



FACULTAT DE
VETERINÀRIA

**Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM)
Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ)
Facultad de Veterinaria
Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)**

**El aumento de la prolificidad en el ganado ovino: Efectos económicos
en las explotaciones y fisiológico-nutritivos en corderas de raza
Ripollesa**

(Increased prolificacy in sheep: Economic and physiological-nutrients
effects in Ripollesa Breed)

Najet DKHILI

**El aumento de la prolificidad en el ganado ovino: Efectos económicos
en las explotaciones y fisiológico-nutritivos en corderas de raza
Ripollesa.**

Memoria de la Tesis de Master presentada por:

Najet DKHILI

Dirigida por:

Dra. María José MILÁN

Dr. Gerardo CAJA

Para la obtención del título de *Master of Science* de CIHEAM en Nutrición Animal,
otorgado por IAMZ.

Zaragoza, Julio 2013

AGRADECIMIENTOS

Después un gran desafío, este trabajo ya está acabando por eso me gustaría aprovechar esta oportunidad para expresar mi agradecimiento y mi profunda gratitud a:

Mis Tutores de Tesis de Master; Dra. María José Milán y al Dr. Gerardo Caja López por su generosidad al ofrecerme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad, fundamentales para la concreción de este trabajo.

Dra. Maristela Rovai y Dr. Ahmed Salama, por su orientación y su colaboración, y su paciencia durante la realización del trabajo experimental y por su generosidad científica y valiosas críticas al discutir los resultados de este trabajo.

Igualmente, estoy muy agradecida; a la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) por darme la oportunidad de hacer este trabajo, al personal del laboratorio del Área de Producción Animal: Carmen Martínez Can y Blas Sánchez por su aporte y su asistencia técnica y a todos los trabajadores de la granja experimental de SGCE (Ramón Costa, Cristóbal Flores, Ramo Sáez, Roger Ferrer, Sergi Graboleda, Josep Vidal, Manel Pagés, Pipé, Sonia Andrés, Valeriano y Manolo Martínez) por su permanente disposición y desinteresada ayuda.

Quiero extender un sincero agradecimiento al Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ - CIHEAM) por brindarme esta oportunidad de formación y por la financiación de mi estancia en España y a todo su personal y sobre todo al Dr. Armando Ocon, coordinador del Master of Animal Production por su seguimiento, su colaboración y su paciencia, sin olvidar todos mis compañeros del grupo de Nutrición Animal 2009- 2010 por los momentos inolvidables que hemos pasado juntos.

Agradezco de manera muy especial; a todos mis amigos y compañeros: Adel, Sofien, Sondes, Monie... por el tiempo tan bonito lo que hemos pasado juntos y por cada sonrisa se hizo entre nosotros, sin olvidar mis mejores amigas que estaban apoyándome a distancia; Sondes, Khemissa, Sihem, Hedía, Zakia, Gizlane, Amel, Silvia, Fedwa,

Sana, Kifeh... y a una persona que ha sido muy valiosa para mí durante todo el periodo de la realización de este trabajo por su generosidad y sus consejos, a Andreia.

Finalmente, y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia, a mis padres sobre todo mi madre por su apoyo moral y su preocupación desde lejos que siempre estaba a mi lado que Dios la bendiga, a mis dos preciosas hermanas; Samira y Faten por su constante preocupación y sus ánimos y a mi hermano Adel por su gran soporte. También debo agradecer a una persona muy especial para mí que es mi tía Zakia.

Muchas Gracias a TODOS...

RESUMEN

Efectos económicos del aumento de la prolificidad en las explotaciones de ganado ovino de raza Ripollesa en Cataluña

El presente trabajo presenta un estudio realizado en la Comunidad Autónoma de Cataluña (España) sobre las consecuencias económicas del aumento de la prolificidad en las explotaciones de una raza autóctona de aptitud cárnica (Ripollesa) y sus efectos sobre el perfil metabólico de las corderas de reposición. Se realizaron encuestas a 10 explotaciones representativas en dos provincias de dicha comunidad: Girona y Barcelona. Los datos obtenidos corresponden a una media del año 2010 y se analizaron y compararon estadísticamente mediante un análisis de varianza. Los resultados obtenidos muestran que las explotaciones ovinas estudiadas son de tipo familiar, con un tamaño medio de los rebaños de 554 ovejas y 20 machos, presentando una media de 353,5 ovejas manejadas por unidad de trabajo y año (UTA). En estas explotaciones, la prolificidad fue de 1,28 corderos/parto y la productividad 1,18 corderos vendidos/oveja y año. El margen neto medio obtenido fue de 10,7 €/oveja y año. Los ingresos totales medios fueron 146,8 €/oveja y año, en su mayor parte procedentes de la venta de los corderos (61,8%), le sigue las subvenciones (36,2%) y el resto de la venta del desvieje de ovejas y de la lana. Los costes totales medios fueron de 136,1 €/oveja y año. Los costes de alimentación fueron los de mayor importancia (43,2%) en los costes totales, seguidos de los costes de mano de obra (40,9%) y de las amortizaciones (6,1%). Las explotaciones con una prolificidad superior a la media (1,28 corderos/parto), fueron capaces de compensar el incremento actual de los costes, ganando más de 25,8 €/oveja y año. En el mismo sentido, un incremento de la prolificidad de 0,1 corderos/parto, se tradujo en una ganancia de 6,9 €. Se detectó una correlación elevada entre la productividad y el margen neto ($R^2 = 0,5$), aumentando en 4,3 €/oveja y año para cada 0,1 corderos producidos. Finalmente, el tamaño del rebaño resultó crítico en estas explotaciones, concluyéndose que es recomendable tener rebaños de más de 400 ovejas por explotación y una media de 300 ovejas manejadas por UTA.

SUMMARY

Economic effects of increasing the prolificacy of Ripollesa sheep farms in Catalonia

This paper presents a study done in the Autonomous Community of Catalonia (Spain) on the economic consequences of increasing the prolificacy in farms of Ripollesa sheep breed, a local breed intended for meat production, and its effect on metabolic profile of ewe-lambs retained for replacement. A survey was done in 10 representative farms in 2 provinces of the above cited community: Girona and Barcelona. The obtained data corresponded to the annual average for 2010 and were statistically analyzed and compared by mean of an analysis of variance. Results showed that sheep farms studied were family type, with a flock size of 554 ewes and 20 males, and 353.5 sheep attended by worker, on average. Prolificacy and productivity showed values of 1.28 lambs/litter and 1.18 lambs sold/ewe and year, respectively, on average. Net margin was 10.7 €/ewe per year, on average. Total income was 146.8 €/sheep and year, the greater part coming from lamb sales (61.8%), followed by subsidies (36.2%) and the rest from selling culled ewes and wool. On average, total costs were 136.1 €/sheep per year. Feeding costs were the greatest (43.2%) in total costs, followed by labor costs (40.9%) and depreciation costs (6.1%). Farms having a prolificacy greater than the mean (1.28 lambs/ litter), were able to pay the total costs and earned 25.8 €/ewe more per year. On the same sense, a prolificacy increase of 0.1 lambs/litter resulted in 6.9 €/ewe of extra revenue. A significant correlation between productivity and net margin ($R^2 = 0.5$) was detected, increasing 4.3 € for each 0.1 lambs products per ewe and year. Finally, flock size resulted critical, recommending owning more than 400 sheep per farm and exploiting 300 ewes per worker, on average.

RÉSUMÉ

Effets économiques de l'augmentation de la prolificité dans les exploitations ovines de race Ripollesa à Catalogne

Le présent travail présente une étude réalisée dans la Communauté Autonome de Catalogne (Espagne), sur les conséquences économiques de l'augmentation de la prolificité dans les exploitations d'une race locale à viande (Ripollesa) et par la suite son effet sur le profil métabolique des agnelles de renouvellement. Des enquêtes ont été menées dans 10 exploitations représentatives de deux provinces de la communauté: Gérone et Barcelone. Les données obtenues correspondant à une moyenne de l'an 2010, ont été analysées et comparées statistiquement en utilisant une analyse de la variance. Les résultats obtenus montrent que les exploitations ovines étudiées sont de type familial, avec une taille moyenne du troupeau de 554 brebis et 20 béliers, présentant une moyenne de 353,5 brebis manipulées par unité de travail annuel (UTA). Dans ces exploitations, la prolificité moyenne est de 1,28 agneaux/agnelage ainsi la productivité est de 1,18 agneaux vendus/ brebis et an. La marge nette moyenne obtenue était de 10,7 €/brebis et an. Le revenu total moyen était 146,8 €/brebis et an, provenaient principalement de la vente des agneaux (61,8%), suivie par les subventions (36,2%) et le reste de la vente des animaux de réforme et de la laine. Les coûts totaux moyens étaient 136,1 €/brebis et an. Le coût des aliments a été le plus important (43,2%) des coûts totaux, suivis par le coût de main-d'œuvre (40,9%) et des amortissements (6,1%). Les exploitations ovines dont la prolificité supérieure à la moyenne (1,28 agneaux/agnelage) étaient en mesure de compenser l'augmentation actuelle des coûts, ce qui rend plus de 25,8 €/brebis et an. De même, l'augmentation de la prolificité de 0,1 agneaux/ agnelage, a entraîné un gain de 6,9 €. Une forte corrélation entre la productivité et la marge nette a été observé ($R^2 = 0,5$), en augmentant de 4,3 €/brebis et an pour chaque 0,1 agneaux produits. Enfin, la taille du troupeau a marqué une importance dans ces exploitations, ainsi il est recommandable d'avoir plus de 400 brebis par exploitation et une moyenne de 300 brebis manipulés par UTA.

