Composición (mg/100g de carne)	Valor medio
Potasio	360,0
Fósforo	220,0
Sodio	67,0
Magnesio	25,0
Calcio	22,0
Zinc	1,4
Hierro	1,0
Selenio (µg)	17,0

1.1.3 CONCEPTO DE CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJO

“**La calidad**” podría definirse como la totalidad de las propiedades y características de un producto o servicio que le confiere su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas (norma ISO 9000).

El concepto de “**calidad de carne**” varía en función de a quién va dirigido, desde el productor o distribuidor hasta el consumidor, es éste último quien juzga finalmente el producto y, por tanto, su concepción es la más importante. En el caso de la carne, podemos considerar la calidad desde distintos puntos de vista:

- *Calidad organoléptica o sensorial*, determinada por el conjunto de características percibidas en el momento de la compra y del consumo, y que influyen en la satisfacción sensorial.
- *Calidad nutricional*, determinada por la composición de la carne y su contenido en nutrientes.
- *Calidad tecnológica*, referida a las propiedades de la carne relacionadas con su aptitud para las transformaciones y la conservación.
- *Calidad higiénica*, la carne, como cualquier otro alimento debe poder ser consumida sin que suponga ningún riesgo para la salud, sin defectos microbiológicos ni toxicológicos.

En el presente documento se desarrolla el concepto de calidad de la carne de conejo entendida como calidad organoléptica o sensorial y/o calidad tecnológica.

1.1.3.1 COLOR

El color es el primer parámetro de tipo sensorial apreciado por el consumidor. El pigmento responsable del color de la carne es la mioglobina. La cantidad y estado de oxidación – reducción del pigmento junto con el estado físico de la canal determina el color de la carne.

La oxidación de la mioglobina y la oximioglobina produce metamioglobina, que da lugar a coloraciones pardas propias de carne en un estado defectuoso de conservación. La forma reducida ofrece dos posibilidades: mioglobina, de color rojo púrpura, y la oximioglobina, donde el oxígeno está unido a la molécula y presenta una coloración rojo claro o brillante. Esta forma es la más atractiva para el consumidor (Ariño, 2006).

Para evaluar de manera objetiva el color de la carne de conejo en el laboratorio se utilizará un colorímetro, el cual se basa en estándares de iluminación y considera las coordenadas de color L^* , a^* , b^* , según el sistema CIELAB.

El sistema CIELAB fue propuesto en 1976 por la Comisión Internacional de l’Eclairage. Este método constituye un sistema de coordenadas cartesianas donde cualquier color puede ser representado (Berns, 2000).

El colorímetro se basa en un esquema de vectores L^* , a^* , b^* , que se representan de forma tridimensional. L^* determina la luminosidad y se ubica en el eje vertical Z tomando valores de 0 (negro) a 100 (blanco) ambos incluidos; a^* se ubica en el eje X y se extiende desde el verde (-a) al rojo (+a); b^* se ubica en el eje Y se extiende desde el azul (-b) al amarillo (+b). Además, este aparato es capaz de transformar las coordenadas cartesianas a^* y b^* en coordenadas polares C^* y h^* ; siendo C^* el croma o índice de saturación y h^* el hue o tono.

A continuación se explica la relación de cada parámetro con el color de la carne:

- L^* o luminosidad: se relaciona con el estado físico de la carne, con la estructura de las fibras musculares y con la cinética empleada para establecer el rigor mortis.
- C^* o croma: se relaciona con la concentración de mioglobina, que influye sobre la saturación del color en el músculo y se relaciona con los factores ante – mortem (edad, alimentación, genética, tipo de músculo, etc.).
- h^* o tono: se relaciona con el estado químico del pigmento de mayor concentración en la carne, la Mioglobina, Mb (de color rojo púrpura), la Oximioglobina, MbO₂ (de color rojo brillante) y Metamioglobina, MetMb (de color pardo) y con los factores post – mortem.

1.1.3.2 pH

El pH es uno de los principales parámetros a considerar para verificar la calidad de la carne ya que afecta a varias de sus cualidades tales como el color, olor, terneza y capacidad de retención de agua.

Los problemas de una carne con valores altos de pH son la mayor proporción de agua en músculo, ya que esto supone que la canal sea más susceptible a la proliferación de microorganismos, comprometiendo el tiempo de vida útil de la carne.

Por otro lado, los valores bajos de pH del músculo hacen que sus proteínas se acerquen progresivamente al punto isoeléctrico y por tanto pierdan la capacidad de retener agua, lo cual produce un bajo rendimiento de la canal y que la carne luzca colores pálidos.

Se pueden encontrar carnes PSE (pale, soft, exucative) pálidas, blandas y exudativas. Por lo general la carne de conejo no presenta problemas del tipo PSE, este tipo de carne suele ser más común en el sector porcino. También aparecen en porcino pero principalmente en bovino las denominadas carnes DFD (dark, firm, dry) oscuras, firmes y secas (Ariño, 2006).

1.1.3.3 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial de la carne resulta una herramienta clave para conocer los parámetros de calidad que la hacen más atractiva al consumidor como por ejemplo el olor, color y aceptabilidad.

Hasta la fecha no se han encontrado estudios sobre análisis sensorial en canales de conejo, sin embargo, existen estudios sobre análisis sensorial en carne de conejo cocinada (Hernández, *et al.*, 2005).

En el caso de los paneles de pruebas sensoriales para carne cocinada los catadores atribuyen un mayor gusto a “hígado” a los animales alimentados con una dieta de origen animal, mientras que la carne de animales alimentados con una dieta de origen vegetal parecen tener un gusto más “anisado” o “aroma a hierba”. Sin embargo, no se han hallado diferencias entre grupos en los parámetros de textura evaluados (Ariño, 2006).

1.1.4 COMERCIALIZACIÓN DE LA CARNE DE CONEJO

El proceso productivo se realiza en su totalidad por el ganadero y, en general, no está vinculado a ningún tipo de integración, circunstancia que también se aplica a la comercialización de los animales, interviniendo en este proceso directamente el productor y siendo un matadero su cliente en la mayoría de los casos. Esta operativa es la habitual en España, presentándose particularidades como por ejemplo el caso del matadero Cunicarn, empresa proveedora de Mercadona (Margalef, 2011).

Desde que se comenzó a comercializar la carne de conejo como producto agroalimentario éste ha sido ofrecido a los consumidores del mismo modo, presentándose la canal del animal entera, cabeza e hígados incluidos, ya sea en envase flow – pack o a granel. Con la premisa de no incurrir en un aumento de los costes de producción parece que se ha dejado a un lado los formatos troceados, elaborados y cocinados, principalmente los dos últimos, situación que produce una retroalimentación negativa para el sector.

Los precios que pagan los mataderos a los productores se han basado tradicionalmente en los mercados por las lonjas. Las principales lonjas de referencia para la carne de conejo han sido la de Bellpuig, la Lonja de Madrid, la de Silleda, la de Zaragoza y la Lonja Ibérica, si bien desde Julio de 2014 solo están activas la Lonja de Madrid y la de Silleda (Asescu, 2014).

Actualmente, los precios de referencia suelen ser, o bien los que marca cada lonja o bien la media de los mercados por estas dos lonjas (Silleda y Madrid). A partir de este precio y en función del grado de integración del productor con el matadero se descuenta una determinada cantidad. De este modo, si el ganadero compra otros insumos al matadero, como por ejemplo el pienso, los medicamentos o incluso la genética, la cantidad restada es mínima. Conforme el productor recurre a menos insumos procedentes del matadero, la cantidad restada es mayor. No obstante como se ha comentado, la relación comercial

entre el productor y el matadero es directa y basada prácticamente en una relación más personal que comercial. Dichos rangos de descuentos en el precio de la carne de conejo que aplican los mataderos a los productores van desde los 0,03 €/kg a los 0,20 €/kg según información facilitada por los productores (Montero, 2015).

1.2 EXPLOTACIONES CUNÍCOLAS

La cunicultura, como actividad pecuaria, ha experimentado en los últimos años una importante evolución y ha alcanzado una considerable relevancia y un creciente interés (MAPAMA, 2016).

La evolución productiva en los últimos años ha venido condicionada por la profesionalización de la actividad, registrándose un importante descenso de la producción local ligada al autoconsumo y los circuitos cortos de distribución. Los cunicultores profesionales se están consolidando y como consecuencia se está reduciendo considerablemente el número de explotaciones y, en menor medida, la producción de carne. (MAPAMA, 2016).

Como se puede observar en la *Ilustración 1* en el año 2015 estaban censadas en Navarra un total de 50 explotaciones dedicadas a la producción de conejo. En la actualidad, dicho censo no difiere demasiado del de 2015 y la distribución sigue siendo la misma.

COMARCA	EXPLOTACIONES	TOTAL	HEMBRAS	MACHOS	REPOSICION	GAZAPOS
I	11	8.471	1.268	51	524	6.628
II	3	6	5	1	0	0
III	7	13.397	810	7	150	12.430
IV	7	19.134	3.221	1	300	15.612
V	6	17.195	1.571	3	238	15.383
VI	6	10.921	1.456	4	561	8.900
VII	10	82.821	11.501	110	5.610	65.600
NAVARRA	50	151.945	19.832	177	7.383	124.553

Ilustración 1. Censo de cunicultura a 31 de Diciembre de 2015. Resumen por Comarca Agraria.

Navarra está dividida en siete comarcas agrarias, cada una de las cuales se caracteriza por tener unas condiciones físicas del terreno y una climatología propias, que son las que en gran parte condicionan la vegetación natural y los distintos usos del suelo:

- I: Zona Noroccidental
- II: Pirineos
- III: Cuenca de Pamplona
- IV: Tierra Estella
- V: Navarra Media
- VI: Ribera Alta – Aragón
- VII: Ribera Baja



Ilustración 2. Mapa de Comarcas agrarias en Navarra.

