



Facultad de Veterinaria  
Universidad Zaragoza



# Trabajo Fin de Grado en Veterinaria

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LOS LÓBULOS PULMONARES Y EL PESO DE  
CORDEROS TIPO TERNASCO DE ARAGÓN

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LUNG LOBES AND WEIGHT OF LAMBS

Autora

ANE RIVAS MARTÍNEZ

Directores

JOSE MARÍA GONZÁLEZ SAINZ

MARÍA CLIMENT AROZ

Facultad de Veterinaria

2017

# Índice

|  |    |
|--|----|
| 1. RESUMEN: .....  | 3  |
| 1.1 Summary.....   | 4  |
| 2. INTRODUCCIÓN.....   | 5  |
| 2.1. Revisión bibliográfica: .....   | 6  |
| 2.1.1. Características anatómicas y fisiológicas de los pulmones en corderos   | 6  |
| 2.1.2. El complejo respiratorio ovino: una de las patologías más habituales<br>durante el cebo.....  | 9  |
| 2.1.3. Características productivas de los corderos tipo Ternasco de Aragón .   | 11 |
| 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....   | 13 |
| 4. METODOLOGÍA: .....  | 14 |
| 4.1. Diseño de un modelo de disección pulmonar por lóbulos .....   | 14 |
| 4.2. Evaluación del peso y volumen pulmonar y peso vivo y canal de los<br>animales.....  | 16 |
| 4.3. Análisis de la relación estadística entre el peso y el volumen que ocupan los<br>pulmones y el peso del animal tanto vivo como la de la canal ..... | 17 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 19 |
| 5.1. Resultados descriptivos .....   | 19 |
| 5.2. Efecto de diversos factores sobre la importancia relativa de cada lóbulo<br>pulmonar .....  | 22 |
| 6. CONCLUSIONES:.....  | 28 |
| 6.1. Conclusions:.....   | 29 |
| 7. VALORACIÓN PERSONAL:.....   | 30 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA: .....   | 31 |

## **ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LOS LÓBULOS PULMONARES Y EL PESO DE CORDEROS TIPO TERNASCO DE ARAGÓN**

### **1. RESUMEN:**

Mediante el presente trabajo se estudió la relación existente entre la importancia de cada lóbulo pulmonar y el peso vivo y canal de los corderos tipo Ternasco de Aragón. Para ello se estudiaron 60 animales de diferentes explotaciones durante las épocas de verano, otoño e invierno de los años 2016-2017. Los corderos fueron monitorizados desde el destete, con aproximadamente 45 días, hasta el sacrificio, seis semanas después, con un peso medio de  $23,44 \pm 0,669$  Kg.

Tras el sacrificio de los animales se procedió a la evaluación de los pulmones para descartar los que presentaban lesión o aspirado de sangre durante el sacrificio. Despues, se diseccionaron mediante una técnica propuesta para el presente trabajo, que tenía como referencia las bifurcaciones bronquiales y las escotaduras propias de cada lóbulo.

Posteriormente se pesó y se midió el volumen de cada lóbulo. También se desestimó, mediante un análisis estadístico, que estos valores estuvieran afectados por factores como época de sacrificio, peso al sacrificio y peso canal.

Para concluir, y teniendo como referencia el peso, se estableció el porcentaje de importancia que representaba el pulmón sobre el animal entero y su canal y por otro lado el porcentaje que ocupaba cada lóbulo en el pulmón entero. Los resultados mostraron que en el animal vivo representaba un  $1,358 \pm 0,0336\%$  y respecto al peso de la canal un  $3,042 \pm 0,0872\%$ . En cuanto a la importancia de cada lóbulo respecto a la totalidad del pulmón, los valores obtenidos fueron los siguientes: lóbulo craneal izquierdo  $11,36 \pm 0,173\%$ ; lóbulo caudal izquierdo  $30,53 \pm 0,281\%$ ; lóbulo craneal derecho  $14,05 \pm 0,275\%$ ; lóbulo medio  $6,67 \pm 0,157\%$ ; lóbulo caudal derecho  $33,41 \pm 0,206\%$  y lóbulo accesorio  $2,95 \pm 0,104\%$ .

## **ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN LUNG LOBES AND WEIGHT OF LAMBS**

### **1.1. SUMMARY:**

The aim of this work is the study of the relationship among the relevance of each pulmonary lobe, the body weight and the carcass weight of lambs. For this purpose, 60 lambs of different farms were studied during several seasons in 2016-2017. Lambs were monitored from weaning (45 days) to slaughter, 6 weeks later (average body weight of  $23,44 \pm 0,669$  Kg).

After slaughtering, the evaluation of the lungs took place in order to eliminate injured lungs or lungs with aspirated blood. Subsequently, a dissection technique was proposed for this study. In this technique was used as reference the bronchial bifurcations and the recesses of each lobe.

Consequently, the volume and weight of the lobes was measured. A statistic analysis was performed to relate weight and volume to several factors such as slaughtering season, body and carcass weight.

Finally, the relative weight of the lungs in relation to the body and carcass weight was established as well as the lobe weight related to the whole lung. The results of the percentage of the lung weight on the body weight were  $1.358 \pm 0.0336\%$  and  $3.042 \pm 0.0872\%$  on the carcass. Regarding what each lobe represents over the whole lung the results were: left cranial lobe  $11.36 \pm 0.173\%$ ; left caudal lobe  $30.53 \pm 0.281\%$ ; right cranial lobe  $14.05 \pm 0.275\%$ ; middle lobe  $6.67 \pm 0.157\%$ ; right caudal lobe  $33.41 \pm 0.206\%$  and accessory lobe  $2.95 \pm 0.104\%$ .

## **2. INTRODUCCIÓN**

El aparato respiratorio participa en el intercambio gaseoso, el control del pH sanguíneo, la filtración del aire inspirado, la pérdida de calor a través de la emisión de vapor y otras funciones necesarias para el correcto desarrollo y funcionamiento del organismo.

El intercambio gaseoso es posible gracias a la existencia de una estructura anatómica compleja que permite el constante contacto de los pulmones con el medio exterior. En cuanto a la estructura, el aparato respiratorio se puede dividir en vías altas, incluyendo fosas nasales, faringe y estructuras asociadas y en vías bajas, que incluyen laringe, tráquea, bronquios y pulmones (Akers & Denbow, 2014). Así mismo, el continuo contacto con miles de agentes infecciosos y partículas ambientales que se inhalan durante cada inspiración, hacen que el pulmón sea propenso a sufrir diversas patologías cuando existen condiciones que debilitan el sistema inmune propio del órgano.

En España, las condiciones climáticas dificultan la producción de pastos y por ello, el engorde de los corderos se realiza a menudo en cebaderos (Cavini et al., 2015) bajo confinamiento que puede debilitar el sistema inmune. Esto, unido a las condiciones climáticas propias de las zonas mediterráneas, provoca que el Complejo Respiratorio Ovino (CRO) sea una de las patologías más frecuentes en el cebo de corderos (Lacasta et al., 2008).

Por otra parte, estudios realizados en ovino, muestran que la patología respiratoria puede relacionarse con menores índices productivos asociados a una menor ganancia media diaria (GMD) en aquellos animales que mostraron lesiones pulmonares en matadero (Goodwin et al., 2004). Estos menores crecimientos fueron relacionados con una mayor demanda metabólica del tejido pulmonar para reparar los daños (Dijkhuizen and Morris, 1997) y a la prolongada estimulación del sistema inmune, que provoca un grado de estrés en el animal que a su vez impide el crecimiento normal del mismo (Kolb et al., 2000).

Considerando la importancia del CRO en el cebo de corderos, se hace imprescindible valorar los efectos de la extensión de las lesiones neumónicas sobre los indicadores productivos en esta especie. Sin embargo, son muy pocos los estudios que se hayan centrado en este tema más allá del anteriormente citado Goodwind et al. (2004).

En primer lugar, para poder crear un sistema de evaluación donde se pueda relacionar la extensión de la lesión con la pérdida de peso del animal debemos conocer el peso y el volumen que ocupan en un animal sano los distintos lóbulos pulmonares (Pinto, 2016).

Por todo ello, en este trabajo se pretende, en primer lugar, establecer la relación entre el peso y el volumen del pulmón con el peso del animal, en animales sanos. Ésto permitirá en un futuro poder cuantificar las pérdidas económicas indirectas que se crean en animales que sufren CRO, teniendo en cuenta la extensión de la zona de pulmón afectada.

## **2.1. Revisión bibliográfica:**

En esta sección vamos a realizar una pequeña revisión de los aspectos que hemos considerado fundamentales a la hora de plantear e interpretar los datos obtenidos en nuestro estudio. Estos temas serán desarrollados en subapartados y comprenderán: las características anatómicas y fisiológicas de los pulmones en corderos, el complejo respiratorio ovino (CRO) y las características productivas del Ternasco de Aragón.

### **2.1.1. Características anatómicas y fisiológicas de los pulmones en corderos**

En este apartado se describen las principales características anatómicas del aparato respiratorio ovino que deberemos tener en cuenta a la hora de diseñar un modelo de disección pulmonar por lóbulos. Se describirán también ciertos aspectos básicos de la fisiología.

Anatómicamente el sistema respiratorio puede dividirse en vías altas, incluyendo fosas nasales, faringe y estructuras asociadas, y en vías bajas, que incluyen laringe, tráquea, bronquios y pulmones. Las funciones desempeñadas por cada órgano también se pueden dividir en dos grandes grupos; por un lado, tendríamos los órganos encargados de conducir y filtrar el aire que va desde el exterior al interior de la cavidad torácica, que son, fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos; y por otro lado, el propio parénquima pulmonar formado por los alveolos, que se encarga del intercambio gaseoso con la sangre (Akers & Denbow, 2014).

El aire entra por los orificios nasales a la cavidad nasal. Ésta está formada por las fosas nasales que son cavidades interconectadas que permiten una primera filtración del aire inspirado. En los rumiantes, la cavidad nasal está bien desarrollada y es más grande que en otras especies.