Indice General

	Pg
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	III
SUMMARY	V
RÉSUMÉ	VII
INDICE GENERAL	IX
INDICE DE TABLAS	XIII
INDICE DE FIGURAS	XV
ABREVIATURAS	XVII
I. INTRODUCCION	3
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
II. 1. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR OVINO DE CARNE.....	7
II. 1. 1. En el mundo.....	7
II. 1. 2. En la Unión Europea.....	7
II. 1. 3. En España.....	8
II. 1. 3. 1. El censo de ovino de carne.....	8
II. 1. 3. 2. Distribución de las explotaciones de ovino de carne.....	9
II. 1. 3. 3. Producción de carne.....	10
II. 1. 3. 4. Consumo de carne de ovino.....	12
II. 1. 3. 5. Características de las razas españolas de producción de carne.....	14
II. 1. 3. 5. 1. Merina.....	14
II. 1. 3. 5. 2. Rasa Aragonesa.....	15
II. 1. 3. 5. 3. Manchega.....	15
II. 1. 3. 5. 4. Segureña.....	15
II. 1. 3. 5. 5. Ripollesa.....	16
II. 1. 3. 6. Sistemas de producción de ovino de carne.....	16
II. 1. 3. 7. Evolución del precio de la carne de ovino.....	17
II. 1. 3. 8. Rentabilidad económica de las explotaciones ovinas de carne.....	17
II. 1. 3. 9. Subvenciones destinadas al ganado ovino de carne.....	20
II. 1. 4. En Cataluña.....	22
II. 1. 4. 1. Características del sector ovino de carne en Cataluña.....	22

II. 1. 4. 2. La Raza Ripollesa.....	23
II. 1. 4. 2. 1. Sistemas de producción.....	23
II. 1. 4. 2. 2. Índices de producción.....	25
II. 1. 4. 2. 3. Aspectos estructurales y económicos.....	26
II. 2. IMPACTO DE LA PROLIFICIDAD EN LA PRODUCTIVIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE.....	28
II. 2. 1. Los factores de variación de la prolificidad.....	28
II. 2. 1. 1. Factores genéticos.....	28
II. 2. 1. 2. Factores epigenéticos.....	29
II. 2. 1. 2. 1. Animal.....	30
II. 2. 1. 2. 2. Factores ambientales.....	30
II. 2. 1. 2. 3. Manejo.....	31
II. 2. 2. Impacto de la prolificidad en la productividad numérica y los resultados económicos de las explotaciones ovinas de carne.....	32
II. 3. CONSECUENCIAS DE LA VARIACION DE LA PROLIFICIDAD.....	34
II. 3. 1. En los índices productivos.....	34
II. 3. 1. 1. Peso al nacimiento y supervivencia.....	34
II. 3. 1. 2. Composición corporal del cordero.....	37
II. 3. 1. 3. Prolificidad y velocidad de crecimiento.....	39
II. 3. 1. 4. Composición corporal y composición de la canal.....	40
II. 3. 2. En la regulación metabólica.....	41
II. 3. 2. 1. Las concentraciones basales de glucosa e insulina.....	45
II. 3. 2. 2. Resistencia a la insulina.....	47
II. 3. 2. 3. Determinación de la sensibilidad a la insulina.....	48
II.3. 2. 4. La resistencia a la insulina y el metabolismo lipídico.....	50
II. 3. 2. 5. Intolerancia a la Glucosa.....	52
III. OBJETIVOS.....	57
IV. EL AUMENTO DE LA PROLIFICIDAD EN EL GANADO OVINO.....	61
IV. 1. Estudio Económico: Efectos económicos en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	61
IV. 1. 1. Materiales y Métodos.....	61
IV. 1. 1. 1. Área del estudio.....	61
IV. 1. 1. 2. Recogida de información.....	62

IV. 1. 1. 3. Análisis de datos.....	63
IV. 1. 1. 4. Indicadores económicos.....	63
IV. 1. 1. 4. 1. Ingresos.....	63
IV. 1. 1. 4. 2. Costes de producción.....	64
IV. 1. 1. 4. 3. Indicadores de la rentabilidad.....	65
IV. 1. 1. 4. 4. Influencia de los parámetros reproductivos y el manejo en la rentabilidad.....	66
IV. 1. 2. Resultados	67
IV. 1. 2. 1. Indicadores estructurales.....	67
IV. 1. 2. 2. Indicadores económicos.....	70
IV. 1. 2. 2. 1. Ingresos Totales (IT).....	70
IV. 1. 2. 2. 2. Costes Fijos.....	72
IV. 1. 2. 2. 3. Costes variables (CV).....	73
IV. 1. 2. 2. 4. Costes Totales (CT).....	74
IV. 1. 2. 2. 5. Indicadores de rentabilidad.....	76
IV. 1. 2. 2. 5. 1. Margen Neto (MN).....	76
IV. 1. 2. 2. 5. 2. Umbral de rentabilidad.....	77
IV. 1. 2. 3. Impacto de los índices reproductivos en los indicadores económicos..	78
IV. 1. 2. 3. 1. La prolificidad.....	78
IV. 1. 2. 3. 2. La productividad.....	81
IV. 1. 2. 3. 3. El tamaño del rebaño.....	84
IV. 1. 2. 3. 4. Impacto de la alimentación en la rentabilidad de de las explotaciones.....	87
IV. 1. 2. 3. 4. 1. Las necesidades anuales y la alimentación de las ovejas....	87
IV. 1. 2. 3. 4. 2. Impacto de la alimentación de las ovejas en los resultados económicos.....	89
IV. 1. 2. 3. 5. Características de las explotaciones en función del Margen Neto	90
IV. 1. 3. Conclusiones y Consideraciones finales del estudio económico.....	91
IV. 2. Estudio fisiológico-nutritivo: Efectos fisiológico-nutritivos en corderas de raza Ripollesa: Article: Effect of birthweight on the metabolic responses to glucose and insulin challenges at 3 months of age in Ripollesa ewe-lambs.....	93
IV. 2. 1. Abstract.....	93
IV. 2. 2. Introduction.....	94

IV. 2. 3. Materials and Methods.....	94
IV. 2. 3. 1. Animals, management and diets.....	94
IV. 2. 3. 2. Experimental treatments.....	96
IV. 2. 3. 3. Glucose and insulin metabolic tests.....	97
IV. 2. 3. 4. Biochemical analyses.....	98
IV. 2.3. 5. Statistical analysis.....	99
IV. 2. 4. Results and Discussion.....	99
IV. 2. 4. 1. Growth of the lambs.....	99
IV. 2. 4. 2. Baseline concentrations of metabolic indicators in plasma.....	102
IV. 2. 4. 2. 1. Baseline plasma glucose concentrations.....	103
IV. 2. 4. 2. 2. Baseline plasma insulin concentrations.....	103
IV. 2. 4. 2. 3. Baseline plasma NEFAs concentrations.....	105
IV. 2. 4. 3. Insulin tolerance test (ITT).....	105
IV. 2. 4. 3. 1. Glycemic response to the insulin challenge.....	105
IV. 2. 4. 3. 2. NEFAs response to the insulin challenge.....	108
IV. 2. 4. 4. Glucose tolerance test.....	109
IV. 2. 4. 5. Insulin resistance.....	110
IV. 2. 4. 6. Quantitative insulin sensitivity indexes.....	113
IV. 2. 4. 6. 1. QUICKI and birthweight relationship.....	114
IV. 2. 4. 6. 2. QUICKI and Fasting Insulin Concentration (FIC) relationship	116
IV. 2. 4. 6. 3. QUICKI and insulin Area Under the Curve (AUC) relationship	117
IV. 2. 4. 6. 4. QUICKI and Homeostasis Model Assessment for Insulin	
Resistance (HOMA-IR) relationship.....	118
IV. 2. 5. Conclusions.....	119
IV. 2. 6. References.....	120
V. CONCLUSIÓN GENERAL.....	127
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	129
ANEXOS.....	141

Lista de Tablas

	Pg
Tabla 1. Producción mundial de carne ovina en 2009.....	7
Tabla 2. Censo ovino español en 2009 distribuido por comunidades autónomas.....	9
Tabla 3. Explotaciones y tamaño medio del rebaño ovino en diferentes comunidades autónomas, 2009.....	10
Tabla 4. Principales razas del ganado ovino en España.....	14
Tabla 5. Distribución del censo ovino en Cataluña	23
Tabla 6. Medias reproductivas y productivas de la raza Ripollesa.....	25
Tabla 7. Pesos relativos de corderos múltiples según el tipo de parto (Theriez, 1991).....	35
Tabla 8. Composición química de corderos recién nacidos según la raza y el peso al nacimiento (Thériez, 1991).....	38
Tabla 9. Producción lechera de ovejas cruzadas Finesas durante la cría de corderos (0-12 sem) en condiciones de pastoreo (Peart et al., 1975).....	39
Tabla 10. Pesos al nacimiento y ganancia media diaria en corderos de raza Ripollesa según el tipo de parto y el sexo (Fanlo et al., datos no publicados)...	40
Tabla 11. Efecto de peso al nacimiento sobre la cantidad de lípidos (kg) en corderos de 35 kg de peso vivo (Villette, no publicado; Thériez, 1991).....	41
Tabla 12. Valores basales de glucosa e insulina plasmática en ovino de diferentes edades.....	46
Tabla 13. Características estructurales de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	68
Tabla 14. Ingresos medios anuales por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	70
Tabla 15. Costes fijos medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	73
Tabla 16. Costes variables medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	74
Tabla 17. Costes totales medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	75
Tabla 18. Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	77
Tabla 19. Parámetros productivos en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	78
Tabla 20. Los índices estructurales y económicos de las explotaciones ovinas de la raza Ripollesa en Cataluña por oveja y año en función de la prolificidad...	79