1.2.1 MATERIAL GENÉTICO

Actualmente las líneas genéticas más utilizadas para la producción de carne de conejo en Navarra tienen origen francés, en la mayoría de estas explotaciones cunícolas se trabaja con la línea genética “hyplus” aunque últimamente se está valorando la posibilidad de introducir líneas valencianas ya que disponen de unas características similares y supondría un menor coste.

En todas las explotaciones anteriormente nombradas se realiza inseminación artificial.

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es:

- Estudiar cómo influye el lavado o no de la canal después del faenado sobre los parámetros instrumentales; pH y coordenadas colorimétricas L^* , a^* , b^* , C^* , h^* , y los parámetros sensoriales; olor, color y aceptabilidad, durante los distintos días de conservación; 1, 3, 6, 8, 10.

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

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL ANIMAL

Para la realización de este estudio se utilizaron un total de 48 gazapos procedentes de una explotación cunícola a las afueras de Tafalla (Comunidad Foral de Navarra). Dicha explotación trabaja con la línea genética “hyplus” de origen francés.



Ilustración 3. Ejemplares de conejo de la línea genética "hyplus" en una de las explotaciones de la Comunidad Foral de Navarra.

El cebo o engorde de los conejos es el periodo comprendido entre el destete y el sacrificio. Los gazapos se destetan a los 28 días, con un peso igual o mayor a 600 g y seguidamente pasan a la fase de cebo, donde están engordando entre 25 y 32 días. Por tanto, estos animales se sacrifican a la edad de 2 meses aproximadamente, lográndose pesos vivos medios de alrededor de 2 – 2,2 kg siempre que se utilicen líneas selectas. En general no existen diferencias significativas de peso entre machos y hembras como para que compense realizar el cebo separando los gazapos según el sexo (Gonzales y Caravaca, 2007). En esta fase los gazapos se alimentan *ad libitum* con el pienso que se muestra en la **Tabla 3**. Con un consumo de pienso medio diario por cabeza para todo el periodo de cebo de 100 a 130 g/día.

Tabla 3. Composición química del pienso de cebo para conejos tras el destete.

Composición química (%)	
Fibra bruta	17,9
Proteína bruta	15,0
Ceniza bruta	6,6
Grasa bruta	3,2
Calcio	0,8
Lisina	0,6
Fosforo	0,6
Sodio	0,4

En España se demandan canales más ligeras que en otros países, por ello, la edad de sacrificio más frecuente es de aproximadamente dos meses, cuando se alcanzan pesos vivos medios entre 2 y 2,2 kg.

3.2 TRANSPORTE Y SACRIFICIO

Se emplearon 48 conejos para la realización del estudio. Se realizó una primera pesada de los mismos el día previo al sacrificio, en concreto el día 13 de Marzo a las 17:30 p.m. en la propia explotación. Seguidamente fueron transportados al matadero de aves y conejos Jiménez, también en Tafalla, donde se descargaron y se realizó una segunda pesada a las 18:00 p.m. del mismo día. La duración del transporte fue de escasos 30 minutos. Una vez en el matadero y tras haber realizado la segunda pesada se dejó reposar el lote de conejos alrededor de 12 horas. Así pues, a las 7:30 a.m. del día siguiente se realizó una tercera pesada y, posteriormente, el sacrificio. De esta manera se recopiló información sobre las pérdidas de peso en el transporte (explotación – matadero) y por reposo en el propio matadero. Información presente en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Valor de peso promedio (kg), desviación típica y rendimiento de la canal en las canales de conejo no lavadas y lavadas.

		Granja	Descarga	Pre - Sacrificio	2,5 horas	Rendimiento canal
Peso	No lavadas	2,25 ± 0,172	2,23 ± 0,184	2,12 ± 0,174	1,24 ± 0,119	58,55%
	Lavadas	2,25 ± 0,121	2,23 ± 0,127	2,13 ± 0,133	1,27 ± 0,078	59,43%

El lote de 48 conejos se dividió en dos grupos, uno de 24 conejos (numerados del 49 al 72) y otro de 24 conejos (numerados del 73 al 96). Todos los conejos se faenaron del mismo modo, sin embargo, tras el desangrado y eviscerado, las canales del segundo grupo fueron lavadas con agua fría mientras que las canales del primer grupo no. Al final de la cadena de sacrificio había un trabajador que lavaba las canales con una ducha durante 2 o 3 segundos con agua a una temperatura de entre 10 y 15 °C.

Una vez que las canales llegaban a la sala de despiece, en el mismo orden en el que habían sido introducidas en la cadena de sacrificio, se identificaban mediante una etiqueta con su número correspondiente colocada sobre el músculo *Trapezius*, el cual no sería objeto de ningún estudio a posteriori.

3.3 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Una vez que las canales eran identificadas se colocaban colgando de las varillas de un banco que servía para el transporte y posterior almacenamiento de las mismas en la sala de refrigeración, donde deberían pasar 2,5 horas a una temperatura de 0°C.

A las 2,5 horas se volvieron a pesar las canales para obtener el rendimiento de la canal. Tras la realización de la penúltima pesada, se cambió la técnica de almacenamiento, de tal forma que se depositaron 5 canales por caja en un total de 8 cajas y dos cajas más que quedaron con 4 canales por caja. Dichas canales se colocaron en posición horizontal y bocabajo. A continuación se transportaron las 48 canales en sus cajas debidamente identificadas a una cámara frigorífica en el interior del propio matadero donde estuvieron 24 horas a una temperatura de 3°C.

Pasadas las 24 horas de conservación en matadero las canales se volvieron a pesar, por última vez, para obtener las pérdidas por oreo y se guardaron en pequeñas neveras para posteriormente ser transportadas a la Universidad Pública de Navarra (UPNA) donde se realizaron los análisis tanto instrumentales como sensoriales.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Tal y como muestra la **Ilustración 4** el día 14 martes se sacrificaron los 48 conejos y tras 24 horas en el matadero se trasladaron a la UPNA.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
13	14 SACRIFICIO	15 D1 sensorial visual	16	17 D3 sensorial visual	18	19
20 D6 sensorial visual	21	22 D8 sensorial visual	23	24 D10 sensorial visual	25	26

Ilustración 4. Diseño experimental, Marzo 2017.

Así pues, el miércoles día 15 se realizó la primera sesión de medidas instrumentales y análisis sensorial. Este día se tomaron medidas instrumentales de las 48 canales de conejo de manera que se recopilaban datos iniciales de pH y color de todas las canales.

Una vez se tomaron todas las medidas pertinentes y para garantizar la normal evolución de las muestras se volvieron a organizar por cajas tal y como se realizó en el matadero. Asimismo, las cajas se introdujeron en una cámara frigorífica del laboratorio a una temperatura de 5°C, donde fueron conservadas hasta el momento del siguiente día de análisis instrumental y sensorial visual.

En los días 3, 6, 8 y 10 destacados en la **Ilustración 4** se procedió del mismo modo. A las 13:00 p.m. se tomaron medidas de pH y color de 5 canales lavadas y 5 canales no lavadas, canales que ese mismo día serían sometidas al análisis sensorial visual una hora después.

De este modo se tendría una segunda medida de pH y color para el conjunto de las 5 muestras lavadas y 5 muestras no lavadas de los días 3, 6, 8 y 10.

Tal y como se observa en la **Ilustración 5** el último día se trabajó con 4 muestras lavadas y 4 muestras no lavadas.

	CANALES NO LAVADAS	CANALES LAVADAS
	N=24	N=24
D1 sensorial visual	n=5 canales	n=5 canales
D3 sensorial visual	n=5 canales	n=5 canales
D6 sensorial visual	n=5 canales	n=5 canales
D8 sensorial visual	n=5 canales	n=5 canales
D10 sensorial visual	n=4 canales	n=4 canales

Ilustración 5. Organización de las sesiones de análisis sensorial visual y su respectivo número de muestras.

3.4.1 MEDIDAS INSTRUMENTALES

Los parámetros instrumentales y sensoriales como el pH; coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, C*, h* y olor, color y aceptabilidad no pueden considerarse independientes, ya que todos ellos están relacionados entre sí y su interacción proporciona a la carne sus características de calidad.

pH

Las canales llegaron al laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos a las 11 a.m. del día 15 miércoles donde se realizaron las medidas de pH y color de los 48 conejos. Primero se realizaron las medidas de pH, dos mediciones con el potenciómetro del laboratorio de la universidad modelo Hach 50 53 T, entre la 3ª y 4ª vértebra lumbar del músculo *Longissimus dorsi* derecho de cada canal.

Como se ha explicado anteriormente existe una relación entre el valor de pH y el color de la canal. A valores de pH altos se producen canales más oscuras, sin embargo, a valores de pH bajos se obtienen canales más claras.

La medición del pH se realizó siguiendo la metodología descrita por (Honikel, 1998).

COLOR

Seguidamente se realizaron las medidas de color con el Minolta CM2300d. Se tomaron cinco mediciones de cada canal sobre la superficie del músculo *Gluteus accesorius* derecho, concretamente en la zona que indica la **Ilustración 6**. De esta manera se determinaron los valores de las coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, C*, h* de cada canal.



Ilustración 6. Canales de conejo en el laboratorio, indicación de la zona seleccionada para la medición del color.