La tráquea, que está conectada a la cavidad nasal y a la boca a través de la laringe, es un tubo cilíndrico que conduce el aire hacia el interior del parénquima pulmonar. Ésta sufre varias ramificaciones, denominadas bronquios, que permiten la ventilación de todos los lóbulos pulmonares. En la especie ovina el pulmón está formado por seis lóbulos; craneal izquierdo (LCrI,) caudal izquierdo (LCaI), craneal derecho (LCrD), medial (LM), caudal derecho (LCaD), y accesorio (LA). Los lóbulos LCrI y LCaI reciben el aire del bronquio principal izquierdo que a su

vez se divide ya una vez dentro del parénquima pulmonar, en bronquios y bronquiolos. Los lóbulos LMD, LCaD y LA, reciben el aire de una serie de ramificaciones semejantes a las del pulmón izquierdo a partir del bronquio principal derecho. En ovinos a diferencia de otras especies, la ventilación del LCrD se realiza por un bronquio traqueal, que emana de la propia tráquea, craneal a la bifurcación de los dos bronquios principales.

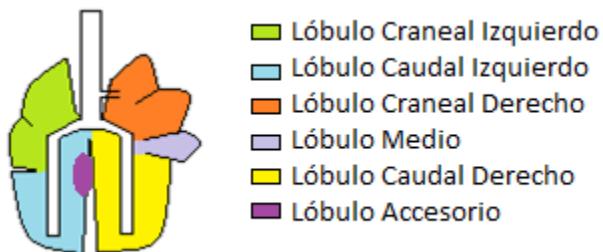


Figura 1. Disposición anatómica de los lóbulos pulmonares

El parénquima pulmonar, formado por los alveolos, es el lugar donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso a través de la membrana respiratoria, situada entre los pulmones y los capilares pulmonares. Este tejido está formado por diferentes células que participan en el intercambio gaseoso como las células alveolares de tipo I y II, así como de macrófagos alveolares, que constituyen el mecanismo de defensa pulmonar. La función de intercambio gaseoso requiere que el pulmón esté constantemente en contacto con el ambiente. Así, los pulmones están en contacto con miles de microorganismos, partículas que se inhalan con el aire y con patógenos oportunistas que son aspirados de las fosas nasales. Independientemente de este continuo desafío, el pulmón es capaz de mantener un balance normal de la microbiota que reside en los pulmones y controlar el número de bacterias patógenas en los alveolos, donde su proliferación puede provocar la inflamación del tejido y dificultar el intercambio gaseoso. Aún más, la gran irrigación que recibe el pulmón puede ocasionar que la contaminación del pulmón con bacterias provoque una bacteriemia. Es por ello que el pulmón tiene un complejo sistema de defensa ante los agentes infecciosos compuesto por: el mucus que recubre las vías aéreas atrapando partículas y microbios y que es expulsado al exterior por el sistema mucociliar; anticuerpos y las proteínas de defensa innata, que son capaces de matar los microbios directamente previniendo que colonicen la mucosa u opsonizándolas para que sean más fáciles de ingerir por los macrófagos; y por último, los macrófagos alveolares que son capaces de reconocer y neutralizar todas las partículas y patógenos que se les presentan (Caswell & Williams, 2015).

Cuando la infección no puede contenerse, se activa un mecanismo de inflamación para poder controlarla. En esta situación los macrófagos y el epitelio de las vías aéreas y los alveolos producen citokinas y otros mediadores que reclutan neutrófilos y monocitos. Sin embargo, esta respuesta puede presentar un potencial dañino para el tejido pulmonar, ya que los exudados inflamatorios perjudican el intercambio de gases, las enzimas leucocitarias y los radicales de oxígeno causan daño al tejido pulmonar, y los procesos de reparación pueden resultar en fibrosis de septos alveolares que disminuyen permanentemente la capacidad pulmonar y engrosan la barrera de intercambio gaseoso (Caswell & Williams, 2015).

La entrada de aire en los pulmones se realiza a través de un mecanismo activo denominado inspiración; en cambio la espiración, o la salida del aire que ha participado en el intercambio gaseoso con la sangre, se realiza mediante un mecanismo pasivo. Durante este proceso, al volumen de aire que se mueve desde el exterior al interior de los pulmones se le denomina Volumen Tidal (TV). Solo el 70% de ese TV alcanza los pulmones y es capaz de realizar el intercambio gaseoso con la sangre. El resto del volumen de aire inspirado queda inmóvil en espacio anatómico muerto formado por las vías altas, tráquea, bronquios y zonas del parénquima incapaces de realizar el intercambio gaseoso, como las zonas lesionadas. Esto influye de manera indirecta sobre la frecuencia respiratoria, ya que depende del volumen de aire que es capaz de intercambiar gases con la sangre (Reece et al., 2015).

Es necesario mencionar también que, en ovino, a diferencia de otras especies, el sistema respiratorio juega un importante papel en los mecanismos de regulación de temperatura. El intercambio de calor entre los animales y el ambiente se realiza de dos formas: una es el “calor sensible”, que es emitido por los animales por conducción y convención, la otra forma es la del “calor latente” que se realiza a través de la sudoración y la respiración. Esta última, es más importante en la especie ovina, ya que la presencia de la lana dificulta la perdida de calor latente y a temperaturas superiores a 32°C representa más del 75% de las pérdidas totales de calor (Rodríguez et al., 2015). En situaciones problemáticas de altas temperaturas y elevada humedad relativa (HR), propias de los días de verano en cebaderos españoles, el estrés producido por el calor se traduce en un aumento de la frecuencia respiratoria (jadeo) para intentar reducir la temperatura corporal. El jadeo, o constante entrada y salida de aire, puede favorecer una reducción de macrófagos alveolares, una mayor entrada de agentes infecciosos y un estrés general del animal (Caulfield et al., 2014) que puede traducirse en la aparición de enfermedades respiratorias o de otro tipo.

Este breve repaso de las características anatómicas y fisiológicas más importantes del aparato respiratorio ovino, da a entender la importancia de conocer las particularidades de cada especie, fundamentales para entender la etiopatología de cada enfermedad y sus lesiones.

### **2.1.2. El complejo respiratorio ovino: una de las patologías más habituales durante el cebo**

El complejo respiratorio ovino (CRO) está marcado por su carácter multifactorial, con implicación de factores medioambientales y de manejo, que deben ser tenidos en cuenta para entender el desarrollo, las manifestaciones clínicas y las consecuencias productivas del mismo (González, 2015).

Agentes bacterianos, víricos y parasitarios han sido asociados al CRO. Las bacterias *Mannheimia haemolytica* (MH), *Pasteurella multocida* (PM), *Bibersteinia trehalosi* (BT) y *Mycoplasma ovipneumoniae* (MO) forman parte de la microbiota del aparato respiratorio ovino en animales sanos, pero también son las causantes de la enfermedad (Brogden et al., 1998; Zecchinon et al., 2005; Glendining et al., 2016). En un estudio realizado observaron que los corderos nacían libres de ellas, pero, en pocas horas, las tonsilas eran colonizadas por MH que podían provenir de la madre. Además, a partir de las tres semanas de edad, MH fue reemplazada paulatinamente por BT, asociándole un gran porcentaje de los aislamientos obtenidos de tonsilas a partir de los 2-3 meses de edad (Al Sultan y Aitken, 1985). Esta característica comensal de las bacterias refleja la dificultad a la hora de controlar el CRO en corderos, ya que, bajo circunstancias que favorezcan la proliferación de estas bacterias puede originar enfermedad.

Los factores que aumentan el riesgo de presentación de la patología, pueden dividirse en tres grandes grupos: propios del animal, (como edad, sexo y otros); factores estresantes y factores ambientales. El estrés, el cual en principio no es nocivo para el organismo, si es muy intenso o se prolonga durante demasiado tiempo puede tener repercusiones negativas en las funciones fisiológicas del animal (Moberg, 2000), está presente en muchas de las situaciones que se producen durante la producción de corderos. Las situaciones que presentan estrés elevado a nivel de granja son: el destete, los cambios de alimentación y el manejo. Y en el caso de los cebaderos, se suman además de éstos el transporte y la mezcla de orígenes (Lacasta et al., 2012; González, 2015). En un estudio realizado en Italia, se observó que la respuesta a un estrés agudo que provoca subida de cortisol, desencadena cambios en el perfil inmunológico de los ovinos (Caroprese et al., 2010), lo que podría llevar a un incremento en la susceptibilidad de padecer CRO.

Por otra parte, los factores ambientales ligados a la explotación y los factores climáticos, suponen un riesgo para el estado sanitario del animal cuando no se cumplen las condiciones adecuadas (Rodríguez et al, 2015). Esto se traduce en que bajo condiciones donde existe una temperatura alta y un ambiente cargado de humedad y partículas dañinas para el organismo, la aparición de la patología respiratoria se ve favorecida. En un estudio realizado en España, se observó que la ventilación y la orientación de los alojamientos fueron factores determinantes en el desarrollo de problemas respiratorios, siendo éstos más frecuentes en aquellas explotaciones donde no eran correctas (Lacasta, 2008). Por ello, es imprescindible mantener dentro de las explotaciones condiciones ambientales libres de gases contaminantes mediante la renovación de aire sin crear corrientes (en invierno particularmente) y manteniendo una buena temperatura y humedad relativa (Rodríguez et al, 2015).

Las interacciones entre agentes etiológicos, factores ambientales y factores propios de la producción hacen que el CRO, aparte de ser la patología de mayor incidencia, tenga un conjunto de presentaciones clínicas que van desde las muertes repentina sin sintomatología, a la existencia de lesiones pulmonares en animales que alcanzan el sacrificio (González, 2015). La presentación de la forma crónica, que engloba tanto a los animales que llegan al sacrificio con lesiones a nivel pulmonar sin sintomatología como a los enfermos crónicos, suele tener un patrón neumónico de consolidación del parénquima y adherencias pleurales (Moreno, 1994; Jones y Gilmour, 2000). Las formas agudas se manifiestan con signos clínicos clásicos como fiebre, debilidad, golpe de ijar y anorexia (Bell, 2008) y suelen mostrar un cuadro lesional macroscópicamente caracterizado por la presencia de congestión y hemorragias en la cavidad torácica y lesiones pulmonares consolidadas en lóbulos apicales y medio. Tanto las lesiones consolidadas de la forma crónica, como la de las agudas, suelen afectar con mayor frecuencia a las regiones craneoventrales de los pulmones (Haziroglu et al., 1996; Oruc, 2007; Sheehan et al., 2007), ya que son los lóbulos más próximos anatómicamente a la entrada de los agentes causales y porque los bronquiolos terminales reciben una menor protección por la depuración mucociliar (Caswell & Williams, 2015). También existe una forma sobreaguda o septicémica que provoca la muerte súbita del animal sin lesiones consolidadas en el parénquima pulmonar.