Tabla 21. Variables estructurales, productivas y económicas en función del tamaño del rebaño en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	85
Tabla 22. Necesidades energéticas teóricas anuales de una oveja productiva de raza Ripollesa.....	87
Tabla 23. Distribución de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en función del Margen Neto.....	91
Table 24. Composition of the starter concentrate used in the suckling lambs...	95
Table 25. Ingredients and composition of the fattening diet used in lambs.....	96
Table 26. Relevant body weights of the Ripollesa ewe-lambs subset according to their birthweight (Values are LSM \pm SEM).....	100
Table 27. Basal metabolic indicators (after 12 h fasting) of Ripollesa ewe-lambs evaluated at the end of fattening according to birthweight (values are LSM \pm SEM).....	103
Table 28. Quantitative insulin sensitivity indexes used for evaluating the insulin resistance of the twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight.....	114

Lista de Figuras

	Pg
Figura 1. Evolución de la producción de la carne en España (MARM, 2009).....	11
Figura 2. Tipos de corderos producidos en España según el peso del sacrificio...	12
Figura 3. Evolución del consumo per cápita de carne total y de carne de cordero en España.....	13
Figura 4. Evolución de la mortalidad perinatal según la prolificidad y la raza (Theriez, 1991).....	37
Figura 5. Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA): CRF = hormona liberadora de corticotropina; ACTH = hormona adrenocorticotropa o corticotropina.....	43
Figura 6. Regulación de la secreción de glucosa, insulina y cortisol por el eje HHA.....	44
Figura 7. Comunidad Autonoma de Cataluña (España).....	61
Figura 8. Área de la explotación de la raza Ripollesa (Feagas).....	63
Figura 9. Ingresos totales en explotaciones ovinas de carne de raza Ripollesa en Cataluña.....	72
Figura 10. Distribución de los Costes Fijos en explotaciones ovinas de carne de Raza Ripollesa en Cataluña.....	73
Figura 11. Los componentes de los costes variables en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	74
Figura 12. Los componentes de los costes Totales en explotaciones ovinas de Ripollesa en Cataluña.....	75
Figura 13. Los Ingresos en función de la prolificidad en las explotaciones ovinas de Ripollesa en Cataluña.....	80
Figura 14. Margen Neto en función de la prolificidad en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa.....	81
Figura 15. Relación entre la productividad y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	82
Figura 16. Relación entre la productividad y los ingresos totales en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	82
Figura 17. Relación entre la productividad y los costes totales en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	83
Figura 18. Relación entre la productividad y la prolificidad en las explotaciones ovinas de la raza Ripollesa en Cataluña.....	84
Figura 19. Los ingresos y costes en relación con el número de ovejas manejadas por UTA en las explotaciones de raza Ripollesa en Cataluña.....	85
Figura 20. Relación entre el tamaño y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	86

Figura 21. Relación entre el número de ovejas manejadas por UTA y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	87
Figura 22. Relación entre la prolificidad y el aporte energético anual en explotaciones ovinas de raza Ripollesa.....	88
Figura 23. Relación entre la productividad y los aportes energéticos anuales de la ración de la oveja de la raza Ripollesa en Cataluña.....	89
Figura 24. Relación entre los costes de alimentación de las ovejas y la productividad en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	89
Figura 25. Relación entre los costes de alimentación de las ovejas y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.....	90
Figure 26. Growth curves of Ripollesa twin ewes-lambs from birth to harvesting according to birthweight	101
Figure 27. Plasma glucose concentration change during the insulin challenge of Ripollesa twin ewe-lambs after 12 h fasting and according to birthweight.....	106
Figure 28. Plasma glucose response during the acute and recovery phases of the insulin challenge in Ripollesa twin ewe-lambs according to birthweight.	107
Figure 29. Plasma NEFAs response to the insulin challenge in twin Ripollesa ewe-lambs according to birthweight	108
Figure 30. Plasma insulin concentration responses to the glucose tolerance test of twin Ripollesa ewe-lambs according to birthweight.....	110
Figure 31. Insulin acute areas and recovery phases in response to the glucose tolerance test of twin Ripollesa ewe-lambs according to birthweight.....	111
Figure 32. Relationship between QUICKI and birthweight in the whole Ripollesa ewe-lambs.....	115
Figure 33. Relationship between QUICKI and birthweight in the twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight groups.....	115
Figure 34. Relationship between QUICKI and FIC (fasting insulin concentration) indexes of the whole twin Ripollesa ewe-lambs.....	116
Figure 35. Relationship between QUICKI and FIC indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight groups.....	117
Figure 36. Relationship between QUICKI and insulin-UAC indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according birthweight.....	118
Figure 37. Relationship between QUICKI and HOMA-IR and indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according birth weight.....	119

Abreviaturas

ACTH	Hormona Adrenocorticotrófica
ADP	Aumento diario de peso vivo
AGL	Ácidos Grasos Libres
ANCRI	Asociación Nacional de Criadores de Ovino de Raza Ripollesa
a	Cuota de amortización (€/año)
BOE	Boletín Oficial del Estado
BMPR-1B	Receptor-1B de proteína morfogenética del hueso
BMP-15	Proteína morfogenética del hueso-15
Booroola×MA	Booroola ×Mérinos d'Arles
CE	Comisión Europea
CF	Costes fijos
CP	Coste de producción
CP	Proteína Bruta
CRH	Hormona corticotropina
CT	Costes totales
CV	Costes variables
CV _{cordero}	Coste variable cordero
C _{vu}	Coste variable unitario
DMNID	Diabetes mellitus no insulino dependiente
DOGC	Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya
EM	Energía Metabolizable
ES	Error estándar
FAO	Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación
FEAGAS	Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto
FecB	Gen Booroola
FSH	Hormona foliculo estimulante
GDF-9	Factor de crecimiento y de diferenciación-9
HPA	Eje hipotalámico-pituitario-adrenal
IDESCAT	Instituto de Estadística de Catalunya
IF	Ingresos fijos
INE	Instituto Nacional de Estadística
INRA	Instituto Nacional de Recherche Agronomique
IT	Ingresos totales
ITG	Instituto Técnico y de Gestión Ganadero
IV	Ingresos variables
LH	Hormona luteinizante
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
MB	Margen Bruto
NEFA	Ácidos grasos no esterificados (libres)
MS	Materia seca
n	Número de años de vida útil
OCM	Organización Común de Mercado
OMC	Organización Mundial del Comercio
PAC	Política Agrícola Común
PB	Producto Bruto
PM	Peso metabólico
P _{cordero}	Precio de cordero
P _{forraje}	Precio de forraje

P_{pienso}	Precio de pienso
“Q”	Categoría de marca de cordero
QUICKI	Índice cuantitativo de sensibilidad a la insulina
Q_f	Cantidad de forraje
Q_p	Cantidad de pienso
SAU	Superficie Agraria Útil
SGPG	Secretaría de Estado de Presupuestos y Gastos
ST	Superficie Total
T	Cantidad de factor variable
TRH	Hormona tirotropina
TSH	Hormone estimulante tiroidea
TTG	Test de tolerancia a la glucosa
UE	Unión Europea
UFL	Unidad forrajera para leche
UTA	Unidad de trabajo al año
V_n	Valor residual en el año n
V_0	Valor de adquisición del equipo
w	Costo por unidad del factor variable
Xc	Número de corderos vendidos por oveja y año

I-INTRODUCCIÓN

I-INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector ovino de carne está atravesando una situación difícil debido a múltiples factores, destacando entre ellos: 1) las subidas de precios de las materias primas para la alimentación del ganado (piensos y forrajes), 2) los bajos precios de la carne que percibe productor, 3) el bajo consumo de carne ovina por habitante, 4) los continuos cambios de la Política Agraria Común (PAC) y 5) los nuevos problemas sanitarios (enfermedades de la lengua azul, el scrapie...) (Benito, 2007; Pardos, 2008; Intxaurrendieta, 2010). Como consecuencia de esta situación, el sector muestra disminuciones importantes de censos, número de las explotaciones y la producción total de carne ovina y de sus derivados, causando así perjuicios importantes en las rentas de esta actividad.

Para enfrentarse a esta situación, se han diseñado diferentes estrategias dirigidas a la mejora de la rentabilidad de las explotaciones ovinas de carne. Las vías que se consideran indispensables para conseguir este objetivo son: 1) la reducción de los costes de producción, y 2) el incremento de la productividad de las ovejas (corderos vendidos por oveja y año) y 3) el incremento del consumo a través de campañas de promoción y mejor adaptación del producto a la demanda. Diversos estudios (Olivan y Pardos, 2000; Blasco et al., 2002; Ludemann, 2009; Pardos y Fantova, 2010) han concluido que la segunda vía se basa fundamentalmente en el aumento de la prolificidad (número de corderos producidos por oveja) ya que es el factor que mayor incidencia tiene en los resultados económicos de la explotaciones de ovino de carne.