La carne de conejo presenta una coloración pálida con un bajo índice de rojo. Dentro de los músculos más pálidos se encuentra el *Longissimus dorsi*, mientras que el *Trapezius*, músculo cuantitativamente poco importante (0,6% de la canal), es el más oscuro y coloreado; los músculos de la pierna, como el *Biceps femoris*, presentan valores intermedios (Pla et al., 1995; Hernández et al. 1997).

La medición del color se ha realizado siguiendo la metodología descrita por (Blasco, 1993).

3.4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó en la sala de catas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la UPNA. Se utilizaron las canales enteras, exponiéndose dos canales, una lavada y otra no lavada, por recipiente y cabina.

La sesión de catas daba comienzo a las 14:00 horas y terminaba a las 15:00, a lo largo de este periodo de tiempo pasaban por la sala de catas un total de 8 catadores.

Antes de entrar en dicha sala se les hacía entrega de la ficha del sensorial visual donde debían de apuntar su percepción en cuanto a olor, color y aceptabilidad de cada canal. Dicha ficha se muestra en el Anexo 1.

El primer día se les explicó detalladamente cómo debían proceder a la hora de la evaluación y notificación de cada parámetro y el resto de los días se hacía un pequeño recordatorio.

Primeramente, con las canales iluminadas por luz roja (aproximadamente 100 lux), se hacía la evaluación del olor. Después, con iluminación por luz blanca (aproximadamente 450 lux), se hacía la evaluación tanto del color como de la aceptabilidad. Se eligió este orden para que la percepción olfativa de una muestra no afectase a la medición del color de la misma.

En la ficha se disponía de una recta horizontal de 150 milímetros para cada parámetro sensorial. Tanto en olor como en color el extremo izquierdo de dicha recta indicaba olores y colores de baja intensidad, mientras que el extremo derecho indicaba olores y colores de gran intensidad. En el caso de la recta de la aceptabilidad el extremo izquierdo representaba una gran aceptabilidad mientras que el extremo derecho indicaba una baja aceptabilidad.

Tras el análisis sensorial de cada día las medidas apuntadas por los 8 catadores se pasaban a una hoja Excel para posteriormente ser utilizada para la extracción de los estadísticos.

La medición del análisis sensorial se realizó siguiendo la metodología descrita por (Gorraiz *et al.*, 2000).

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistics 24. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) usando el Modelo Lineal General para todas las variables consideradas siguiendo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + L_i + C_j + (L \times C)_{ij} + \mathcal{E}_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : valores de durabilidad de la canal para los diferentes efectos principales, tiempo de conservación (C, medido en días) y efecto lavado (L).

μ : media de la población considerada.

L_i : efecto lavado (canales lavadas con agua, canales no lavadas)

C_j : efecto del tiempo de conservación (j= 1, día 1, j= 2, día 3, j= 3, día 6, j= 4, día 8, j=5, día 10).

\mathcal{E}_{ijk} : error residual aleatorio

Se completó el estudio mediante comparaciones múltiples post – hoc, con el procedimiento HSD de Tukey. El nivel de significación referencia es del 5% (P<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
- Efecto no analizado: -

3.5.1 ANÁLISIS FACTORIAL

Se utilizó el análisis factorial con el fin de estudiar las relaciones entre las variables sensoriales e instrumentales. La extracción de los factores se realizó por el método de componentes principales con el criterio de Kaiser de presentar autovalores superiores a 1. Se aplicó una rotación con el método Varimax para lograr una saturación máxima de cada variable con los factores extraídos.

Concretamente, se ha realizado un análisis factorial con las variables sensoriales; olor, color y aceptabilidad, y con las medidas instrumentales; pH, L*, a*, b*, C*, h*, del músculo *Longissimus dorsi* y *Gluteus accesorious* de los conejos utilizados.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se muestran a continuación se han obtenido mediante el análisis estadístico de las medidas tanto instrumentales como sensoriales.

4.1 MEDIDAS INSTRUMENTALES

Los resultados que se muestran a continuación se han obtenido mediante el análisis estadístico de las medidas instrumentales.

En la **Tabla 5** se puede observar como el efecto tiempo de conservación es determinante sobre todos y cada uno de los parámetros instrumentales objeto de estudio. No siendo así para el caso del efecto lavado, donde tan solo se observan diferencias significativas en el caso del parámetros a^* y, se podría decir que L^* , donde se observan diferencias próximas a la significación. Lo cual quiere decir que el lavado o no de la canal influye sobre la coordenada colorimétrica a^* y en menor medida sobre la luminosidad de ésta. En cuanto a la interacción entre ambos efectos se puede ver que solo existen diferencias significativas para el pH de las canales de conejo.

Tabla 5. P-valor de los efectos principales: lavado de las canales (L) y tiempo de conservación (C, medido en días) sobre las medidas instrumentales de las canales de conejo.

	L	C	L x C
pH	0,378	0,000	0,017
L^*	0,080	0,000	0,717
a^*	0,020	0,000	0,287
b^*	0,889	0,000	0,552
C^*	0,730	0,000	0,482
h^*	0,178	0,000	0,931

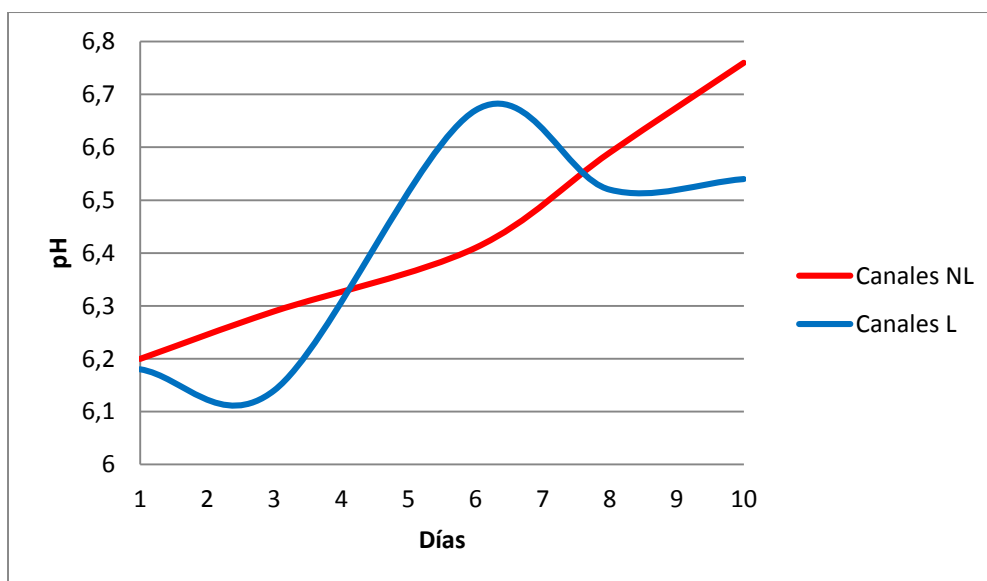
A continuación se expone la **Tabla 6**, donde se desglosa la información percibida por la interacción entre los efectos principales y el pH. Cabe destacar que los valores de pH obtenidos para las canales lavadas son ligeramente inferiores a los obtenidos para las canales no lavadas. Además, para las canales lavadas se han obtenido un menor número de subconjuntos, por lo que se puede deducir que el pH presenta una mayor homogeneidad en dichas canales. Así mismo, se puede comprobar que existen diferencias significativas en los días 6 y 10 de conservación, es decir, en estos días el pH de las canales lavadas difiere en varias décimas de las no lavadas.

Tabla 6. Valor de pH promedio, desviación típica y contraste de hipótesis de la interacción entre los efectos principales: lavado (L) y tiempo de conservación (C, medido en días).

	Día1	Día3	Día6	Día8	Día10	P - valor	
pH	No Lavado	6,20 ^a ± 0,19	6,29 ^a ± 0,10	6,41 ^{ab} ± 0,16	6,59 ^{bc} ± 0,10	6,76 ^c ± 0,06	0,000
	Lavado	6,18 ^a ± 0,16	6,14 ^a ± 0,16	6,67 ^b ± 0,09	6,52 ^b ± 0,12	6,54 ^b ± 0,05	0,000
P - valor	0,724	0,132	0,015	0,378	0,001		

Superíndices: con letras se comparan los diferentes días de conservación ($p < 0,05$) y ausencia de ellos ($p > 0,05$).

De la **Tabla 6** se extrae la siguiente ilustración. En la que se puede comprobar gráficamente cómo el pH de las canales no lavadas se va incrementando progresivamente con el paso de los días hasta alcanzar un máximo el día 10. Sin embargo, en el caso de las canales lavadas la evolución de este parámetro es diferente, estableciéndose una bajada en el día 3, un pico en el día 6 de conservación, bajando y estabilizándose en los días 8 y 10 respectivamente.



Gráfica 2. Valor de pH promedio en las canales lavadas y no lavadas en relación al tiempo de conservación.

Como ya se ha mencionado anteriormente para el caso del conejo el pH se mide normalmente en el músculo *Longissimus dorsi*, (Ouhayoun y Delmas, 1988; Oliver *et al.*, 1997) encontraron valores de pH de 5,70 y 5,77 en dicho músculo para conejos que habían sido alimentados con dietas suplementadas con aceite vegetal y grasa animal.

En nuestro estudio se han obtenido valores de pH mayores a los valores publicados por varios autores que analizaron este parámetro sobre el mismo músculo (Blasco y Piles,

1990). Esto puede ser debido a que el día que llegaron las canales al laboratorio estuvieron alrededor de 2 horas sin refrigerar, ya que como se ha mencionado anteriormente se tuvieron que tomar medidas de pH y color de todas ellas.