La influencia de las lesiones pulmonares sobre los índices productivos está documentada en vacuno (Van Der Fels-Klerxi et al., 2002), porcino (Nieke van Staaveren et al., 2016) y ovino (González et al., 2001; Goodwin et al., 2004), y se definen como repercusiones económicas indirectas, ya que provocan descenso de crecimientos, aumento del índice de conversión de alimentos y aumento del periodo de cebo. Los animales que presentan las formas agudas o crónicas, donde existe una lesión neumónica consolidada, requieren una demanda metabólica

mayor para poder reparar el tejido pulmonar dañado, lo que se traduce en un menor aumento de peso de los corderos (Dijkhuizen and Morris, 1997). Además, la estimulación prolongada del sistema inmune causa una respuesta de tipo estrés, haciendo que el crecimiento adecuado del animal se vea afectado (Kolb et al., 2000).

A diferencia de los costes provocados por las bajas, los costes indirectos ocasionados por la enfermedad son más difíciles de cuantificar. Además, cuando existe una lesión pulmonar consolidada, la inflamación y la acumulación de exudado, provoca un aumento del peso del pulmón en la zona afectada (López, 2007). Por ello, para llevar a cabo estudios donde se relacione la lesión pulmonar consolidada con los índices productivos se hace imprescindible determinar primero la importancia de cada lóbulo en animales sanos.

### **2.1.3. Características productivas de los corderos tipo Ternasco de Aragón**

Por último, antes de empezar con la descripción de la metodología y materiales utilizados durante el estudio, se describirán los rasgos más importantes de la producción de Ternasco de Aragón.

La carne de corderos producidos, sacrificados y faenados dentro de la comunidad autónoma de Aragón, tienen Indicación Geográfica Protegida (IGP) Ternasco de Aragón. Esta carne procede exclusivamente de las razas “Rasa Aragonesa”, “Ojinegra de Teruel” y “Roya Bilbilitana” de ganaderías inscritas dentro de la IGP. Este tipo de carne de cordero está muy ligada a las características agroclimáticas del territorio y reúne una serie de características peculiares en cuanto al peso y edad de sacrificio.

La raza “Rasa Aragonesa” de donde se obtiene la mayoría de la carne comercializada bajo la denominación de Ternasco de Aragón, se distribuye ampliamente por las tres provincias aragonesas. Presenta un peso al nacimiento de unos 4,5 Kg en parto simple y de 4,0 Kg en parto doble. La ganancia media diaria (GMD) es de aproximadamente 200 gramos por día durante el primer mes de vida, durante la lactación, lo que supone alrededor de 9,5 Kg de peso al mes de vida. De 30 a 90 días la ganancia diaria oscila de unos 230 g para las hembras a 250 g para los machos.

Este tipo de corderos es producido en sistemas que normalmente se basan en el pastoreo conducido durante la fase no productiva de las ovejas, por pastos de secano o regadío. El calendario reproductivo suele variar entre explotaciones, pero por lo general se realizan cuatro o cinco épocas de cubriciones y partos al año. La duración media de las cubriciones suele ser de 40-45 días y en las que se realizan durante el anoestro estacional (febrero-junio) se

suelen emplear tratamientos hormonales. Los animales permanecen en régimen de pastoreo hasta el final de gestación y alrededor de 15 días antes de la fecha prevista de inicio de los partos, son estabuladas, lo que permite suplementar a las ovejas gestantes. Tras el parto, los corderos se mantienen con sus madres agrupados en lotes durante toda la lactación. El destete se produce de media a los 45-50 días post parto.

Tras el destete, los corderos entran en un periodo de engorde que se puede realizar en la propia explotación o en otras distantes geográficamente, dedicadas exclusivamente a este periodo de engorde, denominadas cebaderos. Durante este periodo de cebo, los animales permanecen estabulados, engordando a base de piensos comerciales y paja como aporte de forraje. Los cebaderos son grandes explotaciones donde los corderos permanecen un tiempo variable entre uno y tres meses dependiendo del peso de entrada y del peso de sacrificio deseado. En algunas ocasiones también actúan como centros homogeneizadores de oferta, donde los animales permanecen tiempos mucho más cortos, generalmente menores al mes. En este tipo de explotaciones se mezclan animales de diferente origen, edad y estatus sanitario.

Tras este periodo de engorde, los corderos son sacrificados en mataderos autorizados, dentro de la provincia de Aragón, con una edad de aproximadamente tres meses y un peso vivo de 23,0-25,0 Kg. Presentan un rendimiento al sacrificio próximo al 48%, constituyendo así la canal de Ternasco con 10,0-12,0 Kg de peso. Se ofrecen así unos corderos perfectamente finalizados en cuanto a la composición tisular de la canal, alcanzando unas cifras del 25% de grasa en el promedio de machos y hembras para un peso de canal de 10,7 Kg.

### **3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS**

Como ya se ha comentado, el CRO es una de las patologías más frecuentes en el cebo de corderos. Además, el CRO causa pérdidas económicas indirectas, como retrasos en crecimiento, disminución de la ganancia media diaria, peores índices de conversión, decomisos en matadero, etc. Estas pérdidas están relacionadas con la extensión de las lesiones pulmonares. Sin embargo, hay muy pocos estudios que se hayan centrado en este tema y hayan relacionado la extensión de la lesión con menores índices productivos.

Por otro lado, para poder cuantificar estas pérdidas económicas indirectas, en primer lugar, es preciso conocer de antemano el peso y volumen que ocupa el pulmón en animales sanos, y su relación con las características productivas de los corderos, ya que en animales que presentan lesiones consolidadas estos valores están aumentados.

Por todo ello, con el presente trabajo se pretende, como primer objetivo, establecer la relación entre el peso y el volumen del pulmón con el peso del animal, en animales sanos. Para ello, este objetivo se ha dividido en tres partes:

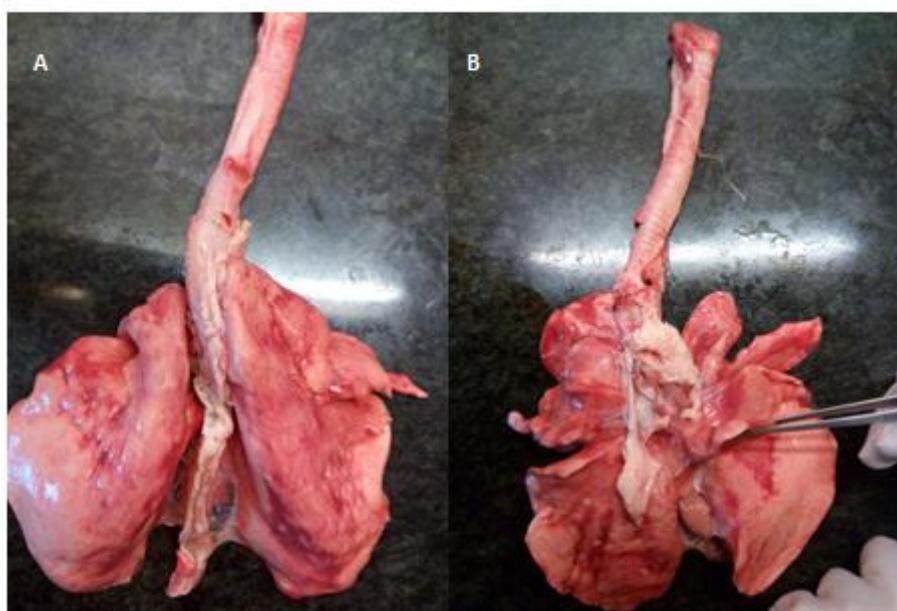
- i. Diseño de un modelo de disección pulmonar por lóbulos
- ii. Evaluación del peso y volumen pulmonar y peso vivo y canal de los animales
- iii. Análisis de la existencia de una relación estadística entre el peso y el volumen

#### **4. METODOLOGÍA:**

##### **4.1. Diseño de un modelo de disección pulmonar por lóbulos**

Dado que no existía un modelo de disección establecido para la especie y teniendo en cuenta que normalmente la disección de los pulmones se hace a través de las ramificaciones de los bronquios para dividir el pulmón en lóbulos, se decidió crear un modelo nuevo que se ajustara mejor a nuestro estudio. Este modelo se basó en una división del pulmón en lóbulos teniendo en cuenta la forma del parénquima y las divisiones que se crean con la pleura. La técnica utilizada se describe a continuación:

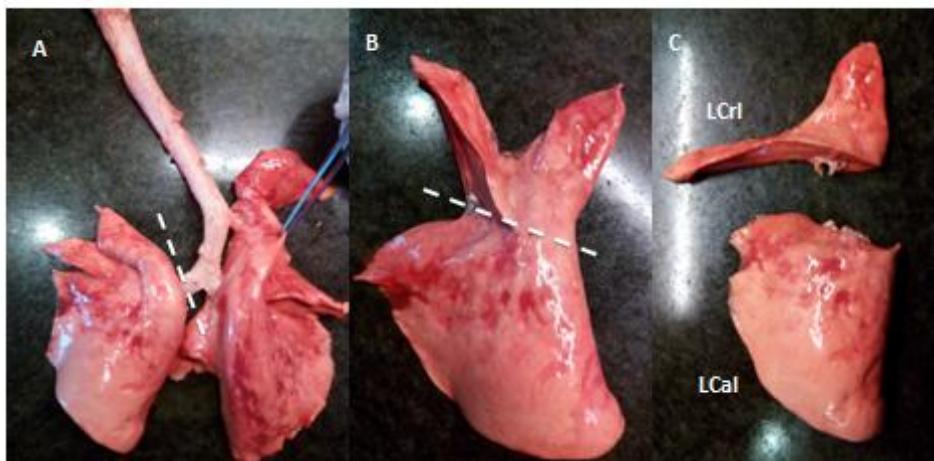
En primer lugar, se separó pleura desde la zona caudal del pulmón respetando el parénquima, con la ayuda de pinzas y tijera romana, eliminando el esófago y otras estructuras adyacentes que quedaron tras el faenado en el matadero. Utilizando la misma técnica, se liberó el parénquima pulmonar de la pleura, grasa y corazón situados en zona cráneo-ventral (Figura 2.).