La prolificidad es un carácter reproductivo de baja heredabilidad (Shelton et al., 1970; Brash et al., 1994; Okut et al., 1999, Afolayan et al., 2007; Notter, 2008; Puntas, 2011) pero de importantes repercusiones técnicas y económicas en las explotaciones ovinas. Con este motivo se incluye entre los objetivos típicos de selección y de mejora de la productividad y de los resultados económicos (Olivan y Pardos, 2000; Blasco et al., 2002; Pardos et al., 2007; Ludemann, 2009; Swan, 2009). En el caso de la raza ovina Ripollesa, la heredabilidad de la prolificidad y el progreso genético obtenido por selección orientada a este carácter han sido estudiados por Casellas (2006) y Casellas et al. (2007a, b, c).

El aumento de la prolificidad puede afectar a diferentes indicadores productivos, tanto en las ovejas como en los corderos (peso al nacimiento, supervivencia, composición corporal perfil hormonal, mortalidad, calidad de carnal...), y técnico-económicos, tales como:

- Productivos a corto plazo: disminución del peso al nacimiento, aumento de la mortalidad perinatal, disminución de la velocidad de crecimiento, predisposición a cambios fisiológicos (Davis et al., 1991; Theriez, 1991; Abella, 2005; Macedo et al., 2008; Fogarty, 2009; Berger, 2011).
- Productivos a medio y largo plazo: cambios epigenéticos producidos como consecuencia de la competencia entre fetos y disminución del peso al nacimiento de los corderos (Casellas et al., 2007c; Casellas y Caja, 2012).
- Parámetros técnicos y económicos: aumento de los costes de alimentación y necesidades de mano de obra e instalaciones (para las ovejas y corderos, respectivamente), así como un notable aumento de las dificultades de manejo (Pardos et al., 2007; Fantova y Pardos, 2007).

Por estas razones, es importante analizar las consecuencias de la mejora de la prolificidad y la consecuente reducción del peso al nacimiento de los corderos, sobre otros caracteres productivos en los corderos procedentes de partos múltiples y en la rentabilidad de las explotaciones.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

II. 1. LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR OVINO DE CARNE

II. 1. 1. En el mundo

En el año 2009, la producción de carne ovina a nivel mundial fue de aproximadamente 8,24 millones t (FAO, 2011). Durante ese año, la participación más importante fue la de China (25,3%), mientras que la Unión Europea (UE) ocupó el segundo lugar (10,6%), seguida de Australia y Nueva Zelanda (**Tabla 1**).

Tabla 1. Producción mundial de carne ovina en 2009

Países productores	Millones de toneladas
China	2,09
Unión Europea	0,87
Australia	0,65
Nueva Zelanda	0,47
Irán	0,35
Turquía	0,26
India	0,23
Pakistán	0,15
Sudan	0,15
Total Mundial	8,24

Fuente: FAOSTAT, 2011.

La producción mundial de carne ovina ha aumentado aproximadamente un 11% en el periodo 1999-2009 (FAO, 2011), aunque las variaciones en la producción han sido desiguales, observándose tendencias distintas en las diferentes áreas productoras. Mientras, en el citado periodo, en China la producción se ha incrementado un 57%, en la Unión Europea y Nueva Zelanda la producción ha disminuido un 27,8% y un 7,5%, respectivamente. Respecto a las exportaciones, los principales países exportadores de carne ovina en el mundo son Nueva Zelanda, que tiene como principal destino la UE, y Australia, que exporta fundamentalmente a Oriente Medio (Garnier, 2010).

II. 1. 2. En la Unión Europea

La Unión Europea produce aproximadamente el 13,7% de la producción mundial de ovino, siendo el Reino Unido y España los principales productores (31,2%, 14,6%, respectivamente, de la producción europea; FAO, 2011 y Eurostat, 2010).

Durante los últimos 10 años, los países de la Unión Europea (UE-27) han registrado una importante disminución de los censos ovinos y también de la producción. En 2010, el censo ovino en la UE fue de 99,8 millones cabezas y la producción de 1167,7 miles de toneladas. El Reino Unido presentó el mayor censo (31 millones cabezas) y la mayor producción (280,8 miles toneladas), seguido de España, Grecia, Rumanía, Italia y Francia (FAO, 2011). En el periodo 1999-2010, en el caso del Reino Unido la disminución del censo ovino fue del 59,4%, y en España del 23,3%. En Francia, Italia, Irlanda también se observaron disminuciones importantes. Durante dicho periodo el censo ovino total de la UE-27 ha presentado una disminución de aproximadamente 26 millones de cabezas (FAO, 2011).

Según los datos del año 2007 (Eurostat, 2008), el consumo de carne de ovino en la UE es muy bajo (3,0 kg/habitante y año) en comparación con otras carnes (41,3 kg para la carne de cerdo; 21,8 kg para el pollo; 8,8 kg para la carne bovina) con una caída de aproximadamente el 15% desde 1996 (Gabiña, 2011). En el año 2009, el consumo de carne de ovino en la UE se estima que ha disminuido en un 3,3%, en comparación al año 2008 (Unión Europea Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, 2010). Este consumo es muy desigual en los diferentes países de la UE, destacando Grecia (11,5 kg/habitante y año), seguido de Reino Unido (6,4 kg/habitante y año), Irlanda (5,4) y España (5,2 kg/habitante y año) (Eurostat, 2008).

II. 1. 3. En España

II. 1. 3. 1. El censo de ovino de carne

Entre los años 1999 y 2009, el censo total de ovino español disminuyó un 18,5% pasando de 24 millones de cabezas a algo menos de 20 millones (MARM, 2011).

En la **Tabla 2** se observa que el 81% del censo ovino se concentra en cinco comunidades autónomas: Extremadura, Castilla-León, Castilla-La Mancha, Andalucía y Aragón (10,6%). Cataluña con un censo de 633 miles de cabezas posee el 3,2% del censo nacional (MARM, 2011).

Tabla 2. Censo ovino español en 2009 distribuido por comunidades autónomas

Comunidades Autónomas	Censo (miles cabezas)	% sobre el total
Extremadura	3.903	19,8
Castilla y León	3.887	19,7
Castilla – La Mancha	3.283	16,6
Andalucía	2.822	14,3
Aragón	2.092	10,6
Murcia	677	3,4
Cataluña	633	3,2
Navarra	625	3,2
Comunidad Valenciana	479	2,4
País Vasco	333	1,7
Galicia	265	1,3
La Rioja	134	0,7
Madrid	104	0,5
Canarias	76	0,4
Total en España	19.718	100

Fuente: MARM, 2011.

II. 1. 3. 2. Distribución de las explotaciones de ovino de carne

En paralelo a la disminución del censo ovino de España el número de explotaciones también ha disminuido pasando de 122.196 explotaciones en el año 1999 a 68.975 en el año 2009 (-43,6%), de las que el 92% son explotaciones con tierra (INE, 2011). En el año 2009, el descenso del número de explotaciones fue más notable en las de aptitud cárnica (-12,4%) y en las mixtas (-18,6%) que en las de producción lechera, las cuales se han incrementado en un 14,7% (MARM, 2009).

A pesar de que tanto los censos como las explotaciones de ovino han disminuido, estas últimas lo han hecho en un mayor porcentaje produciéndose un fuerte proceso de concentración, así el tamaño medio del rebaño ha pasado de 172 a 240 cabezas/explotación.

La situación de la ganadería ovina en las distintas Comunidades Autónomas españolas es muy variada. Galicia concentra el mayor número de las explotaciones de ganado ovino (18%), aunque allí los rebaños son muy pequeños (alrededor de 15 ovejas). A parte de Galicia, donde la producción no es significativa en el total nacional, las comunidades con mayor número de explotaciones son: Extremadura, Castilla y

León, Andalucía y Castilla-La Mancha (**Tabla 3**). En relación al tamaño medio del rebaño se observan grandes diferencias entre comunidades; Aragón y Castilla-La Mancha cuentan con rebaños medios superiores a 470 cabezas, frente a Galicia, Canarias y País Vasco, donde la media no supera las 100 cabezas.

Tabla 3. Explotaciones y tamaño medio del rebaño ovino en diferentes comunidades autónomas, 2009

Comunidades Autónomas	Explotaciones	Cabezas/explotación
Galicia	12.148	15,3
Extremadura	9.301	365,1
Castilla y León	8.973	379,9
Andalucía	8.581	246,9
Castilla-La Mancha	5.434	474,8
País Vasco	4.539	60,0
Aragón	4.048	478,3
Cataluña	2.085	287,8
Canarias	1.262	49,1
Comunidad Valenciana	1.208	280,6
Total de España	68.975	240,0

Fuente: INE, 2011.