En la **Tabla 7** se pretende dar información sobre la evolución de las coordenadas colorimétricas en relación al efecto lavado y efecto tiempo de conservación. Como se ha mencionado anteriormente dichas medidas se realizaron sobre el músculo *Gluteus accesorius* derecho de cada canal. Se observa que:

- Para el parámetro L*, luminosidad, las canales no lavadas tienen valores superiores a las canales lavadas, es decir, las canales no lavadas presentarán una mayor luminosidad que las canales lavadas. Éstas últimas parecen evolucionar de manera diferente a las anteriores. Así se ve reflejado en la distribución de sus subconjuntos, teniendo un subconjunto (ab) para el día 3 estando (a) presente también a día 10. Según los valores de significación estas diferencias serían más notables los días 1 y 3.
- Para el parámetro C*, croma, las canales no lavadas tienen valores bastante similares a los de las canales lavadas. Sin embargo, la presencia de subconjuntos es bastante mayor (a, b, c, d) para el caso de las canales no lavadas que para el caso de las canales lavadas (a, b). Por lo que el hecho de lavar la canal parece que homogeniza la saturación del color en la carne. En cualquier caso no se han obtenido valores significativamente importantes para dicho efecto.
- Para el parámetro h*, tono, las canales lavadas presentan valores superiores a las no lavadas, es decir, las canales lavadas lucirán un color más claro (rojo púrpura) que las canales no lavadas. Para ambas canales se tienen el mismo número de subconjuntos (a, b), sin embargo, en las canales lavadas (b, b, b, b, ab) la transformación parece ser más progresiva que en las no lavadas (b, a, ab, a, ab).

Tabla 7. Mínimo, Máximo, Media, Error estándar de la media y P - valor de las coordenadas colorimétricas de las canales no lavadas y lavadas en relación al tiempo de conservación (C, medido en días).

		No lavado				Lavado				
		Min	Max	Media	EM	Min	Max	Media	EM	P - valor
L*	Día1	45,69	52,30	50,05 ^{bc}	0,338	46,45	54,42	51,07 ^{bc}	0,363	0,047
	Día3	48,85	52,88	49,92 ^{bc}	0,745	47,33	54,15	50,83 ^{ab}	1,404	0,581
	Día6	50,05	55,49	51,80 ^c	0,974	50,30	53,68	51,46 ^c	0,632	0,079
	Día8	45,84	48,76	47,52 ^{ab}	0,597	46,56	50,50	48,14 ^{ab}	0,692	0,512
	Día10	43,80	48,03	45,63 ^a	0,892	46,51	49,70	47,68 ^a	0,747	0,128
		P - valor		0,000		P - valor		0,020		P - valor
a*	Día1	-1,81	1,90	-0,62 ^a	0,163	-2,11	0,39	-0,94 ^a	0,159	0,167
	Día3	2,28	3,56	2,76 ^b	0,260	0,06	3,20	1,48 ^b	0,549	0,069
	Día6	0,67	2,64	1,23 ^b	0,366	-0,60	3,39	1,59 ^b	0,656	0,648
	Día8	1,35	5,26	2,63 ^b	0,690	1,45	3,42	2,00 ^b	0,363	0,439
	Día10	1,09	3,30	1,88 ^b	0,511	0,31	1,77	0,86 ^b	0,315	0,14
		P - valor		0,000		P - valor		0,000		P - valor
b*	Día1	1,68	7,02	4,96 ^a	0,284	2,11	8,09	5,22 ^a	0,346	0,571
	Día3	6,65	10,14	8,54 ^b	0,642	3,75	10,34	7,21 ^a	1,286	0,381
	Día6	4,16	9,67	7,3 ^{ab}	0,986	4,47	9,98	7,24 ^a	1,084	0,967
	Día8	8,48	10,98	9,77 ^b	0,427	9,91	11,69	10,91 ^b	0,321	0,066
	Día10	10,98	14,61	12,9 ^c	0,784	11,72	14,17	12,59 ^b	0,542	0,758
		P - valor		0,000		P - valor		0,000		P - valor
c*	Día1	1,87	7,03	5,13 ^a	0,271	2,48	8,19	5,40 ^a	0,331	0,528
	Día3	7,04	10,63	8,99 ^{bc}	0,666	3,76	10,55	7,39 ^a	1,357	0,322
	Día6	4,22	10,02	7,42 ^{ab}	1,024	4,55	10,54	7,50 ^a	1,138	0,959
	Día8	8,73	11,51	10,21 ^c	0,499	10,02	12,19	11,13 ^b	0,374	0,180
	Día10	11,47	14,67	13,09 ^d	0,708	11,72	14,21	12,64 ^b	0,544	0,634
		P - valor		0,000		P - valor		0,000		P - valor
h*	Día1	58,87	137,23	97,91 ^b	3,034	82,78	138,35	102,96 ^b	2,683	0,218
	Día3	68,40	75,37	71,98 ^a	1,155	71,10	89,17	80,16 ^b	2,907	0,031
	Día6	74,66	85,10	80,73 ^{ab}	1,690	69,30	99,87	79,65 ^b	5,462	0,854
	Día8	62,82	82,96	75,13 ^a	3,434	73,64	81,65	79,49 ^b	1,475	0,277
	Día10	73,31	85,90	81,39 ^{ab}	2,822	81,85	88,51	86,03 ^{ab}	1,453	0,195
		P - valor		0,000		P - valor		0,000		

Superíndices: con letras se comparan los diferentes días de conservación ($p < 0,05$) y ausencia de ellos ($p > 0,05$).

Los valores que se han obtenido en este estudio para las coordenadas colorimétricas L*, a*, b*, difieren ligeramente de los valores descritos por (Pla *et al.*, 1995) mostrados en la **Ilustración 7**.

Tabla 8. Valores de las coordenadas colorimétricas (L*, a*, b*) para distintas especies de la producción animal.

Especie	Músculo	L*	a*	b*
Conejo	7ª vértebra lumbar	56,89	2,35	0,57
	4ª vértebra lumbar	55,57	2,49	1,61
	2ª vértebra lumbar	55,82	2,67	2
	G. accessorius	54,12	3,85	3,2
	B. femoris	52,08	3,47	4,4
Pollo	Pectoralis	81,17	2,62	15,9
Cerdo	Longissimus	57	7,44	15,9
	L. thoracis	52	7,4	3,1
Vacuno	L. lumborum	41,7	20,7	21,1
	L. thoracis	32,2	23,4	13,2

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

Los resultados que se muestran a continuación se han obtenido mediante el análisis estadístico de las medidas sensoriales.

En la **Tabla 9** se puede observar como el efecto tiempo de conservación es determinante sobre todos y cada uno de los parámetros objeto de estudio. No siendo así para el caso del efecto lavado, donde se observan diferencias significativas en el caso de los parámetros de color y aceptabilidad. En cuanto a la interacción entre ambos efectos se puede ver que solo existen diferencias significativas para el color de las canales de conejo aunque también se podría tener en consideración la aceptabilidad.

Tabla 9. Efecto del lavado (L) y efecto del tiempo de conservación (C, medido en días) sobre las medidas sensoriales de las canales de conejo.

	L	C	L x C
Olor	0,080	0,000	0,086
Color	0,007	0,000	0,008
Aceptabilidad	0,009	0,000	0,058

En la **Tabla 10** se pretende dar información sobre la evolución de los parámetros sensoriales en relación al efecto lavado y efecto tiempo de conservación. Se observa que:

- Para el olor, las canales no lavadas presentan valores de olor superiores a los de las canales lavadas, es decir, para las canales no lavadas se perciben olores más intensos que para las canales lavadas. Este parámetro sensorial sería especialmente significativo el día 10 de conservación.

- Para el color, tanto las canales lavadas como las no lavadas tienen valores similares los 6 primeros días, de ahí en adelante evolucionan de forma diferente, de manera que en las canales no lavadas se produce un incremento mayor en los valores de color que en el caso de las canales lavadas, es decir, en los días 8 y 10 de conservación las canales no lavadas presentan cambios a color más intenso que las canales lavadas. Estos cambios de color serían especialmente significativos en el caso del día 8 de conservación.
- Para la aceptabilidad, en general, los valores percibidos por los catadores para las canales no lavadas son superiores a los de las canales lavadas, es decir, las canales no lavadas resultarían menos apetecibles que las canales lavadas según el criterio de los catadores. Este parámetro cobra especial importancia en el día 3 de conservación.

También se advierte que para los tres parámetros sensoriales se tiene un menor número de subconjuntos en las canales no lavadas que en el caso de las canales lavadas.

Tabla 10. Mínimo, Máximo, Media, Error estándar de la media y P - valor de las medidas sensoriales de las canales no lavadas y lavadas en relación al tiempo de conservación (C, medido en días).