**Figura 2. A: Vista dorsal del pulmón ovino después de retirar las estructuras adyacentes. B: Vista ventral del pulmón ovino tras retirar corazón y estructuras adyacentes.**

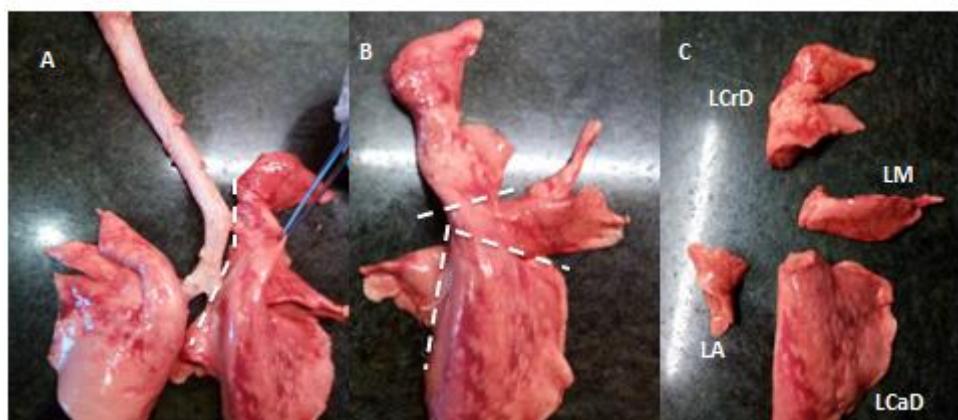
Después de limpiar todo el parénquima, se dió comienzo a la disección del pulmón izquierdo. Tomando como referencia el primer anillo desde su entrada en el parénquima, del bronquio principal izquierdo se seccionó el bronquio separando el pulmón izquierdo de la tráquea. Posteriormente, se diseccionó parte del parénquima pulmonar que rodea el bronquio principal hasta observar la bifurcación bronquial, que divide el pulmón izquierdo en lóbulo craneal y caudal (Figura 3). Teniendo como referencia la bifurcación de los bronquios y la escotadura

anatómica que separa ambos lóbulos, se trazó una línea, que después se seccionó mediante la ayuda del bisturí, para su separación.



**Figura 3.** Disección del pulmón izquierdo. A: Línea de corte de del bronquio principal izquierdo. B: Escotadura anatómica que divide el lóbulo craneal del caudal. C: Lóbulo craneal y caudal tras disección.

La misma técnica fue utilizada para separar el pulmón derecho de la tráquea (Figura 4), aunque en esta ocasión, tuvimos en cuenta que también debíamos cortar el bronquio traqueal existente en la especie ovina, que es el bronquio que insufla aire en el lóbulo craneal del pulmón derecho. También tomamos en consideración el lóbulo accesorio, el cual emana de una de las bifurcaciones del bronquio principal derecho y queda en la parte ventral del pulmón. Tras分离 el pulmón derecho, utilizando como guías las bifurcaciones bronquiales y las escotaduras anatómicas, se separaron en primer lugar, el lóbulo craneal, en segundo lugar, el lóbulo accesorio, y por último el lóbulo medio.



**Figura 4.** Disección del pulmón derecho. A: Línea de corte del bronquio traqueal y bronquio principal derecho. B: Escotaduras anatómicas que dividen lóbulo craneal, medial, caudal y accesorio. C: Lóbulos tras disección.

Con este método se logró separar los seis lóbulos, siendo más fácil manejarlos durante la evaluación del peso y volumen.

#### **4.2. Evaluación del peso y volumen pulmonar y peso vivo y canal de los animales**

Para llevar a cabo este segundo objetivo, se utilizaron 60 animales procedentes de dos explotaciones diferentes situadas en la provincia de Aragón. El estudio se realizó evaluando 20 animales por fase, durante tres estaciones del año: verano, otoño e invierno. Los animales de la primera de las explotaciones fueron utilizados durante los períodos de verano e invierno, por la disponibilidad de corderos. La explotación está situada en el municipio de Leciñena, en la provincia de Zaragoza. La segunda, que fue utilizada durante la evaluación de otoño, se ubica en la localidad de El Temple, perteneciente al municipio de Gurrea de Gállego, en la provincia de Huesca.

Los animales empleados en este estudio pertenecían a otro realizado por el departamento de Patología Animal de la Universidad de Zaragoza, con el título “Valoración funcional del sistema inmunitario del cordero de cebo. Influencia del estrés y de las infecciones más comunes”, donde se evaluaban los niveles de estrés para diferentes grupos de animales. En cada periodo de evaluación se escogieron 20 animales, todos ellos machos, con una edad aproximada de 45 días en el momento de entrada al estudio. La elección se hizo el mismo día que el ganadero realizaba el destete de los corderos. Tras una exploración clínica, identificación mediante crotal auricular y pesado de los animales, el grupo fue dividido en dos. Diez de los animales terminaron el ciclo productivo en la granja de origen, y los otros diez fueron enviados a un cebadero situado en el municipio de Nuez de Ebro, en la provincia de Zaragoza, para terminar allí el engorde.

| Nº de Crotal | Explotación de Origen | Explotación de finalizado | Periodo de evaluación |
|--------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| 10-19        | Leciñena              | Leciñena                  | Verano                |
| 30-39        | Leciñena              | Nuez de Ebro              | Verano                |
| 10-19        | El Temple             | El Temple                 | Otoño                 |
| 30-39        | El Temple             | Nuez de Ebro              | Otoño                 |
| 30-39        | Leciñena              | Leciñena                  | Invierno              |
| 40-49        | Leciñena              | Nuez de Ebro              | Invierno              |

**Tabla1. Relación entre explotación de origen, de finalizado y época de estudio.**

Después de la primera pesada, el día cero, a los animales se les realizó un examen clínico y una pesada semanalmente durante el periodo que duró el cebo. A fecha fija, tras seis semanas de cebo, independientemente del peso vivo que alcanzasen, los animales fueron llevados a sacrificio en el matadero de Mercazaragoza, en la ciudad de Zaragoza.

En el matadero se recolectaron todas las vísceras en la sala de faenado, correctamente identificadas y separando las vísceras de cavidad abdominal por una parte y las de cavidad torácica por otra. También se anotaron todos los pesos obtenidos de la canal. Inmediatamente después, las vísceras fueron transportadas a la sala de necropsias del departamento de Anatomía Patológica de la Universidad de Zaragoza para ser procesadas.

Se decidió no utilizar aquellos pulmones que mostraron signos de lesiones neumónicas ni los que presentaron signos de aspiración de sangre durante el sacrificio, ya que podrían alterar los resultados del estudio. Se utilizó una revisión macroscópica para poder elegir los pulmones sanos. Tras la elección, todos los pulmones fueron diseccionados con la técnica explicada en el punto anterior.

Una vez diseccionados, en primer lugar, se procedió al pesado de todos los lóbulos por separado en una báscula de precisión (gramos con dos decimales). Tras anotar los valores obtenidos, se procedió a la medición del volumen mediante la inmersión de los lóbulos en una probeta de dos litros, con la ayuda de una pinza quirúrgica. Los resultados obtenidos en ambas mediciones fueron anotados en una plantilla previamente diseñada.

#### **4.3. Análisis de la relación estadística entre el peso y el volumen que ocupan los pulmones y el peso del animal tanto vivo como la de la canal**

Todos los datos fueron incluidos en una base de datos para su posterior estudio estadístico. En este estudio se empleó el paquete estadístico SPSS V22.0 (IBM, Illinois, USA). Los datos presentados son los correspondientes a estudios de estadística descriptiva que difirió de acuerdo al tipo de variable, cuantitativas, basada en medias y sus medidas de desviación. Las variables cualitativas fueron estudiadas mediante frecuencias. Además, los estudios de las relaciones entre las variables resultantes de la medición del volumen o del peso del pulmón fueron analizadas para buscar diferencias de acuerdo a distintos factores a través de pruebas de T de Student (cuando el factor a analizar sólo contaba con dos niveles por ejemplo tipo de parto: simple ó doble) o test de ANOVA (cuando el factor presentó más de dos niveles (por ejemplo, épocas del año: verano, otoño e invierno). En ambos casos se aplicó el valor  $p<0,050$  como valor necesario para alcanzar significación. En el caso del test de ANOVA se realizaron

pruebas de Bonferroni y Tukeys'b para el análisis de diferencias en los casos en los que se alcanzó significación. Igualmente, la asociación entre variables de tipo cuantitativo fueron evaluadas mediante correlaciones utilizando igualmente el valor de  $p<0,050$  como estadísticamente significativo.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Resultados descriptivos

Desde un principio se decidió no utilizar pulmones que presentasen signos de lesión o de aspirado de sangre durante el sacrificio, ya que podían alterar las mediciones de peso y volumen. Esto significó que, de los 60 animales que se disponían en un principio para el estudio, solo se pudiesen utilizar 28. Como se ha mencionado anteriormente, el estudio fue realizado en las épocas de verano, otoño e invierno y los pulmones utilizados en cada evaluación fueron 5, 11 y 12, respectivamente.

| Total                       |    |
|-----------------------------|----|
| Presentó lesión             | 17 |
| Bandas atelectásicas        | 7  |
| Lesión pulmonar consolidada | 10 |
| Presento aspirado de sangre | 16 |
| Utilizados en el estudio    | 28 |

| Verano                      |    |
|-----------------------------|----|
| Presentó lesión             | 5  |
| Bandas atelectásicas        | 2  |
| Lesión pulmonar consolidada | 3  |
| Presento aspirado de sangre | 10 |
| Utilizados en el estudio    | 5  |

| Otoño                       |    |
|-----------------------------|----|
| Presentó lesión             | 3  |
| Bandas atelectásicas        | 1  |
| Lesión pulmonar consolidada | 2  |
| Presento aspirado de sangre | 6  |
| Utilizados en el estudio    | 11 |

| Invierno                    |    |
|-----------------------------|----|
| Presentó lesión             | 9  |
| Bandas atelectásicas        | 4  |
| Lesión pulmonar consolidada | 5  |
| Presento aspirado de sangre | 0  |
| Utilizados en el estudio    | 12 |

**Gráfica 1. Clasificación del estado de los pulmones según época del año.**

Como el crecimiento de los animales fue monitorizado durante toda la etapa de cebo, los datos recogidos nos permiten describir algunos índices productivos de los corderos utilizados.