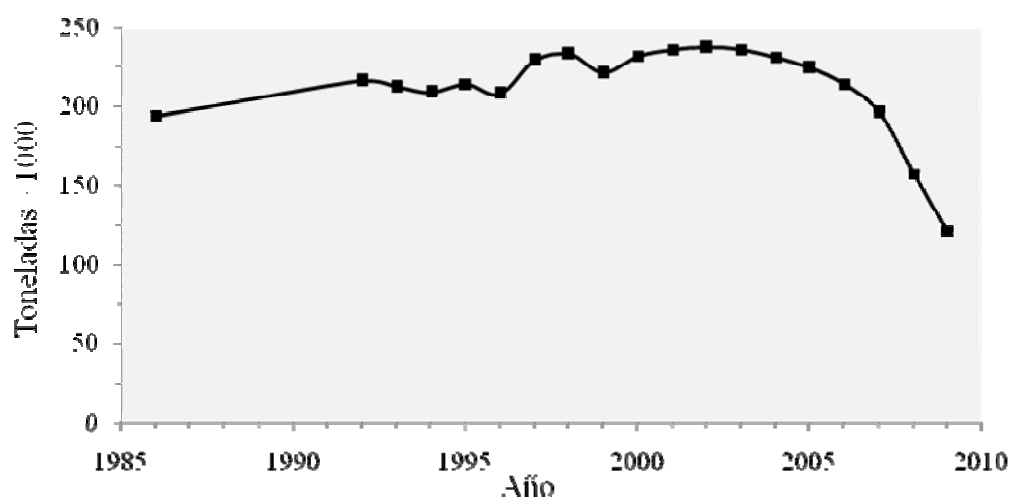
II. 1. 3. 3. Producción de carne

España es actualmente uno de los mayores productores del mundo de carne de ovino, situándose en 8ª posición a nivel mundial. De la carne de ovino producida en España, alrededor del 12% se destina a la exportación, siendo el peso de las importaciones inferior al 6% de la producción nacional (MARM, 2009). La producción ovina en 2009 ascendió a 124×10^3 t. En relación a la producción total de carne en España, la carne ovina ha perdido importancia, pasando de suponer el 4,3% en 1999 al 2,3% en el 2009.

Según la **Figura 1**, la evolución de la producción de carne de ovino en España durante las dos últimas décadas se puede dividir en dos periodos. El primer periodo, de 1986 a 2002, se caracterizó por un incremento continuado de la producción, de 194×10^3 t a 237×10^3 t, con ligeras oscilaciones. En el segundo periodo se produjo una fuerte reducción de la producción, que en 2009 alcanzó $124,4 \times 10^3$ t.

Por otro lado, desde 2007, el sector ovino se está viendo afectado de forma marcada por los precios altos de los alimentos y por unas las mayores exigencias de calidad que incrementan sus costes. Estos mayores costes no se han visto compensados por el precio del cordero y, por lo tanto, la rentabilidad de las explotaciones se ha visto afectada (MARM, 2009). Pardos (2008) señala otros factores importantes que afectan la rentabilidad, como son la globalización del mercado de la carne de ovino y el paulatino descenso del consumo de carne ovina y caprina en España, que ha pasado de $151,7 \times 10^3$ t en 1990 (3,85 kg/habitante) a $137,7 \times 10^3$ t en 2004 (3,19 kg/habitante) a pesar del notable aumento de la población (MARM, 2009).

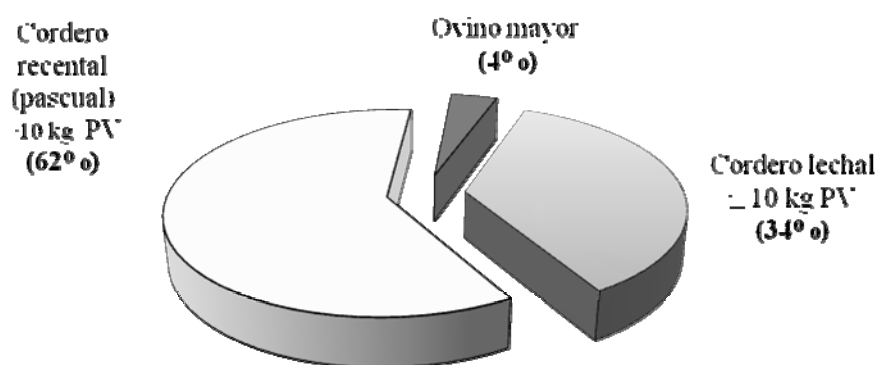
Figura 1. Evolución de la producción de la carne en España (MARM, 2009)



Otros aspectos que cabe resaltar y que se suman a los mencionados previamente son de carácter estructural y hace años que vienen afectando al sector productor. En este sentido cabe señalar el envejecimiento de los ganaderos y la falta de relevo generacional, así como las dificultades que existen en muchas zonas para encontrar pastores y personal cualificado (Sierra et al., 2003; Oregui y Falagán, 2006; Pardos, 2008). La disminución de superficies pastables, causada tanto por la urbanización, como por el cambio de usos de la tierra, también dificulta la práctica ganadera en algunas zonas tradicionalmente ovinas (Bouwman et al., 2005; Riedel et al., 2007). Por último debe destacarse el efecto de distintos brotes epizooticos que han tenido importantes repercusiones a nivel europeo (e.g., scrapie, lengua azul).

Respecto a las comunidades más productoras de carne de ovino en España, la principal es Castilla y León, dónde en el 2009 se sacrificaron 3,4 millones de animales seguida de Castilla-La Mancha (1,7), Cataluña (1,5) y Aragón (1,1 millones de animales), respectivamente (MARM, 2011). En la **Figura 2** se observa que el cordero pascual (actualmente denominado recental) constituye la principal categoría de cordero en la producción de carne de ovino española (MARM, 2011). Sin embargo, como resultado del encarecimiento de los piensos, en la última década se ha observado un incremento en el número de animales sacrificados como lechales en detrimento del cordero pascual (Benito, 2007).

Figura 2. Tipos de corderos producidos en España según el peso del sacrificio



Fuente: MARM, 2011

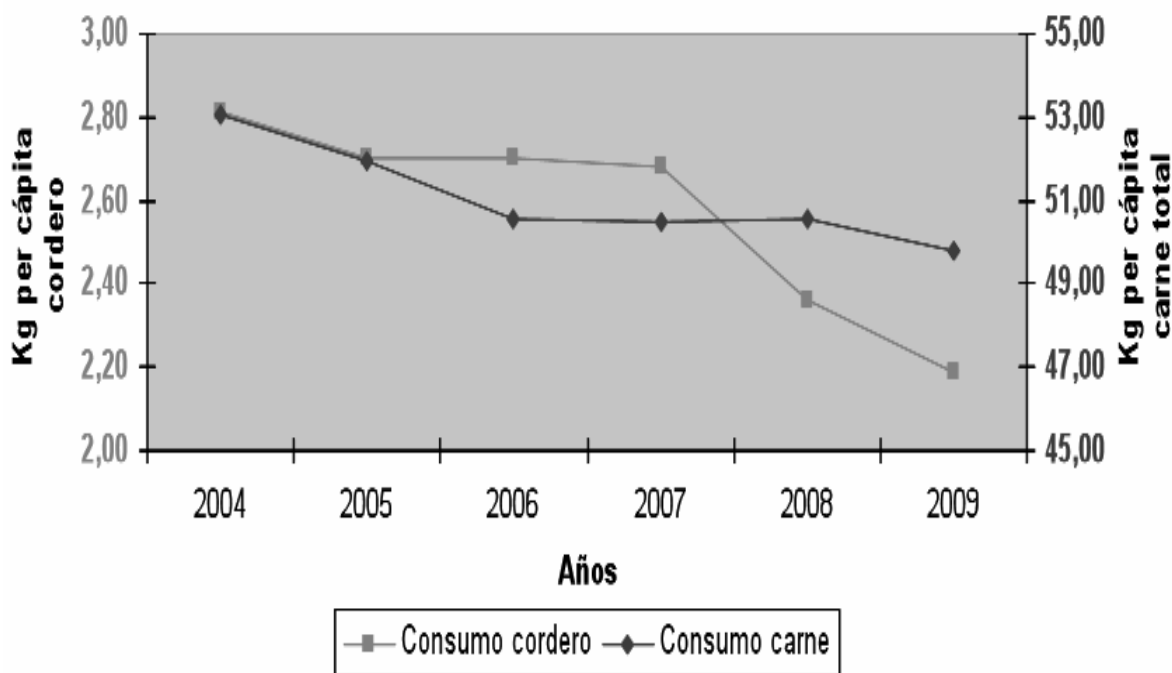
II. 1. 3. 4. Consumo de carne de ovino

Generalmente en España, el consumo de carne de ovino y caprino per cápita se sitúa en un nivel bajo en comparación a los otros tipos de carne consumidos. En 2009, el consumo medio en hogar fue de 2,2 kg/persona y año, respecto a los 49,8 kg/persona y año de la total de carne consumida (MARM, 2009). A esta cifra habría que añadirle el consumo en instituciones y restauración (MARM, 2010).

En los últimos seis años se ha producido un descenso del 21,4% del consumo per cápita de carne de ovino en los hogares españoles (**Figura 3**) debido principalmente a

una menor disponibilidad y, consecuentemente, a un aumento del precio por el cierre de muchas explotaciones ganaderas de ovino (Santaliestra-Pasías et al., 2010).

Figura 3. Evolución del consumo per cápita de carne total y de carne de cordero en España



Fuente: Santaliestra-Pasías et al., 2010

El consumo de la carne de cordero en España está muy relacionado con determinadas tradiciones y fiestas, de manera que su consumo es heterogéneo a lo largo del año, aumentando durante las festividades religiosas como Semana Santa, Navidad, el Ramadán y la Fiesta del Cordero (Garnier, 2010).