	No lavado				Lavado					
	Min	Max	Media	EM	Min	Max	Media	EM	P - valor	
O	Día1	2,00	101,00	41,44 ^a	4,547	2,00	94,00	35,00 ^{ab}	3,995	0,290
	Día3	4,00	80,00	32,60 ^a	3,210	5,00	64,00	26,84 ^a	2,473	0,159
	Día6	6,00	81,00	39,38 ^a	2,741	10,00	100,00	45,24 ^b	3,279	0,173
	Día8	36,00	117,00	80,93 ^b	2,805	40,00	110,00	80,58 ^c	2,883	0,930
	Día10	94,00	125,00	114,11 ^c	1,274	75,00	126,00	104,56 ^d	2,221	0,000
			P - valor	0,000			P - valor	0,000		P - valor
C	Día1	15,00	107,00	50,56 ^a	4,240	4,00	107,00	49,89 ^b	4,371	0,913
	Día3	13,00	76,00	39,73 ^a	2,616	5,00	70,00	36,56 ^a	2,494	0,382
	Día6	19,00	79,00	49,16 ^a	2,406	19,00	92,00	51,69 ^b	2,665	0,482
	Día8	20,00	120,00	82,18 ^b	3,342	20,00	110,00	70,53 ^c	3,262	0,015
	Día10	36,00	137,00	98,78 ^c	3,681	22,00	128,00	93,69 ^d	3,881	0,345
			P - valor	0,000			P - valor	0,000		P - valor
A	Día1	7,00	102,00	53,20 ^a	4,423	12,00	105,00	49,02 ^a	3,814	0,476
	Día3	13,00	87,00	51,96 ^a	3,156	13,00	84,00	41,49 ^a	2,870	0,016
	Día6	7,00	77,00	44,44 ^a	2,924	7,00	100,00	48,49 ^a	3,240	0,357
	Día8	45,00	125,00	84,98 ^b	3,113	45,00	110,00	79,11 ^b	2,642	0,154
	Día10	37,00	135,00	97,86 ^b	3,831	30,00	128,00	96,44 ^c	4,026	0,800
			P - valor	0,000			P - valor	0,000		

Superíndices: con letras se comparan los diferentes días de conservación ($p < 0,05$) y ausencia de ellos ($p > 0,05$).

O: olor

C: color

A: aceptabilidad

Hasta la fecha no se han encontrado estudios sobre análisis sensorial en canales de conejo que puedan discutir los valores obtenidos en este informe.

4.3 CORRELACIONES

A continuación se expone en la **Tabla 11** la correlación existente entre los distintos parámetros, tanto instrumentales como sensoriales, de las canales de conejo no lavadas.

Se puede comprobar que el **pH** se correlaciona significativamente con todos los demás parámetros instrumentales e incluso sensoriales. Todas estas correlaciones son positivas excepto en el caso de la L^* ($-0,331^*$) y la h^* ($-0,379^{**}$) que son negativas, es decir, a

mayor pH se obtienen valores de L^* y h^* menores. Lo que esta correlación explica es que cuanto mayor sea el pH de una canal menor será su luminosidad y su tono, presentando colores rojos pardos u oscuros. Por otro lado tenemos las correlaciones positivas; olor (0,683**), color (0,635**) y aceptabilidad (0,635**), es decir, a mayor pH se tendrán valores de olor, color y aceptabilidad mayores, lo cual indica que las canales presentarán colores y olores más intensos y la aceptabilidad será menor.

La luminosidad, L^* , también se correlaciona significativamente con todos los parámetros excepto con la b^* y la h^* . Las correlaciones más importantes que encontramos dentro de la luminosidad se dan con los parámetros sensoriales con los cuales se correlaciona negativamente; olor (-0,677**) y color (-0,657**), y positivamente; aceptabilidad (0,752**). Esto quiere decir que a mayor luminosidad se tienen valores menos intensos de olor y color y más altos de aceptabilidad. Por tanto, cuanto mayor es la luminosidad de una canal menor intensidad de color y olor se percibe y menor aceptabilidad tiene.

La coordenada colorimétrica a^* se correlaciona principalmente y de manera positiva con la b^* (0,672**), C^* (0,708**) y la aceptabilidad (0,421*) y de manera negativa con la h^* (-0,826**). En otras palabras, cuanto mayor es la a^* más saturado está el color rojo de la canal y menos aceptabilidad tiene. En el caso de este parámetro la correlación más importante es la que tiene con la h^* , la cual explica que cuanto mayor es la a^* menor es la h^* y, por tanto, la canal luce colores rojo pardo o matices más oscuros del color rojo.

La b^* también está correlacionada con el resto de las coordenadas colorimétricas; C^* (0,997**) y h^* (-0,514**); con el olor (0,776**), color (0,664**) y aceptabilidad (0,716**). Según las correlaciones positivas, a mayor b^* mayor será la C^* , olor, color y aceptabilidad, lo que se traduce en una mayor saturación del color, mayor intensidad de olor y, por consiguiente, una menor aceptabilidad. La canal lucirá colores rojo pardo.

La C^* se correlaciona negativamente con la h^* (-0,525**) y positivamente con el olor (0,761**), color (0,671**) y aceptabilidad (0,736**). En otras palabras, cuanto mayor sea la C^* menor será la h^* y mayores serán los valores de olor, color y aceptabilidad, lo que se traduce en una canal de tonos pardos, rojos oscuros, olor y color más intenso y una aceptabilidad menor.

En relación a la h^* se comprueba que existe una correlación negativa con todos los parámetros sensoriales pero ésta no es una correlación significativa en ningún caso.

El **olor** presenta correlaciones altamente significativas y positivas con el color (0,898**) y aceptabilidad (0,857**). Es decir, cuanto mayor es la intensidad del olor de una canal mayor es la intensidad de su color y menor su aceptabilidad.

Por último, el **color** se correlaciona positiva y significativamente con la aceptabilidad (0,953**), lo cual quiere decir que cuanto mayor es el valor del color mayor es el valor

de la aceptabilidad. Por ende, una mayor intensidad de color supone una menor aceptabilidad.

Tabla 11. Correlación de los promedios de las principales medidas instrumentales (pH, coordenadas colorimétricas) y sensoriales (olor, color, aceptabilidad) de las canales de conejo no lavadas.

		pH	L*	a*	b*	C*	h*	O	C	A
pH	CP	1								
	P – valor (bi)	-								
L*	CP	-0,331*	1							
	P – valor (bi)	0,030	-							
a*	CP	0,449**	-0,342*	1						
	P – valor (bi)	0,002	0,025	-						
b*	CP	0,535**	0,571**	0,672**	1					
	P – valor (bi)	0,000	0,000	0,000	-					
C*	CP	0,539**	-0,583**	0,708**	0,997**	1				
	P – valor (bi)	0,000	0,000	0,000	0,000	-				
h*	CP	-0,379*	0,150	-0,826**	-0,514**	-0,525**	1			
	P – valor (bi)	0,012	0,336	0,000	0,000	0,000	-			
O	CP	0,683**	-0,677**	0,235	0,776**	0,761**	-0,086	1		
	P – valor (bi)	0,000	0,000	0,269	0,000	0,000	0,688	-		
C	CP	0,635**	-0,657**	0,327	0,664**	0,671**	-0,179	0,898**	1	
	P – valor (bi)	0,001	0,000	0,119	0,000	0,000	0,403	0,000	-	
A	CP	0,635**	-0,752**	0,421*	0,716**	0,736**	-0,255	0,857**	0,953**	1
	P – valor (bi)	0,001	0,000	0,040	0,000	0,000	0,230	0,000	0,000	-

CP: Correlación de Pearson.

P – valor (bi): P – valor bilateral.

O: olor

C: color

A: aceptabilidad

A continuación se expone la **Tabla 12**, donde se presenta la correlación existente entre los distintos parámetros, tanto instrumentales como sensoriales, de las canales de conejo lavadas.

En esta ocasión se observa que el **pH** se correlaciona significativamente con todos los parámetros instrumentales; L* (-0,485**), a* (0,529**), b* (0,383*), C* (0,387*), h* (-0,339*); con el olor (0,514*) y el color (0,433*). Se puede comprobar que a medida que el pH aumenta la a*, b*, C*, el olor y el color también aumentan, mientras que tanto la L* como la h* disminuyen. Esto quiere decir, al igual que en el caso de las canales de

conejo no lavadas, que a mayor pH las canales lucirán colores rojos más oscuros y con menor luminosidad; además, el olor y el color serán más intensos.

La luminosidad, L^* , se correlaciona significativamente con todos los parámetros instrumentales; a^* (-0,365*), b^* (-0,489**), C^* (-0,485**), h^* (0,301*) y sensoriales; olor (-0,629**), color (-0,654**) y aceptabilidad (-0,592**). L^* se correlaciona negativamente con a^* , b^* , C^* , olor, color y aceptabilidad, no siendo así para el caso de la h^* . Las correlaciones más importantes que encontramos dentro de la luminosidad se dan con los parámetros sensoriales con los cuales se correlaciona negativamente; olor, color y aceptabilidad. Esta combinación de diferentes correlaciones se traduce en que a mayor luminosidad la canal tendrá una menor saturación del color, con intensidades bajas de olor y color, luciendo colores más claros. Esta combinación de parámetros hace que la canal luzca colores más claros y, por consiguiente, que se perciba una canal más fresca y saludable, lo cual genera una aceptabilidad mayor.

La coordenada colorimétrica a^* se correlaciona principalmente y de manera positiva con la b^* (0,651**) y C^* (0,659) y de forma negativa con la h^* (-0,875**). Esto explica que cuanto mayor es la a^* más saturado está el color de la canal y más pardos u oscuros son los rojos que se perciben.

La b^* está correlacionada de manera significativa con la C^* (0,999*), h^* (-0,648**) y con los parámetros sensoriales; olor (0,745**), color (0,679**) y aceptabilidad (0,691**). Esto explica que cuanto mayor es la b^* más saturado está el color de la canal y más pardos u oscuros son los rojos percibidos. Además se perciben olores y colores más intensos lo cual hace que la aceptabilidad no sea la mejor.

La C^* se correlaciona significativamente y de manera negativa con la h^* (-0,639**) y de manera positiva con los parámetros sensoriales; olor (0,736**), color (0,669**) y aceptabilidad (0,691**). Se entiende que cuanto mayor es la C^* más apagados serán los colores rojos presentes en la canal, coincidiendo con olores y colores intensos y una menor aceptabilidad.

En relación a la h^* , una vez más, se comprueba que existe una correlación negativa con todos los parámetros sensoriales pero ésta no es una correlación significativa en ningún caso.