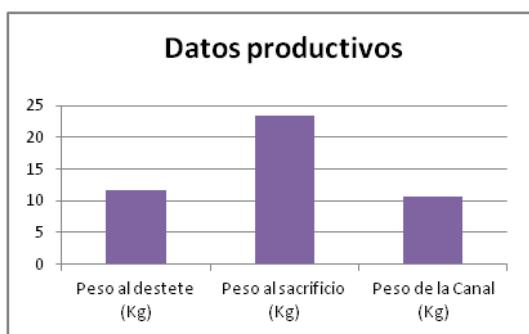
El peso al destete fue de  $11,73 \pm 0,410$  Kg, siendo el peso máximo recogido de 15,60 Kg y 8,20 Kg el mínimo. La edad de destete se pudo calcular en 17 animales pertenecientes a las épocas de evaluación de verano e invierno, ya que el ganadero llevaba un control exhaustivo de la parición y anotaba la fecha de nacimiento de todos los animales. La edad en días para estos fue de  $47,35 \pm 0,866$ .

Tras las seis semanas de cebo, los animales fueron pesados el día previo al sacrificio, y se obtuvo un peso medio de  $23,44 \pm 0,669$  Kg. El peso de la canal en caliente fue de  $10,54 \pm 0,365$  Kg, siendo el rendimiento de la canal de  $44,82\% \pm 0,004\%$ .

Teniendo en cuenta las pesadas semanales realizadas y las fechas se calculó la GMD, que fue de  $0,280 \pm 0,0121$  Kg/d.

Para los animales de verano y otoño la edad al sacrificio calculada fue de  $91,05 \pm 0,945$  días.

Los valores obtenidos, fueron similares a los establecidos por el consejo regulador del “Ternasco de Aragón”, para peso al destete, peso al sacrificio, peso de la canal y edad de sacrificio. En cambio, el rendimiento canal fue ligeramente inferior. Esto puede deberse a que los animales utilizados fueran todos machos, que para una misma edad de sacrificio que las hembras, suelen tener menor rendimiento canal porque no están tan engrasados. Por otro lado, la GMD obtenida en nuestro estudio fue superior, consiguiendo una ganancia de 50 gramos/día más. Además, los valores de GMD fueron similares a los obtenidos por los corderos sanos de un estudio realizado por González et al., (2001). Estudiando la influencia de la presencia de lesiones de neumonía catarral crónica sobre los índices productivos lograron ganancias de de 0,323 Kg/d en el grupo control de animales sano.



**Gráfica 2. Media de los datos productivos en Kg.**

Los pesos del pulmón en gramos obtenidos fueron los siguientes (Tabla 2): Pulmón completo  $316,32 \pm 9,628$  gramos, pulmón izquierdo  $135,95 \pm 4,441$ , pulmón derecho  $180,37 \pm 5,256$ , lóbulo craneal izquierdo  $35,85 \pm 1,055$ , lóbulo caudal izquierdo  $100,11 \pm 3,602$ , lóbulo craneal derecho  $44,12 \pm 1,291$ , lóbulo medio  $20,86 \pm 0,534$ , lóbulo caudal derecho  $105,96 \pm 3,542$  y lóbulo accesorio  $9,42 \pm 0,484$ .

| Pulmón completo    | Pulmón Izdo.       | Pulmón Dcho.       | Lóbulo Craneal Izdo. | Lóbulo Caudal Izdo. | Lóbulo Craneal Dcho. | Lóbulo Medio      | Lóbulo Caudal Dcho. | Lóbulo Accesorio |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|---------------------|------------------|
| $316,32 \pm 9,628$ | $135,95 \pm 4,441$ | $180,37 \pm 5,256$ | $35,85 \pm 1,055$    | $100,11 \pm 3,602$  | $44,12 \pm 1,291$    | $20,86 \pm 0,534$ | $105,96 \pm 3,542$  | $9,42 \pm 0,484$ |

**Tabla 2. Peso medio en gramos del pulmón y los lóbulos pulmonares.**

Y, por otro lado, los volúmenes del pulmón en mililitros obtenidos fueron (Tabla 3): pulmón completo  $566,17 \pm 21,326$ , pulmón izquierdo  $249,39 \pm 10,449$ , pulmón derecho  $316,78 \pm 11,748$ , lóbulo craneal izquierdo  $65,89 \pm 3,519$ , lóbulo caudal izquierdo  $183,50 \pm 8,615$ , lóbulo craneal derecho  $76,02 \pm 2,946$ , lóbulo medio  $35,64 \pm 1,696$ , lóbulo caudal derecho  $190,17 \pm 7,840$  y lóbulo accesorio  $14,92 \pm 1,137$ .

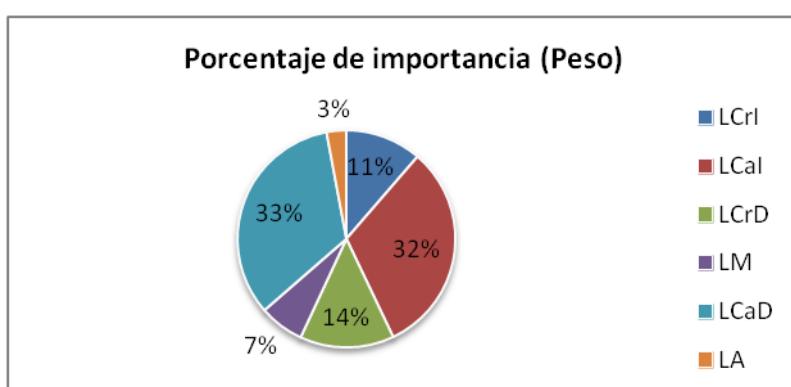
| Pulmón completo | Pulmón Izdo.    | Pulmón Dcho.    | Lóbulo Craneal Izdo. | Lóbulo Caudal Izdo. | Lóbulo Craneal Dcho. | Lóbulo Medio  | Lóbulo Caudal Dcho. | Lóbulo Accesorio |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------|---------------------|------------------|
| 566,17 ± 21,326 | 249,39 ± 10,449 | 316,78 ± 11,748 | 65,89 ± 3,519        | 183,50 ± 8,615      | 76,02 ± 2,946        | 35,64 ± 1,696 | 190,17 ± 7,840      | 14,92 ± 1,137    |

Tabla 3. Volumen medio en mililitros del pulmón y los lóbulos pulmonares.

Después, utilizando el peso del pulmón completo, se estableció el porcentaje que representaba sobre el peso del animal vivo y sobre el peso de la canal. Se observó que en el animal vivo representaba un  $1,358 \pm 0,0336\%$  y respecto al peso de la canal, en cambio, era de un  $3,042 \pm 0,0872\%$ .

Posteriormente, a cada lóbulo se le asignó un valor que se obtuvo en base al peso de cada uno de ellos respecto al del pulmón entero. Este valor representa el porcentaje de importancia que tiene cada lóbulo sobre el peso total del pulmón.

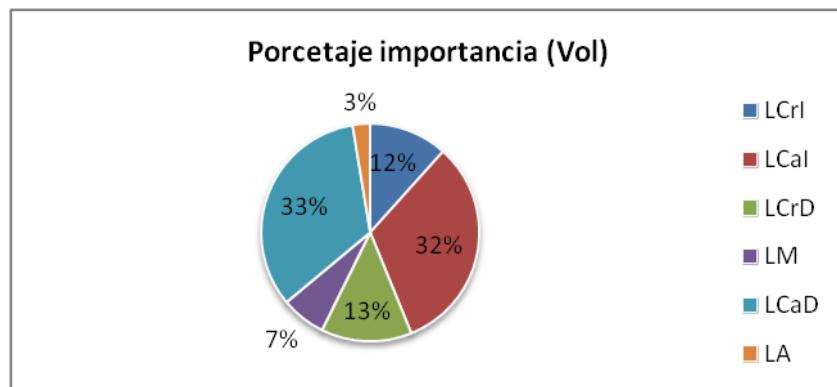
El porcentaje (%) de importancia asignado para cada lóbulo fue el siguiente (Gráfica 3): lóbulo craneal izquierdo  $11,36 \pm 0,173\%$ ; lóbulo caudal izquierdo  $30,53 \pm 0,281\%$ ; lóbulo craneal derecho  $14,05 \pm 0,275\%$ ; lóbulo medio  $6,67 \pm 0,157\%$ ; lóbulo caudal derecho  $33,41 \pm 0,206\%$  y lóbulo accesorio  $2,95 \pm 0,104\%$ . En conjunto el pulmón izquierdo representaba  $42,90 \pm 0,2019\%$  y el pulmón derecho  $57,09 \pm 0,2019\%$ .



Gráfica 3. Porcentaje de importancia de cada lóbulo pulmonar según el peso que ocupan sobre el total del pulmón.

Los valores obtenidos se pueden comparar con los obtenidos en el trabajo de Pinto (2016). En este estudio se obtuvieron los siguientes valores de importancia (%) para cada lóbulo; LCrl 13%, LCal 27%, LCrD 11%, LM 10%, LCaD 35% y LA 4%. Aunque algunos valores difieren entre 3-4 puntos cuando hablamos de la importancia asignada a cada lóbulo, si comparamos el porcentaje asignado a cada pulmón, los valores son casi iguales. Pulmón izquierdo 40% y pulmón derecho 60%. Esta variación en los resultados obtenidos puede deberse a la diferente técnica de disección y al número de muestra utilizado (3 vs 28).