Además, territorialmente el consumo de carne ovina también es muy desigual en las diferentes comunidades autónomas, siendo Aragón la comunidad con más consumo (5,8 kg per cápita), seguido de Castilla-León (4,3 kg per cápita) y de la Rioja (3,7 kg per cápita), en el otro extremo las comunidades que menos consumen son: Andalucía (0,8 kg per cápita) y Canarias (0,45 kg per cápita) (Santaliestra-Pasías et al., 2010). Hay que comentar que estas diferencias en las cifras de consumo están también condicionadas por las diferencias en las calidades preferidas y gustos de cada comunidad. Así, mientras en Castilla y León gusta un cordero muy pequeño y característico (lechal), en Aragón o Cataluña se consumen animales de tamaño medio (ternasco y recental).

II. 1. 3. 5. Características de las razas españolas de producción de carne

En la **Tabla 4** se observa que las principales razas ovinas en España presentan una diferencia notable en cuanto a número de cabezas, aptitud de producción y participación en el censo nacional. A continuación se describen las razas ovinas autóctonas de aptitud cárnica más importantes de la cabaña ovina española: Merina, Rasa Aragonesa, Manchega y Segureña. A las que se ha unido la Ripollesa por ser objeto de esta tesis.

Tabla 4. Principales razas del ganado ovino en España

Raza	Censo (estimado)	%	Aptitud
Merina	3.400.000	15	Carne – lana
Rasa Aragonesa	2.100.000	10	Carne
Manchega	1.600.000	7	Carne - leche
Segureña	1.500.000	7	Carne
Castellana	1.250.000	6	Carne- leche
Assaf	900.000	4	Leche - lechazos
Churra	800.000	4	Leche - lechazos
Lacha	500.000	2	Leche - lechazos
Agrupación entrefino- fino	500.000	2	Carne
Navarra	470.000	2	Carne
Ojalada	300.000	1	Carne
Montesina	100.000	-	Carne ¹
Ovinos precoces	80.000	-	Carne - lana ¹
Ripollesa	70.000	-	Carne
Canaria	40.000	-	Leche - carne
Ojinegra	40.000	-	Carne

¹Modificado del original.

Fuente: Datos estimados procedentes de varias fuentes. Elaboración conjunta FEAGAS y SGPG (MARM, 2010)

Estas razas están bien adaptadas a las condiciones ambientales del país suelen explotarse en sistemas extensivos o semi-extensivos presentando unas características físicas y productivas muy diferentes, que se describen a continuación.

II. 1. 3. 5. 1. Merina

En el año 2009 el censo se estimó en alrededor de los 3,4 millones de cabezas (FEAGAS y SGPG). Se extiende principalmente en Extremadura y la zona centro. El peso medio en las hembras es de 30-35 kg y en los machos de unos 50 kg. Actualmente, se considera una productora de carne de alta calidad, produciendo corderos de 20 a 25

kg de peso vivo (12 -14 kg/canal) con edades de 60 a 90 días. Tiene una elevada fertilidad y una baja prolificidad (1,1-1,25 corderos/parto).

II. 1. 3. 5. 2. *Rasa Aragonesa*

Según el MARM, el censo estimado es de 2,1 millones de cabezas en 2009 (FEAGAS y SGPG). Se explota principalmente para la producción de carne. Ocupa el segundo puesto en importancia después de la Merina, representando el 10 % de la cabaña ovina nacional. Su área de ocupación es muy amplia, comprendiendo casi la totalidad de la Comunidad de Aragón, y zonas limítrofes: el Sur de Álava, la zona Este de Logroño, Soria y Guadalajara, el Oeste de Lérida, gran parte de la provincia de Tarragona y el Noroeste de Castellón. Se caracteriza por una elevada rusticidad, capacidad de pastoreo y adaptación al medio difícil en que se explota. La raza Rasa Aragonesa produce un tipo de cordero característico de la región, denominado “Ternasco” de 8,5 - 11,5 kg de peso canal y de una edad de 70 a 100 días con una alta calidad. Los valores de la prolificidad de la raza se sitúan entre 1,2 - 1,5 corderos/parto (<http://www.adinte.net/castelseras/produce/rasarago.htm>).

II. 1. 3. 5. 3. *Manchega*

El censo es de 1,6 millones de cabezas (FEAGAS y SGPG ,2009) y es una de las razas de ovino más importante, tanto por su censo como por sus características productivas (MARM). La raza presenta su mayor concentración en Castilla-La Mancha, que es su zona de origen. Además se explota en provincias próximas a ésta como Madrid, Comunidad Valenciana e incluso Castilla y León. La raza Manchega tiene doble aptitud leche - carne y se considera la mejor productora autóctona de leche, produciendo corderos pascuales de 22-28 kg de peso vivo y lechazos de 8-14 kg de peso vivo. La raza destaca por su gran longevidad, alta precocidad y prolificidad (1,4-1,6 corderos/parto), además de su facilidad al parto y gran instinto maternal (MARM).

II. 1. 3. 5. 4. *Segureña*

Esta raza se distribuye en las provincias de Granada, Murcia, Albacete, Jaén y Almería, que es una área que corresponde a las Sierras de Segura, presentando un censo de 1,5 millones de cabezas con 85% de pureza de la raza (FEAGAS y SGPG, 2009). Antiguamente se consideraba una variedad de la raza Manchega, con la que se

realizaron numerosos cruzamientos. La principal aptitud de esta raza es la producción de carne, dando corderos de tipo pascual, de una edad entre 70-90 d, y peso al sacrificio en torno de los 22-28 kg. Se caracteriza por una buena precocidad (10-12 meses) y elevada prolificidad (1,5-1,7 corderos/parto) así como por la tendencia a explotarse en un régimen de 3 partos/2 años.

II. 1. 3. 5. 5. Ripollesa

La raza Ripollesa se localiza en la comunidad de Cataluña; se extiende principalmente por las provincias de Barcelona y Gerona, aunque también existen núcleos en la provincia de Teruel (Caja et al., 2010; Esquivelzeta et al., 2011). Se explota actualmente en sistema semi-extensivo y es una raza muy rústica que se orienta básicamente a la producción de carne. Se ha sometida a cruzamientos con numerosas razas españolas (Segureña, Manchega y Rasa Aragonesa), así como extranjeras (Suffolk, Romanov y recientemente Lacaune-carne), lo que ha causado una gran heterogeneidad respecto a su pureza (Guillaumet y Caja, 2001). Su censo se estima actualmente en torno a las 40.000 cabezas (Caja et al., 2010). La raza Ripollesa produce corderos de tipo ternasco (recental) de 22-25 kg de peso vivo (canal de 10-12 kg) a una edad de 80-90 d.

II. 1. 3. 6. Sistemas de producción de ovino de carne

En España, existen diferentes sistemas de producción de carne ovina, con diferencias en cuanto a la cantidad de trabajo ganadero que emplean y al grado de intensificación de recursos alimenticios. Estos sistemas están condicionados por las características físicas y socio-económicas de las zonas en las que se desarrollan (Lavín, 1996; Torres, 1991; Guillaumet y Caja, 2001).

Según el MARM (Daza, 2002), en función del grado de extensificación, existen tres sistemas de producción de ovino de carne:

- **Sistemas extensivos:** se caractericen por un sistema de utilización mínima de suplementación alimentaria. Los ganaderos realizan una planificación de un parto

al año e intentan que coincidan las máximas necesidades del rebaño (ovejas y corderos) con las épocas de mayor producción de recursos naturales.

- Sistemas semi-extensivos: el manejo reproductivo se intensifica, realizando destetes precoces o semi-precoces de los corderos. Este sistema exige una suplementación alimenticia de alta calidad sobre todo de los reproductores. Se caracteriza generalmente por una gestión técnica y económica más avanzada.
- Sistemas intensivos: se caracterizan por presentar un tamaño del rebaño muy superior a los otros sistemas. Cuentan con estabulación permanente o semi-permanente, con inversiones importantes en edificios e instalaciones. Se suelen basar en la utilización de ovejas prolíficas o selectas de marcada aptitud cárnica. La alimentación se realiza mediante concentrado, heno, subproductos o mezclas completas. La mano de obra está cualificada y los programas higiénicos sanitarios son más rigurosos. En este sistema, se intensifica la reproducción de manera importante y se practican destetes precoces a las 4-5 semanas, cebando los corderos con paja y concentrado.

II. 1. 3. 7. Evolución de precio de la carne de ovino

Durante el año 2009 se ha observado un aumento en el precio de venta de la carne ovina, cuyo precio medio fue 7,049 €/kg canal, frente a 6,572 €/kg canal en 2008. En ese mismo año, los precios se mantuvieron altos en todas las categorías, excepto en la categoría de corderos lechales donde el precio bajó (MARM, 2009). En 2010 se observó una disminución de los precios medios de todas las categorías. El precio medio en canal registrado según categorías fue (MARM, 2009):

- Cordero (ternasco) de 7-10 kg/canal: 6,9484 €/kg.
- Cordero (recental) de 10-13 kg/canal: 8,2476 €/kg.
- Cordero (pascual) de 12-16 kg/canal: 5,9970 €/kg.