El **olor** presenta correlaciones altamente significativas y positivas con el color (0,908**) y aceptabilidad (0,910**). Es decir, cuanto mayor es la intensidad del olor de una canal mayor es la intensidad de color de la misma y menor su aceptabilidad.

Por último, el **color** se correlaciona positiva y significativamente con la aceptabilidad (0,958**). Esto se traduce en que una mayor intensidad de color supone una menor aceptabilidad.

Tabla 12. Correlación de los promedios de las principales medidas instrumentales (pH, coordenadas colorimétricas) y sensoriales (olor, color, aceptabilidad) de las canales de conejo lavadas.

		pH	L*	a*	b*	C*	h*	O	C	A
pH	CP	1								
	P – valor (bi)	-								
L*	CP	-0,485**	1							
	P – valor (bi)	0,001	-							
a*	CP	0,529**	-0,365*	1						
	P – valor (bi)	0,000	0,016	-						
b*	CP	0,383*	-0,489**	0,651**	1					
	P – valor (bi)	0,011	0,001	0,000	-					
C*	CP	0,387*	-0,485**	0,659**	0,999**	1				
	P – valor (bi)	0,010	0,001	0,000	0,000	-				
h*	CP	-0,339*	0,301*	-0,875**	-0,648**	-0,639**	1			
	P – valor (bi)	0,026	0,050	0,000	0,000	0,000	-			
O	CP	0,514*	-0,629**	0,239	0,745**	0,736**	-0,237	1		
	P – valor (bi)	0,010	0,001	0,260	0,000	0,000	0,264	-		
C	CP	0,433*	-0,654**	0,118	0,679**	0,669**	-0,146	0,908**	1	
	P – valor (bi)	0,035	0,001	0,583	0,000	0,000	0,495	0,000	-	
A	CP	0,33	-0,592**	0,168	0,701**	0,691**	-0,185	0,910**	0,958**	1
	P – valor (bi)	0,115	0,002	0,433	0,000	0,000	0,386	0,000	0,000	-

CP: Correlación de Pearson.

P – valor (bi): P – valor bilateral.

O: olor

C: color

A: aceptabilidad

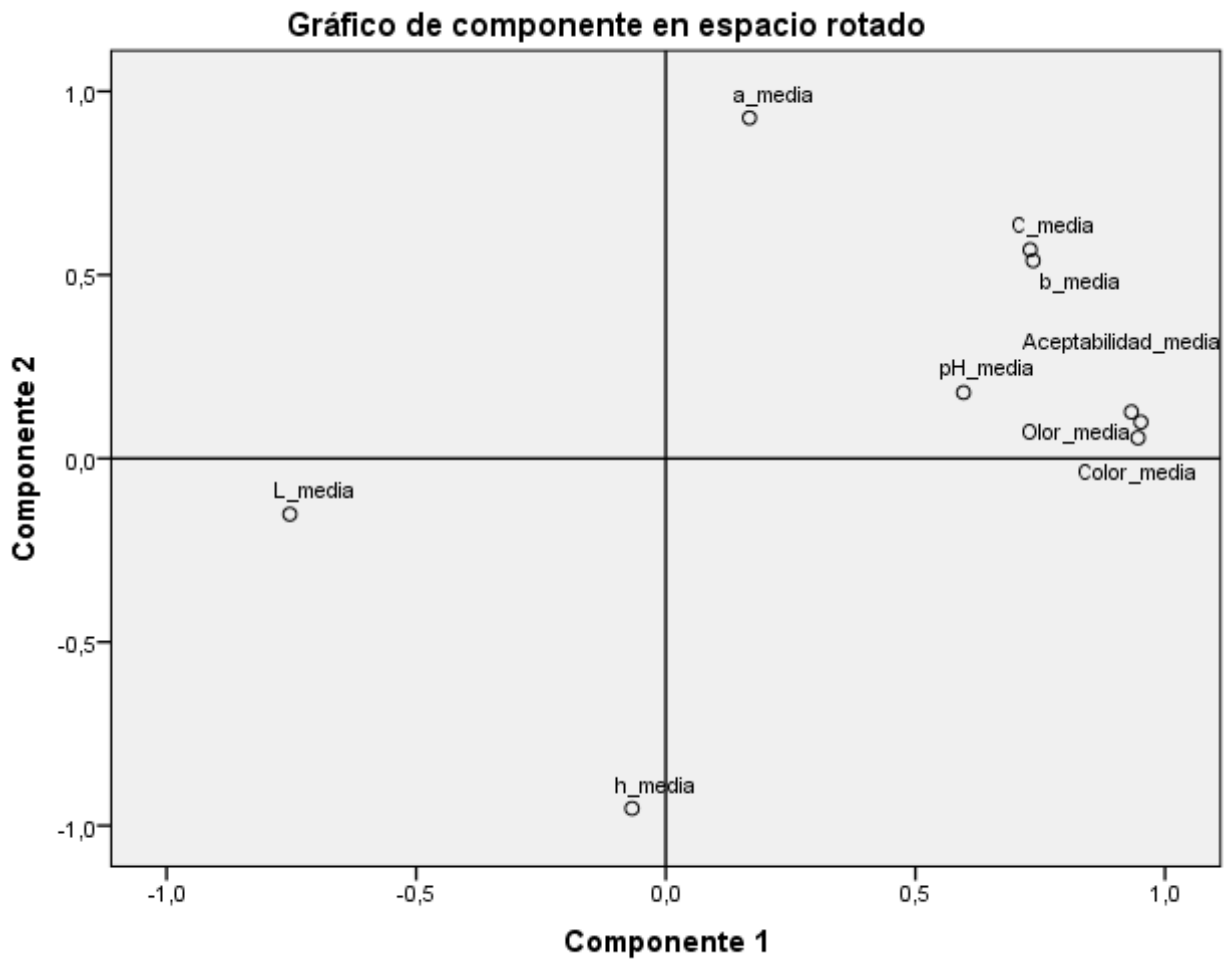
4.4 ANÁLISIS FACTORIAL

En la **Tabla 13** se observa como con el método de extracción por componentes principales se extrajeron dos factores que explicaron el 79,64% de la varianza total.

Tabla 13. Análisis factorial de las variables sensoriales (olor, color y aceptabilidad) y variables instrumentales (pH, L*, a*, b*, C*, h*). Matriz factorial rotada.

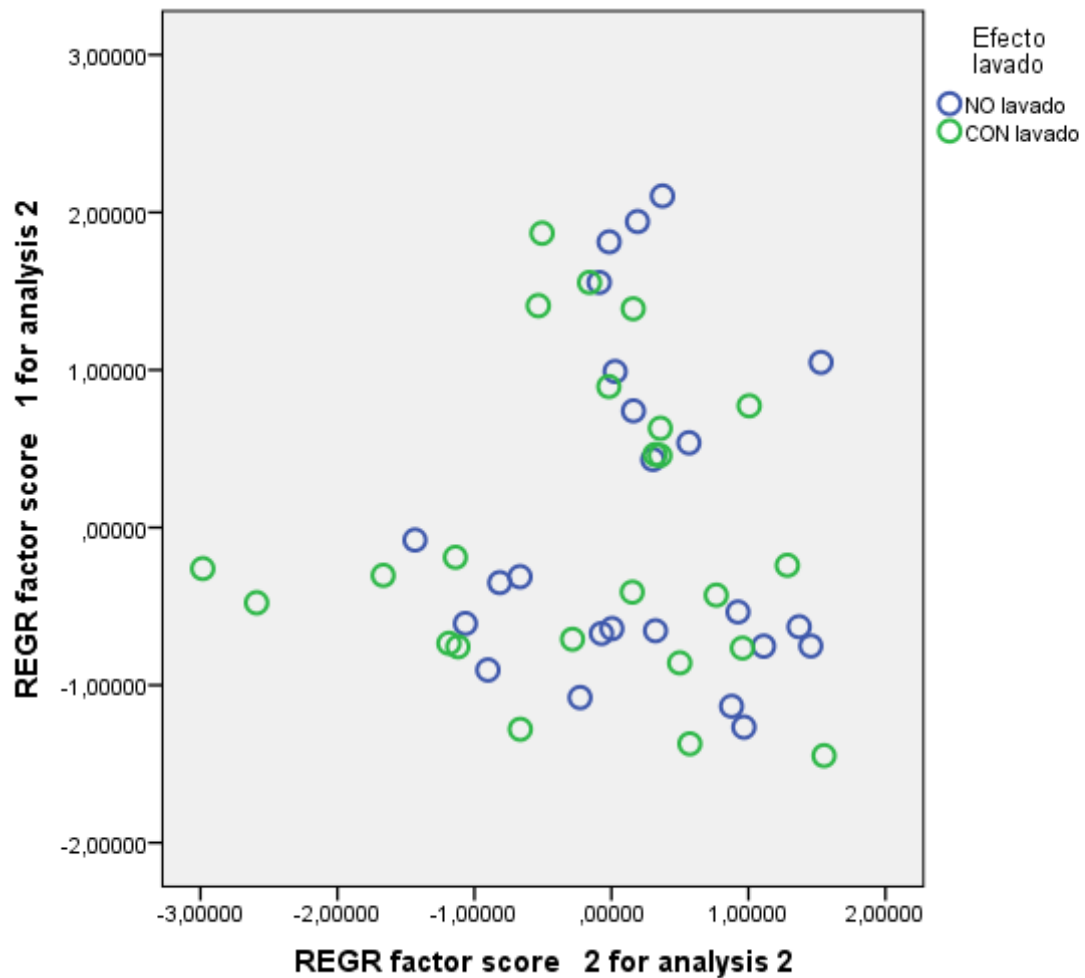
Matriz de componente rotado		
	Factor 1	Factor 2
	52,22%	27,42%
pH	0,596	0,180
L*	-0,753	-0,152
a*	0,168	0,928
b*	0,736	0,539
C*	0,730	0,569
h*	-0,068	-0,953
Olor	0,952	0,099
Color	0,946	0,056
Aceptabilidad	0,933	0,127

El factor 1 explicó el 52,22% de la varianza, y estaba correlacionado positivamente con las variables sensoriales y negativamente con la coordenada colorimétrica L* (**Gráfica 3**). El factor 2 acumuló un 27,42 % de la varianza total y estaba correlacionado de manera positiva con la coordenada colorimétrica a* y de manera negativa con la h*, (**Gráfica 3**).