También se valoró la importancia de cada lóbulo respecto al total del pulmón, pero utilizando las medidas de volumen en vez de peso. El porcentaje (%) de importancia asignado para cada lóbulo en este caso fue el siguiente: lóbulo craneal izquierdo  $11,72 \pm 0,448\%$ ; lóbulo caudal izquierdo  $32,21 \pm 0,604\%$ ; lóbulo craneal derecho  $13,56 \pm 0,328\%$ ; lóbulo medio  $6,36 \pm 0,260\%$ ; lóbulo caudal derecho  $33,49 \pm 0,521\%$  y lóbulo accesorio  $2,63 \pm 0,152\%$ . En conjunto, el pulmón izquierdo representaba  $43,95 \pm 0,524\%$  y el pulmón derecho  $56,06 \pm 0,524\%$ .



**Gráfica 4. Porcentaje de importancia de cada lóbulo pulmonar según el volumen que ocupan sobre el total del pulmón.**

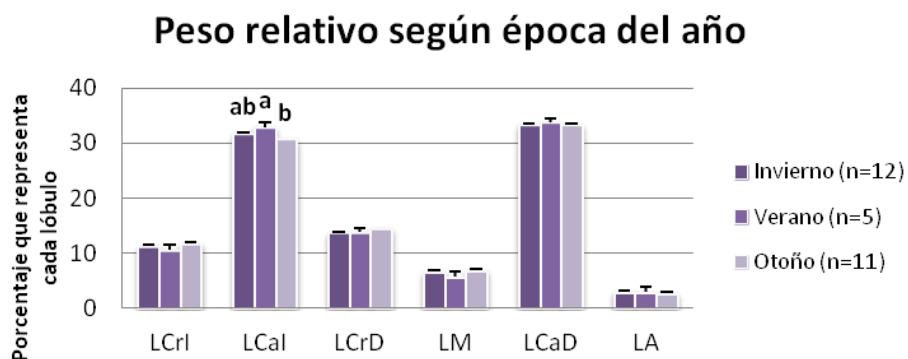
Como se puede observar, los valores son casi idénticos a los obtenidos con el peso como referencia. Esto significa que ambas referencias son similares en la evaluación de la importancia de cada lóbulo sobre el pulmón entero.

## **5.2. Efecto de diversos factores sobre la importancia relativa de cada lóbulo pulmonar**

Tras este primer apartado de resultados donde se han expuesto los datos recogidos durante el muestreo, en este segundo apartado, se analizará si existe algún factor que pueda influir sobre la importancia de cada lóbulo. Esto se expresó a través de peso o volumen relativo, que se refiere al porcentaje (%) que ocupa un lóbulo sobre el total del pulmón. Por otro lado, los factores o variables con las que se trabajó fueron época del año, peso al sacrificio, peso canal y edad del sacrificio. Para conocer si existió influencia sobre el peso o volumen relativo se aplicó el Test de ANOVA. Cuando este Test no es estadísticamente significativo ( $p>0,050$ ) la hipótesis inicial de la existencia de diferencias entre los distintos niveles del factor estudiados es rechazada y por lo tanto se puede probar que los factores no influyen sobre el peso o volumen relativo.

En primer lugar, se analizaron todas las variables para peso relativo. Al examinar los datos según la época del año, se observó que la importancia de cada lóbulo de acuerdo al peso no

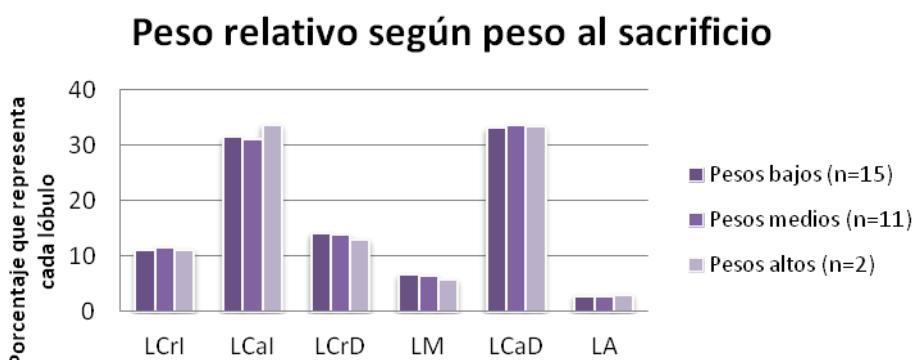
estuvo influenciada por la época del año, excepto en el lóbulo caudal izquierdo ( $p=0,010$ ) (Gráfica 5).



Gráfica 5. Peso relativo según época del año. Letras diferentes en la misma categoría significan diferencias significativas ( $p<0,050$ ).

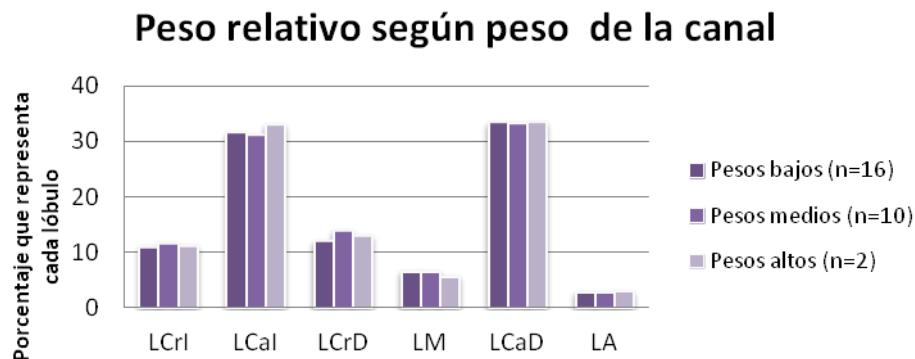
El lóbulo caudal izquierdo presentó una diferencia significativa del  $p=0,010$  siendo 2,245% más pequeño en verano que en otoño. Sin embargo, el porcentaje del LCal durante la época de invierno presentó valores intermedios entre el resto épocas, lo que hizo que esas diferencias desaparecieran, es decir, el porcentaje del LCal fue estadísticamente igual que el encontrado durante verano y otoño.

Para valorar la importancia del peso relativo de los lóbulos según el peso al sacrificio, los pesos se agruparon en tres grupos, uno para pesos bajos, que agrupaba aquellos pesos inferiores a 24,00 Kg, otro para pesos medios, entre 24,00-28,80 Kg y el último para pesos altos, que serían los superiores a 28,81 Kg. El número de animales que se encontraron en cada grupo fueron los siguientes: pesos bajos ( $n= 15$ ), pesos medios ( $n =11$ ) y pesos altos ( $n=2$ ). Los resultados se muestran en la gráfica 6. En esta ocasión no se presentaron diferencias entre el porcentaje de los lóbulos pulmonares de acuerdo al peso al sacrificio de los corderos ( $p>0,050$ ).



Gráfica 6. Peso relativo según peso al sacrificio. Pesos bajos (< 24 Kg), pesos medios (24-28 Kg) y pesos altos (> 28 Kg).

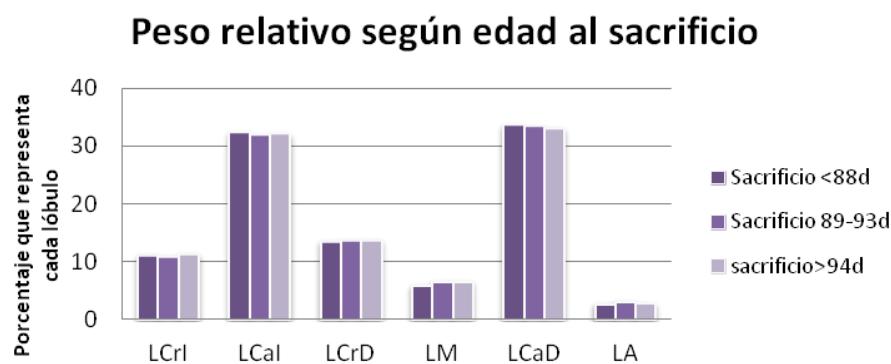
A la hora de analizar la existencia o no de la influencia a diferentes pesos de la canal, también se crearon tres grupos: pesos bajos ( $<10,50$ ; n=16), pesos medio (10,51-13,10; n=10) y pesos altos ( $>13,11$ ; n=2). Los resultados se muestran en la gráfica 7.



Gráfica 7. Peso relativo según peso de la canal. Pesos bajos ( $< 10,5$  Kg), pesos medios (10,5-13 Kg) y pesos altos ( $> 13$  Kg).

No se encontró la existencia de influencia sobre el peso relativo ni al cruzar con la variable de peso al sacrificio ni con la de peso de la canal ( $p>0,050$ ).

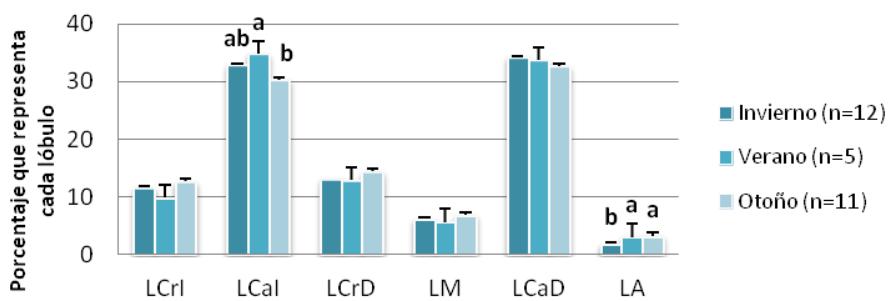
Para los 17 animales pertenecientes a la explotación de Leciñena, también se analizó para diferente edad de sacrificio (Gráfica 8). Esto fue posible gracias a la colaboración del ganadero, el cual nos facilitó datos como el día de nacimiento.



Gráfica 8. Peso relativo según edad al sacrificio. Animales de verano e invierno (n=17). Grupos de <88 días, 89-93 días y >94 días.

Se aplicó el mismo análisis para el volumen relativo de todos los lóbulos (gráficas 9, 10, 11 y 12).