Los precios de las diferentes categorías presentan una gran variación a lo largo del año. Los valores más altos suelen darse en diciembre, mes en el que se vende alrededor del 12% del total anual de carne de cordero debido al consumo tradicional durante las fiestas navideñas. Durante la primavera y el verano los precios suelen bajar debido al aumento de la producción (MARM, 2007).

II. 1. 3. 8. Rentabilidad económica de las explotaciones ovinas de carne

Los factores internos que condicionan la rentabilidad de las explotaciones ovinas se podría clasificar en tres grandes grupos: por un lado están los índices técnicos de carácter productivo (parámetros reproductivos y productivos, genética, alimentación, sanidad, etc.), las características estructurales (superficie, tamaño y características del rebaño, tipo de mano de obra,...) y de gestión de la explotación (nivel de intensificación, capital, gestión de la mano de obra, tipo de producto obtenido, sistema de comercialización, etc.).

Deben también señalarse una serie de factores externos que forman el marco socio-económico de las explotaciones, como son: el precio de la carne, los piensos y otros inputs, así como las ayudas de las administraciones (UE, comunidad autónoma...) que tienen una gran importancia en los resultados económicos obtenidos por las explotaciones, siendo estos últimos los que presentan mayor dificultad a la hora de ser modificados por los ganaderos (Sierra, 1996).

En general, los estudios que analizan la rentabilidad de las explotaciones ovinas de carne, calculan parámetros como los márgenes bruto y neto, así como los costes fijos y variables de las explotaciones. Estos resultados suelen expresarse en unidades monetarias por oveja, por Unidad de Trabajo Año (UTA) o por explotación. Los indicadores de la rentabilidad se relacionan con los índices técnicos obtenidos en la explotación o con otros parámetros de carácter estructural o económico: el tamaño de la explotación, las características del factor trabajo, el número de ovejas por UTA, el precio de venta del cordero, el sistema de producción y las subvenciones percibidas.

En España, la rentabilidad real de las explotaciones de ovino de carne se ha visto limitada durante los últimos años por la subida del precio de los alimentos, el estancamiento del precio del cordero y la caída del consumo de carne ovina (Pardos, 2008). Como resultado, en los últimos 5 años han desaparecido unas 23.000 explotaciones de ovino (Sánchez Rodríguez, 2009; Efeagro, 2011).

En el caso de Aragón, Pardos (2008) ha estudiado la evolución de la rentabilidad de explotaciones ovinas de carne durante el periodo de 1997 a 2006. En este trabajo se

observa que, a lo largo de dicho periodo, el margen bruto medio por oveja fue de 26,7 €, siendo 12.776 € y 18.173 € el margen bruto por UTA y por explotación, respectivamente. Si no se tienen en cuenta las subvenciones, el margen bruto fue negativo, con un valor medio de -8,5 €/oveja. Al analizar el efecto de las ayudas, se observa que en los últimos 5 años del estudio (en los que se implantó la prima fija y las ayudas agroambientales) los resultados económicos han ido disminuyendo, tanto por oveja (-36%) como por UTA (-34%) y explotación (-33%), lo que significa una importante pérdida de rentabilidad en estas ganaderías.

En otro estudio económico semejante llevado a cabo en explotaciones ovinas de Navarra, Intxaurrendieta (2010) también comenta que el margen neto, calculado sin considerar las primas, está reduciéndose de modo prácticamente constante desde 2001, pasando de 14,6 €/oveja en 2001 a -9,5 €/oveja en 2009, habiendo llegado a -15,0 €/oveja en 2008 por efecto del incremento de los precios de las materias primas.

En relación a los costes, la alimentación se considera el componente más importante, ya que suele superar el 50% de los costes totales (Milán et al., 1999; Pardos, 2008; Fantova et al., 2008; Sánchez Rodríguez, 2009). Pardos (2008) obtiene una media del coste total de alimentación de 49,6 €/oveja reproductora (73% alimentación comprada, correspondiendo el 27% restante al autoconsumo).

Durante la última década, las explotaciones ovinas de carne españolas han sufrido un proceso de intensificación con una mayor dependencia de inputs externos. Pardos (2008) observa que en las explotaciones ovinas de carne de Aragón durante el periodo 1997- 2006 se ha incrementado la dependencia de la alimentación comprada (de 12,9 a 22,1€/oveja y año) y ha disminuido el autoconsumo (de 17,7 € a 11,9 €/oveja y año). Este incremento de los costes no se ha visto compensado con un aumento de los ingresos por oveja, debido al descenso en el precio medio del cordero, la disminución de las subvenciones (valor real) y la bajada del precio de los animales de desvieje y de las pieles (Fantova et al., 2008; Pardos, 2008).

Por otro lado, Pardos et al. (2008) al comparar tres grupos de explotaciones en función de sus costes de alimentación, señalaron que las explotaciones con menores costes son las que tienen mayor margen, a pesar de tener un menor número de partos

por oveja, una menor prolificidad media y una menor productividad (nº de corderos vendidos por oveja y año). En este mismo sentido, Pardos (2008) indicó que es fundamental optimizar los costes de alimentación, aprovechando al máximo la disponibilidad de pastos o el pastoreo de cultivos forrajeros y complementando a los animales en pesebre sólo cuando sea necesario. En el trabajo realizado por Milán et al. (1999) en explotaciones ovinas de raza Ripollesa se observa que las explotaciones con mayor orientación cerealista presentan menores costes de alimentación y mayor rentabilidad, en comparación a las que tienen mayor orientación forrajera. En Extremadura, Gaspar et al. (2008) analizan diferentes sistemas de producción y concluyen que la práctica de sistemas semi-intensivos con alta carga ganadera, así como el aprovechamiento conjunto por el ganado ovino y vacuno de las praderas de la dehesa, son estrategias que permiten mejorar la rentabilidad de las explotaciones.

Los costes de mano de obra representan, en la mayoría de las explotaciones, valores cercanos al 30%, siendo el segundo factor en importancia del coste total, tras la alimentación (Pardos, 2008). Teniendo en cuenta la importancia de este coste, las explotaciones ovinas deberían optimizar la utilización del factor de producción trabajo, maximizando el número de ovejas por UTA. Con respecto a la mano de obra, el valor medio total de las explotaciones ovinas de carne se encuentra entre las 1,4 y 2,2 UTA, siendo la mayor parte de carácter familiar (Milán et al., 1999, Pardos et al., 2008).

En los últimos años, en paralelo al incremento del tamaño medio de las explotaciones, el número de ovejas manejadas por UTA ha aumentado notablemente, superando las 500 ovejas (Pardos, 2008; Fantova et al., 2008; Pardos et al., 2010), lo que ha permitido un incremento de la productividad de la mano de obra y una disminución del coste de la misma. En este sentido varios autores (Sánchez Rodríguez, 2009; Pardos, 2008) resaltan la importancia de adecuar el número de ovejas a la mano de obra disponible, aumentando el censo en las explotaciones que tengan mayor disponibilidad de alimentación e instalaciones, en función de la intensificación reproductiva.

II. 1. 3. 9. Subvenciones destinadas al ganado ovino de carne

En España, el sector ovino-caprino representa el 8% de la producción final ganadera. Este sector, además de su historia y su utilidad en la producción de materias

primas para la alimentación humana (carne, leche...), tiene un importante papel en la vertebración del territorio, en el aprovechamiento de los recursos naturales y en el mantenimiento del tejido rural, representando una fuente de empleo en el área rural que favorece la conservación del espacio y los aspectos sociales y ambientales. Todos estos aspectos han sido tenidos en cuenta por la Política Agraria Comunitaria (PAC) a la hora de establecer la Organización Común de Mercado (OCM) del sector ovino y caprino, recibiendo sus explotaciones ayudas directas.

Por otro lado, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente español reconoce el papel esencial que juega la cabaña nacional de ovino y caprino y ha emprendido una serie de medidas de promoción y puesta en valor del sector, ordenadas dentro del Plan de Acción Integral para los sectores ovino-caprino durante el periodo 2008-12. Este Plan se concreta en una serie de medidas como la concesión de subvenciones para fomentar la producción de productos agroalimentarios de calidad, el fomento de los sistemas de producción con razas autóctonas y las agrupaciones de productores, el fomento del consumo de carne de ovino mediante campañas promocionales, así como la posible puesta en marcha de una marca de calidad de carne de ovino. Igualmente se traduce en la concesión de ayudas a los ganaderos de ovino en las zonas de restricción sanitaria por lengua azul, con el reparto de 620.000 derechos a prima en 2007 y de 335.000 en 2008 a los ganaderos que lo solicitaron.

A partir del 2012 el Ministerio propone que el sector ovino y caprino, mantenga su estructura de ayudas en dos líneas específicas de apoyo: calidad y vulnerabilidad. Esta propuesta supondría un incremento de la dotación presupuestaria destinada a los sectores caprino y ovino de leche. Las ayudas estarían destinadas a los productores de ovino y caprino cuya producción esté amparada por denominaciones de calidad, así como también ayudas específicas destinadas a productores de ovino que ordenen la oferta a través de la constitución de agrupaciones que faciliten su orientación hacia el mercado. Además, se propone aplicar una modulación en función de la aptitud productiva, de forma que las ovejas de carne cobrarían el 100% del importe unitario mientras que las ovejas de leche cobrarían el 70%. Otras ayudas están destinadas a compensar desventajas específicas de sus respectivos sistemas de producción.