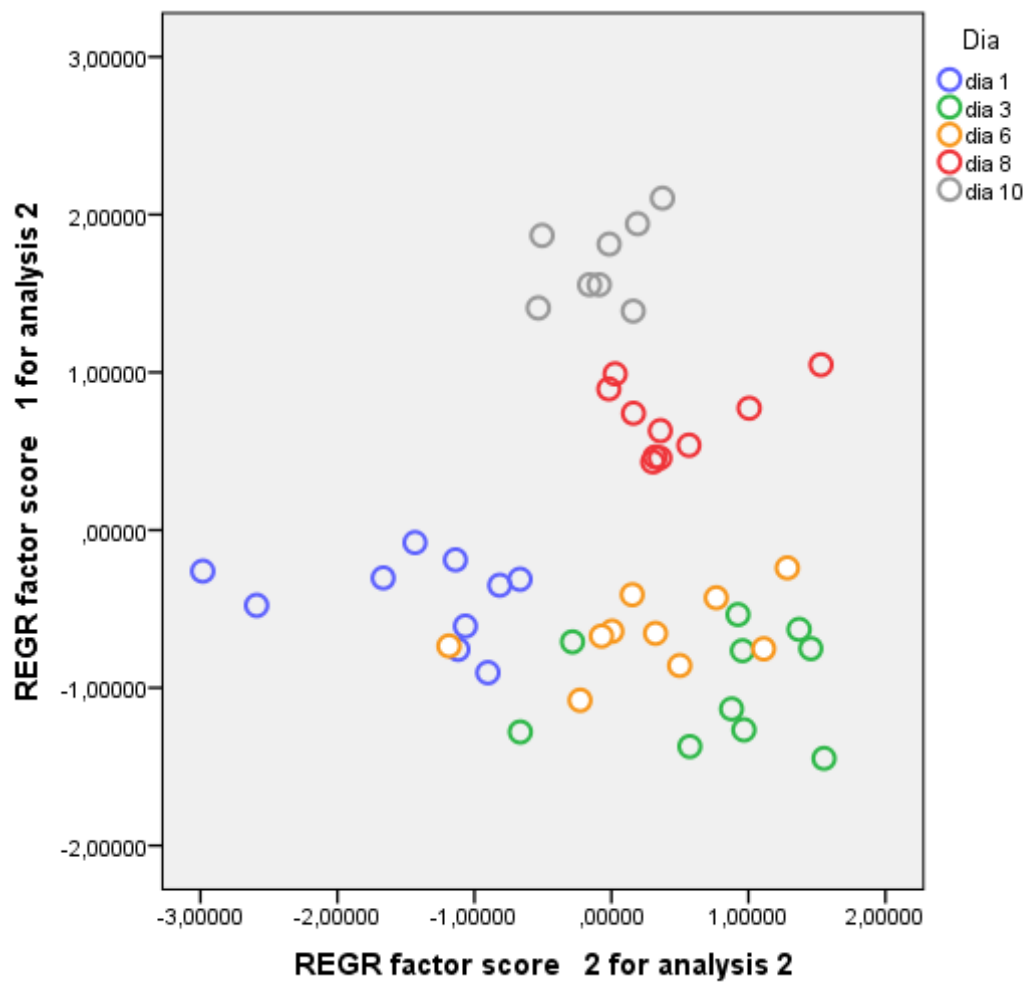


Gráfica 3. Representación de las variables sensoriales (olor, color y aceptabilidad) y las variables instrumentales (pH, L, a*, b*, C*, h*) en función de los factores rotados 1 y 2.*

A continuación se muestran las **Gráficas 4 y 5** donde se representa la distribución de las muestras en el espacio factorial determinado por los factores 1 y 2. Efectivamente, se trata de una misma distribución de las muestras, en una gráfica podemos contemplar la distribución en función del efecto lavado y en la otra en función del efecto tiempo de conservación.



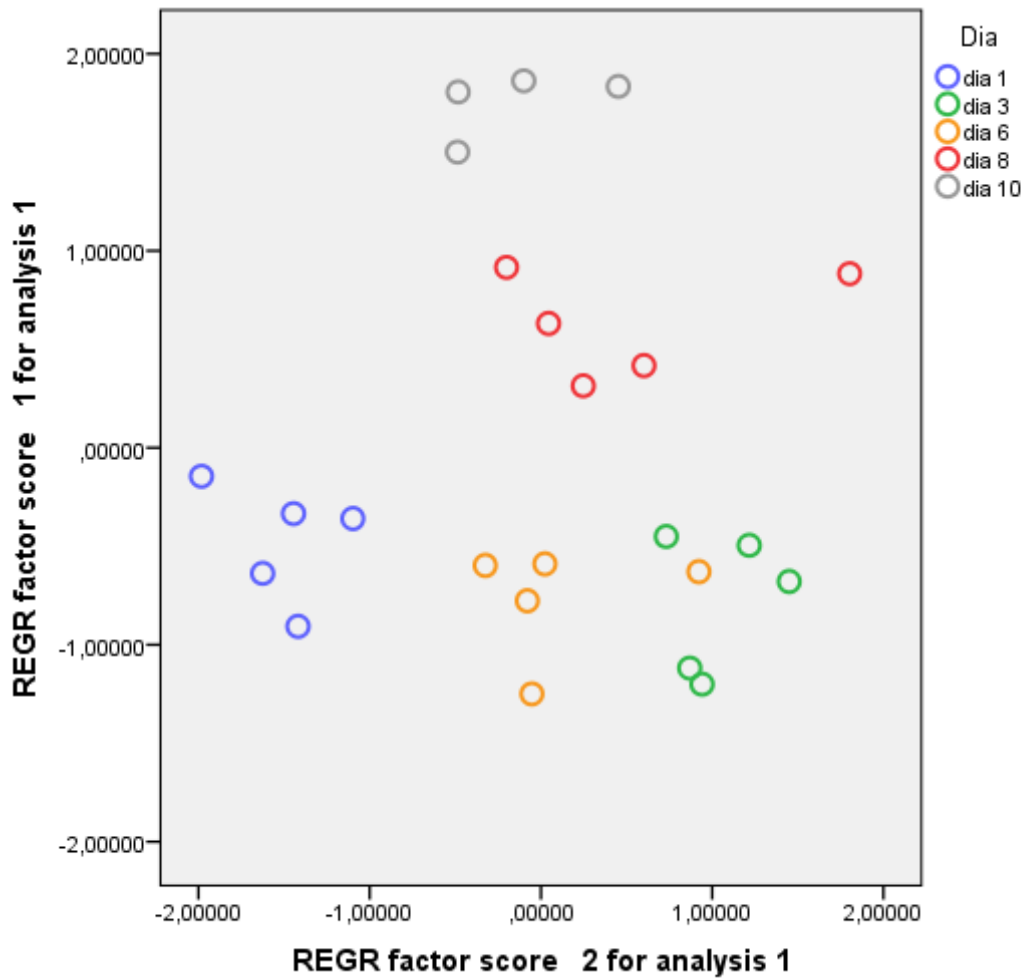
Gráfica 4. Representación de la distribución de las muestras en relación al efecto lavado (L) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.



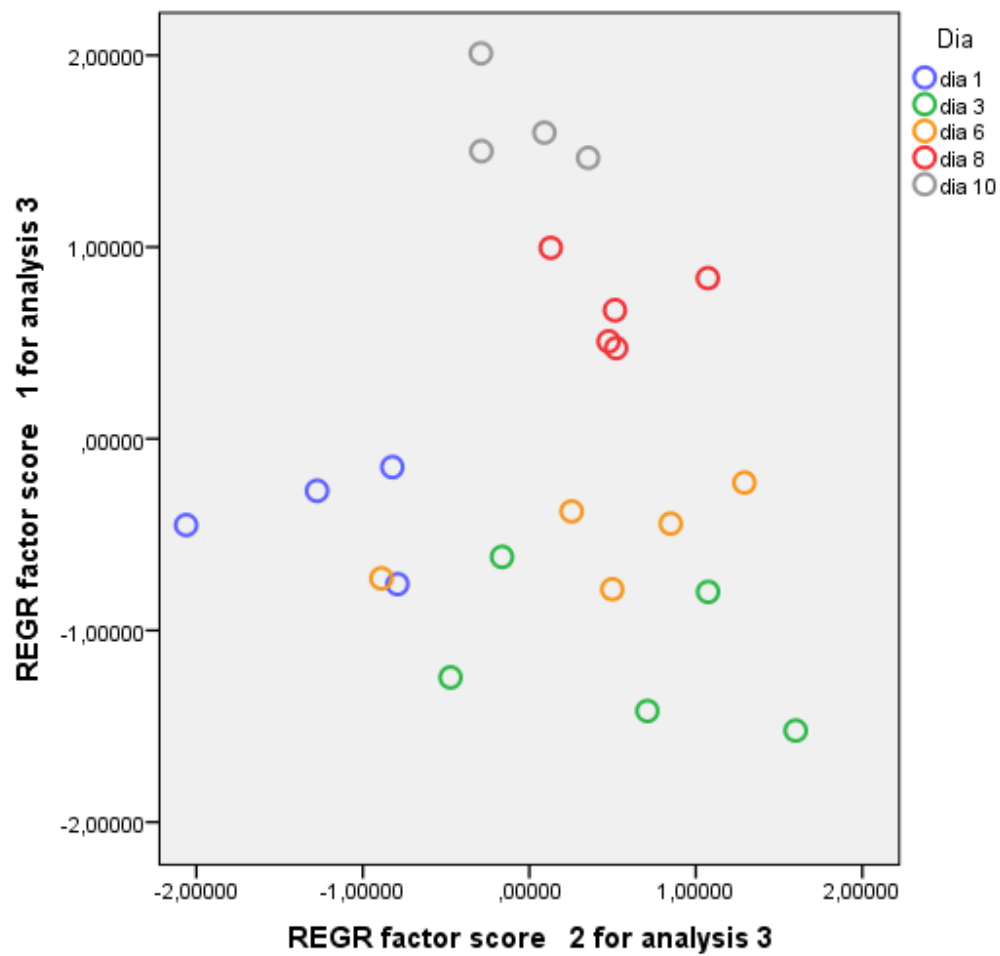
Gráfica 5. Representación de la distribución de las muestras en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.