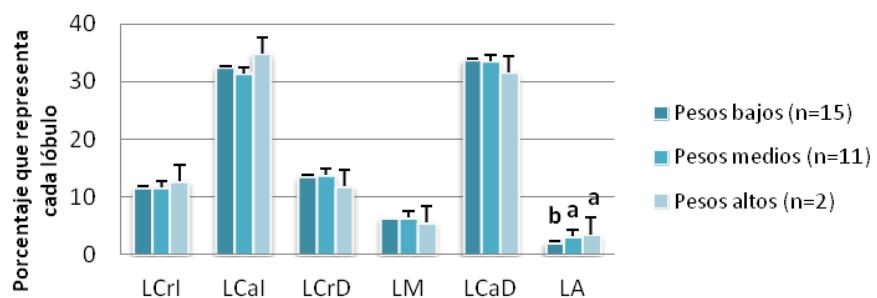
## Volumen relativo según época del año



Gráfica 9. Volumen relativo según época del año. Letras diferentes en la misma categoría significan diferencias significativas ( $p<0,050$ ).

El lóbulo caudal izquierdo presentó una diferencia significativa del  $p=0,015$  siendo 4,486% más pequeño en verano que en otoño, no apreciándose diferencias entre invierno y ninguna de las otras dos épocas de estudio. Por otro lado, el lóbulo accesorio también mostró diferencias para las diferentes épocas del año ( $p<0,001$ ). Invierno fue más pequeño que verano 1,208% y otoño 1,371%. Entre verano y otoño no se encontraron diferencias significativas.

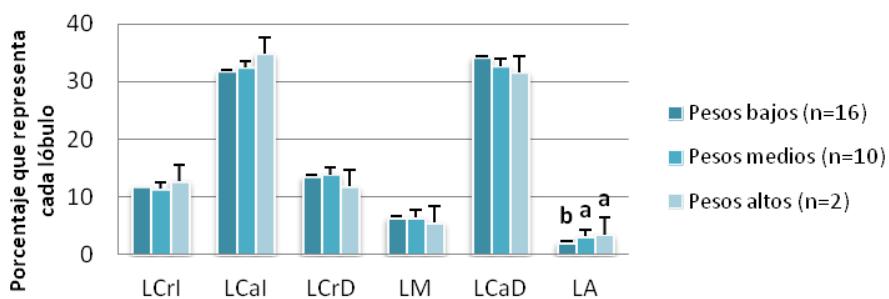
## Volumen relativo según peso al sacrificio



Gráfica 10. Volumen relativo según peso al sacrificio. Pesos bajos (< 24Kg), pesos medios (24-28 Kg) y pesos altos (> 28Kg). Letras diferentes en la misma categoría significan diferencias significativas ( $p<0,050$ ).

Para valorar si existía influencia sobre el porcentaje de importancia de los lóbulos según el peso al sacrificio (gráfica 10), se utilizaron los mismos grupos de pesos utilizados con las mediciones de peso. En este caso, el lóbulo accesorio también mostró diferencias entre los tres grupos de peso al sacrificio ( $p<0,001$ ). Los animales con pesos de <24 Kg tuvieron 1,043 y 1,412% menos de volumen que los animales de pesos de 24-28 Kg y >28 Kg, respectivamente. Pero no hubo diferencias significativas entre los animales 24-28 Kg y >28 Kg.

## Volumen relativo según peso de la canal

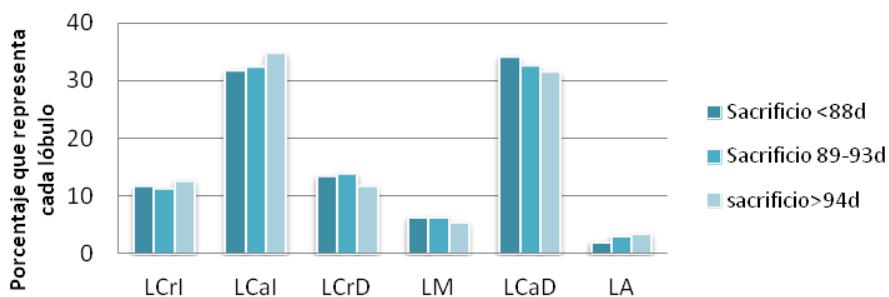


**Gráfica 11. Volumen relativo según peso de la canal. Pesos bajos (< 10,5 Kg), pesos medios (10,5-13 Kg) y pesos altos (> 13 Kg). Letras diferentes en la misma categoría significan diferencias significativas ( $p<0,050$ ).**

En el caso del peso de la canal, que también se dividió en tres grupos, el lóbulo accesorio siguió mostrando diferencias significativas. Los animales de <10,50 Kg peso de canal mostraron un % de importancia menor que los de los grupos de 10,50-13,10 y >13,11 Kg. En el caso de los de grupo de pesos altos fue 1,341% más grande y en el de pesos medios 0,965%.

Como ocurría con el peso relativo, también se pudo analizar el volumen relativo según edad al sacrificio para los 17 animales de Leciñena que se muestra en el gráfico 12. En este caso el test de ANOVA no reveló ninguna diferencia significativa para las diferentes edades al sacrificio.

## Volumen relativo según edad al sacrificio



**Gráfica 12. Volumen relativo según edad del sacrificio. Grupos de <88 días, 89-93 días y >94 días. Animales de verano e invierno (n=17).**

Teniendo en cuenta el resultado de los diferentes análisis estadísticos, se decidió no tener en cuenta las diferencias que mostraron tanto el LCal como el LA. Las razones fueron las que se detallan a continuación:

El LCal presentó diferencias significativas en la época de verano, tanto en las mediciones de peso como de volumen. Se decidió desestimar esta diferencia, ya que solo se presentaba en una época, que además fue la de menor número de muestras analizadas ( $n=5$ ). Esto puede implicar que la media no sea tan robusta como en el resto de las épocas y que por ello se desvíe de la media poblacional. Además, las diferencias resultaron pequeñas (2,245%), lo cual no tiene gran importancia a nivel biológico.

En el caso del LA, presentó diferencias significativas respecto a los factores de época del año, peso al sacrificio y peso canal, pero solo existieron cuando se analizó la importancia del lóbulo según el volumen. Este lóbulo es el más pequeño de todos, y su volumen medio es de  $14,92 \pm 1,137$ . Dado que este pequeño volumen se valoró en una probeta de 2L, se consideró que la diferencia pudo ser debida a la subjetividad de la medición, por lo que también se decidió no tener este resultado en cuenta. Lo mismo que en el caso anterior estas diferencias menores al 2% del total no representan una gran pérdida de información a nivel práctico.

Por último, se decidió elegir como método más fiable a la hora de evaluar la importancia de cada lóbulo, el porcentaje que representaba el lóbulo de acuerdo al peso. Para ello, nos basamos en que tenía un mayor grado de repetibilidad, existían menos errores de medición y se veía menos afectados por los factores externos. Para apoyar esta hipótesis, se estudió la existencia de correlación entre los porcentajes obtenidos mediante el peso y el volumen para cada lóbulo. Los coeficientes obtenidos para cada lóbulo fueron los siguientes: lóbulo craneal izquierdo ( $R^2=0,567$ ;  $p=0,001$ ); lóbulo caudal izquierdo ( $R^2= 0,510$ ;  $p= 0,006$ ); lóbulo craneal derecho ( $R^2= 0,755$ ;  $p< 0,001$ ); lóbulo medio ( $R^2= 0,583$ ;  $p= 0,001$ ); lóbulo caudal derecho ( $R^2= 0,641$ ;  $p< 0,001$ ) y lóbulo accesorio ( $R^2= -0,035$ ;  $p= 0,859$ ). La correlación fue significativa en todos los casos excepto para el lóbulo accesorio. En este caso, los porcentajes de importancia fueron en  $2,95 \pm 0,104\%$  para peso y  $2,63 \pm 0,152\%$  para volumen. Las diferencias de estos porcentajes representan muy poco sobre el total, por lo que la falta de correlación del LA no fue valorada como importante debido al escaso efecto. La exigua diferencia entre los valores obtenidos por ambos métodos de estudio y la correlación existente entre ellos permitieron tomar la decisión de trabajar con los valores obtenidos para el peso.

## **6. CONCLUSIONES:**

Este estudio examinó si existía relación entre el porcentaje que ocupaba cada lóbulo pulmonar y el peso de animal y su canal, en animales sanos. Las conclusiones obtenidas fueron las siguientes:

- El modelo de disección planteado para el estudio fue fácil de aplicar durante todo el proceso y los resultados obtenidos fueron repetibles.
- Los métodos de evaluación fueron satisfactorios, pero la medición del peso fue más fácil de realizar que la del volumen. Además, los resultados obtenidos en las mediciones de peso fueron más objetivos que las de volumen, ya que se utilizó una báscula de precisión.
- A la hora de evaluar la influencia de diferentes factores como época de año, peso al sacrificio o peso canal sobre la importancia de cada lóbulo, los porcentajes calculados basándonos en el peso se vieron menos afectados que los mismos calculados para el volumen.
- Dado que el peso relativo tenía un mayor grado de repetibilidad, existían menos errores de medición, se veía menos afectado por los factores externos y que la correlación entre el porcentaje obtenido a partir del peso y del volumen fue significativa, se decidió elegirlo como el método más fiable a la hora de evaluar la importancia de cada lóbulo.

Con todo ello, se pudo establecer la siguiente relación entre el pulmón y el peso vivo y canal y, por otro lado, la relación de los lóbulos respecto al pulmón completo.

- El pulmón entero representó el  $1,358 \pm 0,0336\%$  del peso vivo y en el caso del peso canal  $3,042 \pm 0,0872\%$ .
- En cuanto a los lóbulos pulmonares y su importancia respecto al pulmón entero se estableció la siguiente relación: lóbulo craneal izquierdo  $11,36 \pm 0,173\%$ ; lóbulo caudal izquierdo  $30,53 \pm 0,281\%$ ; lóbulo craneal derecho  $14,05 \pm 0,275\%$ ; lóbulo medio  $6,67 \pm 0,157\%$ ; lóbulo caudal derecho  $33,41 \pm 0,206\%$  y lóbulo accesorio  $2,95 \pm 0,104\%$ . En conjunto el pulmón izquierdo representaba  $42,90 \pm 0,2019\%$  y el pulmón derecho  $57,09 \pm 0,2019\%$ .