En los siguientes gráficos se expone la distribución de las muestras lavadas y no lavadas en relación al tiempo de conservación.

Si se compara el **Gráfico 6** con el **Gráfico 7** se observa como las canales de conejo no se encuentran tan homogéneamente agrupadas. Esto es debido a que el lavado de la canal desestabiliza el entorno de la misma y afecta a la evolución posterior de los parámetros instrumentales.



Gráfica 6. Representación de la distribución de las muestras no lavadas en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.



Gráfica 7. Representación de la distribución de las muestras lavadas en relación al efecto tiempo de conservación (C, medido en días) en el espacio bidimensional delimitado sobre los factores rotados 1 y 2.

5. CONCLUSIONES

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

1. El efecto tiempo de conservación muestra diferencias significativas tanto para las medidas instrumentales como para las medidas sensoriales. No así el efecto lavado que tan solo muestra diferencias significativas para las coordenadas colorimétricas (a^* , L^*) y para las medidas sensoriales de color y aceptabilidad.
2. Cuanto mayor es el pH de una canal menor es su luminosidad, mayor es su intensidad de olor y color y menor su aceptabilidad. Existen diferencias significativas de pH para el día 10 de conservación, las canales de conejo lavadas tienen valores de pH inferiores a los obtenidos por las canales de conejo no lavadas, esto hace que las canales lavadas lleguen al último día de su vida útil con un aspecto más apetecible que en el caso de las canales no lavadas, donde el producto se muestra más deteriorado. Por tanto, se podría decir que el pH es un indicador clave que determina la percepción sensorial del producto.
3. El lavado de la canal de conejo tras el faenado le otorga al producto una vida útil con unos mejores parámetros de calidad en los últimos días de conservación, lo cual hace que el consumidor lo perciba más saludable y apetecible. Por tanto, se recomienda el lavado de la canal tras el faenado.
4. Ciertamente, el lavado de las canales de conejo tras el faenado influye positivamente sobre algunos de los parámetros de calidad objetos de este estudio, sin embargo, podría resultar interesante realizar un análisis sensorial de la carne de conejo, cocinada, y observar si este lavado afecta también a otros parámetros sensoriales como la jugosidad, ternura y flavor.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ariño Lorente, Beatriz. (2006). Variabilidad genética de la calidad de la carne de conejo. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis Doctoral.
- Asescu. (2014). Vacío de lonjas. *Boletín de Cunicultura*, 173, 7 - 10.
- Blasco, A., & Piles, M. (1990). Muscular pH of the rabbit. *Ann. Zootech.*
- Blasco, A., Ouhayoun, J., & Masoero, G. (1993). Harmonization of criteria and terminology in rabbit meat research. *World rabbit science*.
- Dalle Zote, A. (2000). Propriétés spécifiques de la viande de lapin. *Proceedings of the Jornadas Internacionais de cunicultura*, 1, 101 - 110.
- Dalle Zote, A. (2002). Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science*, 75, 11 - 32.
- FAO. (2013). Food and Agriculture organizations of the United Nations. 25 de Mayo de 2017, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Gomez, I., Beriain, M.J., Sarries, M.V., Insausti, K., Mendizabal, J.A.. (2014). Low - Fat Beef Patties with Augmented Omega - 3 Fatty Acid and CLA Levels and Influence of Grape Seed Extract. *Journal of Food Science*, 79 (11), 2368 - 2376.
- Gonzales, P. & Caravaca, F. (2007). Producción de conejos de aptitud cárnica. 12 de Mayo de 2017, Universidad de Córdoba Sitio web: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_10_34_Cunicultura.pdf
- Gorraiz C, Beriain MJ, Chasco J, Iraizoz M. (2000). Descriptive analysis of meat from young ruminants in Mediterranean systems. *J Sens Stud*, 15 (2), 137 - 50.
- Hernandez, P., Guerrero, L., Ramirez, J., Mekki, W., Pla, M., Ariño, B., ... Blasco, A. (2005) A Bayesian approach of the effect of selection for growth rate on sensory meat quality of rabbit. *Meat Science*, 69, 123 – 127.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science*, 447-457.
- MAPAMA. El sector de la carne de conejo en cifras.
- Margalef, O. (2011). Els reis del conill. *La Vanguardia*, 7.
- Ministerio de Agricultura. (28 de Diciembre de 2016). MAPAMA. Obtenido de Sector cunícola: <http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/cunicola/>
- Medina, I. (2005). *Cocina país por país. El País*.

Montero de Vicente, Luis. (2015). La cadena de valor del sector cunícola en España. Segmentación del consumo en base al Food – Related Lifestyle (FRL). 15 de Abril de 2017, de Universidad Politécnica de Valencia Sitio web: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58775/MONTERO%20-%20La%20cadena%20de%20valor%20del%20sector%20cun%3%ADcola%20en%20Espa%3%B1a.%20Segmentaci%3%B3n%20del%20consumo%20en%20base%20al%20F....pdf?sequence=1>

Pla, M., Hernández, P., & Blasco, A. (1996). Carcass composition and meat characteristics of two rabbits breeds of different degree of maturity. *Meat science*, 44, 85 - 92.

Saborá. (2009). Estudio de la cadena de valor y formación de precios del sector de la carne de conejo. 16 de Mayo de 2017, de MAPAMA Sitio web: http://www.mapama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/Conejo_tcm7-14473.pdf

Tur, J.A. (2011). Nuevas evidencias científicas sobre alimentación mediterránea. El papel de la carne de conejo. *INTERCUN INFORMA*, 51, 3 - 6.

7. ANEXOS

ANEXO 1: Ficha del análisis sensorial visual

En este **Anexo 1** se presenta la ficha utilizada por los 8 catadores para el análisis sensorial visual de las 48 muestras objeto de estudio.

Como se puede observar las rectas horizontales tienen una marca a su izquierda y otra a su derecha, la marca a 1 cm de la izquierda representa “baja intensidad” y la marca a 1 cm desde la derecha representa “alta intensidad” (Gomez, I. *et al.*, 2014).

EVALUACIÓN SENSORIAL EN MUESTRAS DE CARNE

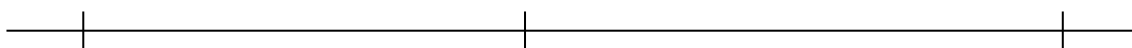
Nombre catador:

Fecha:.....Nº Sesión de cata:.....

	Cabina 1	Cabina 2
Muestras:		

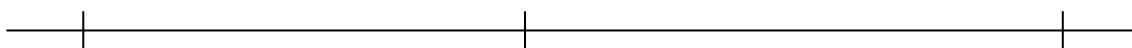
1. EVALUACIÓN DEL OLOR

LUZ ROJA (si no la tiene, pídasela al encargado)



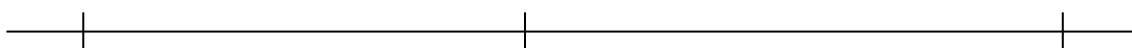
2. EVALUACIÓN DEL COLOR

LUZ BLANCA (si no la tiene, pídasela al encargado)



3. ACEPTABILIDAD

LUZ BLANCA (si no la tiene, pídasela al encargado)



Extremadamente
agradable

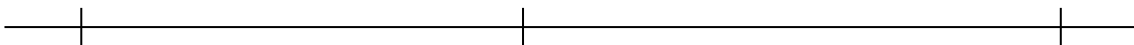
Extremadamente
desagradable

Sigue en la página siguiente →

	Cabina 3	Cabina 4	Cabina 5
Muestras:			

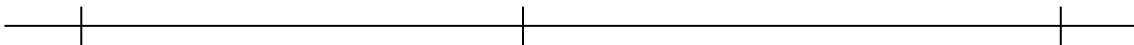
1. EVALUACIÓN DEL OLOR

LUZ ROJA (si no la tiene, pídasela al encargado)



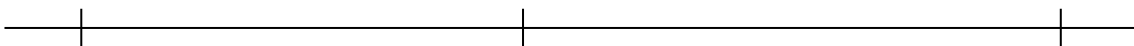
2. EVALUACIÓN DEL COLOR

LUZ BLANCA (si no la tiene, pídasela al encargado)



3. ACEPTABILIDAD

LUZ BLANCA (si no la tiene, pídasela al encargado)



Extremadamente
agradable

Extremadamente
desagradable

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!!