### **6.1. Conclusions:**

In this study, the relationship between the percent that represents each pulmonary lobe, body weight and carcass in a healthy animal was examined.

- The dissection model proposed was easy to apply during the whole process, and the results that were obtained are repeatable.
- Both methods were satisfying; however, the pulmonary weight was easier to measure than the volume. Besides, the weight measurements were more objective than the volume ones.
- The influence of the different seasons, weight on slaughter and carcass weight over the relevance of each lobe was lower for the weight than for the volume.
- The measure of relative weight was selected as the most reliable method in assessing the relevance of each lobe. We based our decision on the weight and volume value were statistically strongly correlated and the weight values showed lesser measurement errors and there were less influence of external factors.

With all these data, it was established a relationship between lung and the body and carcass weight, and between each pulmonary lobe with the whole lung.

- The whole lung represented a  $1.358 \pm 0.0336\%$  over the body weight, and a  $3.042 \pm 0.0872\%$  over the carcass weight.
- The relevance of each lobe regarding the entire lung were: left cranial lobe  $11.36 \pm 0.173\%$ ; left caudal lobe  $30.53 \pm 0.281\%$ ; right cranial lobe  $14.05 \pm 0.275\%$ ; middle lobe  $6.67 \pm 0.157\%$ ; right caudal lobe  $33.41 \pm 0.206\%$  and accessory lobe  $2.95 \pm 0.104\%$ . All in all, the left lung represented a  $42.90 \pm 0.2019\%$ , and the right lobe a  $57.09 \pm 0.2019\%$ .

## **7. VALORACIÓN PERSONAL:**

El TFG para mí, ha sido el trabajo que ha dado cierre a una etapa de seis años, llena de esfuerzo, dedicación y sobre todo alegrías.

Personalmente, creo que la asignatura no refleja el esfuerzo y horas de trabajo que debemos dedicar para hacerlo, ya que durante la carrera, no se nos prepara para desarrollar un trabajo de esta envergadura.

Independientemente, he aprendido a escribir, citar y buscar información, también que me gusta la estadística y la investigación. Asimismo, que me quiero dedicar al ovino y no a producciones intensivas características de otras especies.

Por último, me gustaría utilizar este pequeño apartado, para dar las gracias a todos los que me han ayudado durante estos seis años. Como estoy obligada a incluir una valoración personal, aprovecho esta ocasión, para agradecer de forma escrita a todos, algo que verdaderamente me cuesta.

Gracias viejitos y hermano por estar ahí. A mis compañeros que han sido amigos y familia, y han compartido conmigo horas en la nave docente, biblioteca y plazoleta. Gracias a Delia, Juan José, Luis Miguel, Teresa y a todos los demás, que me dejasteis participar en el SCRUM y habéis tenido que renegar conmigo casi a diario.

Finalmente, gracias a mis tutores Chema y María por la atención dedicada. Especialmente a Chema, que has hecho que este trabajo fuera como un juego en el que me ha encantado participar.

## 8. BIBLIOGRAFÍA:

- Akers, R.M. Denbow, D.M. (2014). Anatomy & physiology of domestic animals, 2<sup>nd</sup> Edition. Wiley-Blackwell (Pp417-435)
- Al-Sultan, I. I., & Aitken, I. D. (1985). The tonsillar carriage of *Pasteurella haemolytica* in lambs. *Journal of comparative pathology*, 95(2), 193-201.
- Bell, S. (2008). Respiratory disease in sheep - 1. Differential diagnosis and epidemiology. *In Practice*, 30(4), 1870-1874.
- Brogden, K. A., Lehmkuhl, H. D., & Cutlip, R. C. (1998). *Pasteurella haemolytica* complicated respiratory infections in sheep and goats. *Veterinary research*, 29(3-4), 233-254.
- Caroprese, M., Albenzio, M., Marzano, A., Schena, L., Annicchiarico, G., & Sevi, A. (2010). Relationship between cortisol response to stress and behavior, immune profile, and production performance of dairy ewes. *Journal of dairy science*, 93(6), 2395-2403.
- Caswell, J.L.; Williams, K.J. (2015). Respiratory System. En: *Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals-E-Book* (Vol. 3). (Elsevier Health Sciences. Pp 465-591).
- Caulfield, M. P., Cambridge, H., Foster, S. F., & McGreevy, P. D. (2014). Heat stress: A major contributor to poor animal welfare associated with long-haul live export voyages. *The Veterinary Journal*, 199(2), 223-228.
- Cavini, S., Iraira, S., Siurana, A., Foskolos, A., Ferret, A., & Calsamiglia, S. (2015). Effect of sodium butyrate administered in the concentrate on rumen development and productive performance of lambs in intensive production system during the suckling and the fattening periods. *Small Ruminant Research*, 123(2), 212-217.
- Dijkhuizen A. A. & Morris R. S. (1997). Animal health economics: principles and applications. Sydney South, Australia: Post-Graduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney (Pp4-5)
- Haziroglu, R., Diker, K. S., Gulbahar, M. Y., Akan, M., & Guvenc, T. (1994). Studies of the pathology and microbiology of pneumonic lungs of lambs. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift*, 101(11), 441-443.
- Glendinning, L., Wright, S., Pollock, J., Tennant, P., Collie, D., & McLachlan, G. (2016). Variability of the sheep lung microbiota. *Applied and environmental microbiology*, 82(11), 3225-3238.
- González, J. M., De las Heras, M., Ferrer, L. M., Figueras, L., García de Jalón, J. A., & Lacasta, D. (2001). Las neumonías catarrales crónicas influyen negativamente en los

índices productivos del cordero tipo ternasco. *XXVI Jornadas Científicas de la SEOI, SEOI, Sevilla*, 742, 748.

- Gonzalez, J.M. (2015). *Factores que condicionan la supervivencia de los corderos tipo ternasco. Estudio del complejo respiratorio ovino: presentación, formas lesionales, agentes implicados y serotipificación de pasteurella haemolytica* (Doctoral dissertation, Universidad de Zaragoza)
- González, J. M., Bello, J. M., Rodríguez, M., Navarro, T., Lacasta, D., Fernández, A., & De las Heras, M. (2016). Lamb feedlot production in Spain: Most relevant health issues. *Small Ruminant Research*, 142, 83-87.
- Goodwin, K. A., Jackson, R., Brown, C., Davies, P. R., Morris, R. S., & Perkins, N. R. (2004). Pneumonic lesions in lambs in New Zealand: patterns of prevalence and effects on production. *New Zealand Veterinary Journal*, 52(4), 175-179.
- Jones, G.E.; Gilmour, J.S. (2000). Mycoplasma respiratory infections. En: *Diseases of sheep* (Eds., Oxford. Blackwell Science Pp. 198-201).
- Kolb, E., Kaskous, S., & Seehawer, J. (2000). The influence of stress on the secretion of various hormones, on the metabolism of vitamins and on the immune system of sheep. *Tierärztliche Umschau*, 55(11), 614-621.
- Lacasta, D., Ferrer, L. M., Ramos, J. J., González, J. M., & De las Heras, M. (2008). Influence of climatic factors on the development of pneumonia in lambs. *Small Ruminant Research*, 80(1), 28-32.
- Lacasta, D.; González, J.M.; Ramos, J.J.; Ferrer, L.M.; Ruíz de Arcaute, M.; Garciandia, A.; Borobia, M. (2012). Complejo respiratorio ovino. *Tierras*, 16-20
- Lopez, A. (2007). Respiratory System, Thoracic Cavity and Pleura. En: M. D. McGavin & J. F. Zachary (Eds.), *Pathologic basis of veterinary disease* (pp. 463-558). St. Louis, Mo: Mosby Elsevier.
- Martínez, J., Peris, B., Gómez, E. A., & Corpa, J. M. (2009). The relationship between infectious and non-infectious herd factors with pneumonia at slaughter and productive parameters in fattening pigs. *The Veterinary Journal*, 179(2), 240-246.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION (1992). Reglamento de la Denominación Específica “Ternasco de Aragón” y su Consejo Regulador. Orden de 22 de septiembre de 1992. BOE del 5 de octubre de 1992. Pp 33730-33735.
- Moberg, G. P. (2000). Biological response to stress: implications for animal welfare. *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*, 1-21.

- Moreno, B. (1994). Contribución al conocimiento de la neumonía del cordero. *Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. Departamento de Patología Animal*.
- Oruc, E. (2007). The pathologic and bacteriologic comparison of pneumonia in lambs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30(6), 593-599.
- Pinto Jiménez, C. E. (2016). *Epidemiología molecular de las poblaciones bacterianas de "Mannheimia haemolytica y Pasteurella multocida" asociadas a la presencia de lesiones neumónicas en corderos en matadero* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- Reece, W. O., Erickson, H. H., Goff, J. P., & Uemura, E. E. (Eds.). (2015). *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons Incorporated.
- Rodríguez, M: y Fernandez, N. (2015). Monografico Cebo: Instalaciones, alimentación y sanidad. Instalaciones de cebo de corderos. *XL Jornadas Científicas de la SEOC, SEOC, Castellón de la Plana*, 137, 152.
- Sheehan, M., Cassidy, J. P., Brady, J., Ball, H., Doherty, M. L., Quinn, P. J. & Markey, B. K. (2007). An aetiopathological study of chronic bronchopneumonia in lambs in Ireland. *The Veterinary Journal*, 173(3), 630-637.
- Van der Fels-Klerx, H. J., Martin, S. W., Nielen, M., & Huirne, R. B. M. (2002). Effects on productivity and risk factors of Bovine Respiratory Disease in dairy heifers; a review for the Netherlands. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 50(1), 27-45.
- Van Staaveren, N., Vale, A. P., Manzanilla, E. G., Teixeira, D. L., Leonard, F. C., Hanlon, A., & Boyle, L. A. (2016). Relationship between tail lesions and lung health in slaughter pigs. *Preventive veterinary medicine*, 127, 21-26.
- Zecchinon, L., Fett, T., & Desmecht, D. (2005). How *Mannheimia haemolytica* defeats host defence through a kiss of death mechanism. *Veterinary research*, 36(2), 133-156.