Tal como se ha comentado, el sector ovino de carne es un sector subvencionado, en el que las ayudas suponen aproximadamente un 30% de los ingresos de las explotaciones (Milán et al., 2003; Gaspar et al., 2008; Pardos, 2008; Sánchez Rodríguez, 2009; Intxaurrendieta, 2010). Al analizar la evolución de las ayudas y su incidencia en la rentabilidad del ovino de carne, se observa que éstas tienen cada vez más peso. En Aragón, desde 2002-06 el porcentaje de las ayudas sobre el margen bruto ha pasado de representar un 103 al 151% (Pardos, 2008). En el caso de Navarra, Intxaurrendieta (2010) indica que un 132% del margen neto corresponde a las subvenciones. Fantova et al. (2008) han observado que la dependencia de las explotaciones a las subvenciones es aún mayor en los sistemas más extensivos.

II. 1. 4. En Cataluña

La crítica situación actual del sector ovino y caprino en España es también extensible al caso de Cataluña (i.e., subidas de precios de las materias primas para alimentación animal, situación sanitaria y las dificultades estructurales), necesitando igualmente de medidas para paliar las dificultades de las explotaciones con el fin de garantizar la actividad y viabilidad del sector.

En este sentido, en relación a los productores de ovino de raza Ripollesa de Cataluña, la prima que percibían procedente de la PAC ha quedado desacoplada en su totalidad e integrada en el pago único (Real Decreto 1680/2009). Por otro lado, al tratarse de una raza autóctona, los ganaderos pueden acogerse a las ayudas destinadas al fomento de sistemas de producción de razas ganaderas autóctonas en régimen extensivo (DOGC de 29 de mayo de 2009). Además, el ganadero puede recibir ayudas medioambientales destinadas a promover la conversión de los productores a la agricultura ecológica y a favorecer el pastoreo.

II. 1. 4. 1. Características del sector ovino de carne en Cataluña

La comunidad autónoma de Cataluña se sitúa al nordeste de la península Ibérica y la forman 4 provincias: Barcelona, Gerona, Lérida y Tarragona. Ocupa una superficie de unos 32.000 km², limita al Norte con Francia y Andorra, al Este con el mar Mediterráneo, al Sur con la Comunidad Valenciana, y al Oeste con Aragón. Se

caracteriza por un clima mediterráneo con grandes variaciones de temperatura entre sus diferentes zonas (costeras, interiores, montañosas...), pero en general tiene un clima suave en invierno y caluroso en verano con precipitaciones anuales medias de 650 milímetros (Idescat, 2011).

La economía catalana, en su conjunto, se caracteriza por su estructura industrial, la participación del sector primario en el Producto Interior Bruto (PIB) no sobrepasa el 2%. Por otro lado, la ganadería ocupa a menos del 3% de la población activa, pero contribuye a más de la mitad del PIB agrario (1,1%). De forma particular, destaca el ganado porcino, avícola y bovino, predominando los sistemas de producción intensiva muy especializada, con estabulación, y alto nivel tecnológico. El sector primario mantiene una estrecha relación con el sector agroalimentario. El sector ovino y caprino sólo supuso el 1,4% de la Producción Final Ganadera catalana en 2010 (Idescat, 2011).

En el año 2010 Cataluña contaba con alrededor de 2.000 explotaciones de ovino (INE, 2011) y un censo de más de 600.000 ovejas. Registró una producción total de carne ovina de 1,5 millones de cabezas sacrificadas, que corresponde a un peso canal total de 19,33 t. Toda esta producción tiene como destino el consumo directo (Idescat, 2011). En la **Tabla 5**, se observa que la distribución del censo ovino por provincias es muy irregular, concentrándose principalmente en la provincia de Lérida con el 42,8%.

Tabla 5. Distribución del censo ovino en Cataluña

Provincias	Cabezas
Lérida	273,8
Barcelona	167,3
Gerona	122,9
Tarragona	74,7
Cataluña	638,8

Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural. 2010

II. 1. 4. 2. Raza Ripollesa

II. 1. 4. 2. 1. Sistemas de producción

La raza Ripollesa es una raza autóctona de Cataluña, de carácter rústico y que se adapta a diferentes sistemas de explotación. En conjunto, la raza Ripollesa incluye ovinos de perfil convexo o subconvexo, proporciones alargadas y tamaño variable entre mediano y grande (ovejas: 40-60 kg; moruecos: 65-90 kg) (Guillaumet y Caja, 2001; Caja et al., 2010). Se trata de animales de lana y piel blanca, con manchas típicas de color negro o pardo oscuro de tamaño pequeño en la cabeza y extremidades. El estándar oficial de la raza se publicó en el Diario Oficial de la Generalitat de Cataluña en 1 de Marzo de 1991. En 1997, se calificó la raza Ripollesa en el Catalogo Oficial de razas de ganado de España (según BOE de 21/11/1997). La principal aptitud de la raza Ripollesa es la producción de corderos para carne.

El censo en pureza de esta raza se estima en 40.000 animales (Caja et al., 2010), de los cuales unos 10.000 están registrados en el Libro Genealógico (Torres, 2007), que está gestionado desde 1991 por la Asociación Nacional de Criadores de Ovino de Raza Ripollesa (ANCRI).

La mayoría de los rebaños de la raza Ripollesa se localizan en el Noreste de Cataluña, ocupando zonas geográficas de orografía y características agrarias muy variadas, que incluyen bosques y valles de montaña, llanuras cultivadas del interior, llegando hasta zonas de cultivos próximas al litoral (Guillaumet y Caja, 2001). El sistema productivo se caracteriza por rebaños medios de entre 200-800 ovejas en manejo semi-extensivo, con diferentes tipos de planificación reproductiva y complementando el pastoreo directo con henos, paja de cereales y concentrados. Milán y Caja (1999) han observado que en explotaciones con tamaños medios de 373 ovejas, la media de mano de obra empleada es de 1,9 UTA/explotación de las que 1,3 UTA corresponden a mano de obra familiar.

En Cataluña la producción de carne ovina se basa generalmente en sistemas extensivos y semi-extensivos (semi-estabulación) (Milán y Caja, 1999; Guillaumet y Caja, 2001). Estos sistemas se basan en el pastoreo de los recursos forrajeros de la explotación, así como de las rastrojeras de cereal y de los bosques próximos a la granja (Guillaumet y Caja, 2001). Además del pastoreo, es frecuente el aporte de una suplementación alimentaria en pesebre (heno de alfalfa, cereales, concentrados...) durante los periodos desfavorables o cuando aumentan las necesidades fisiológicas de

los animales. La carga ganadera suele estar entre 4 a 10 ovejas/ha (Guillaumet y Caja, 2001).

La organización reproductiva es muy variable y presenta diferentes grados de intensificación; en la mayoría de los casos se practica la monta continua con el objetivo de obtener una producción de corderos uniforme a lo largo del año (Fanlo, 1998; Milán y Caja, 1999; Jornada, 2005), mientras que en algunas explotaciones concentran la paridera para facilitar el manejo de la misma. Esta raza responde bien al efecto macho en primavera (Guillaumet y Caja, 2001).

El sistema de explotación tradicional, que se basaba en la trashumancia, ha desaparecido casi por completo, aunque aún existe algún rebaño que la practica (Milán y Caja, 1999).

II. 1. 4. 2. 2. Índices productivos de la raza Ripollesa

Se han realizado diferentes estudios sobre las características productivas de la raza Ripollesa. En la **Tabla 6** se presentan los valores medios indicativos de la productividad de la raza.

Tabla 6. Medias reproductivas y productivas de la raza Ripollesa

Carácter reproductivo	Media
Partos por oveja y año	1,32
Intervalo entre partos, días	277
Peso al nacimiento, kg	3,8
Mortalidad total de los corderos, %	13,6
Tasa de reposición, %	15,1
Productividad anual, corderos vendidos/oveja y año	1,34

Caja et al., 2010

Esta raza se caracteriza por una prolificidad media a baja que oscila entre 1,1 - 1,5 corderos nacidos por oveja y año (Torres, 1991; Milán et al., 1991, 1993 y Solanes et al., 1997). Los mayores partos dobles se concentran en las cubriciones de otoño (agosto a noviembre), periodo en el que la manifestación del estro es más evidente (Guillaumet y Caja, 2001). El incremento de la prolificidad ha sido priorizado desde el principio (1991) en el esquema de selección de la raza realizado por ANCRI.

Los rebaños de raza Ripollesa presentan una productividad media que varía entre 1,2 a 1,4 corderos vendidos por oveja y año (Torres, 2007; Caja et al., 2009, 2010), produciendo corderos de tipo "ternasco", con un peso vivo de 22-24 kg (Guillaumet y Caja, 2001), incluso a veces corderos lechales de peso vivo de 11-12 kg.

Una característica importante de esta raza es su poliestria, que permite obtener corderos en cualquier época del año. La raza presenta una precocidad retrasada con una edad media al primer parto en torno a los 18 meses (Fanlo, 1998; Jordana, 2005). Sin embargo, un adecuado manejo y la suplementación alimenticia de las corderas durante su primer año de vida podría mejorar este índice reproductivo (Guillaumet y Caja, 2001; Jordana, 2005).

En la raza Ripollesa, los corderos presentan un peso medio al nacer de 3,7-3,8 kg, con una tasa de ganancia media diaria que varía entre 210 a 275 g/d. Según Milán y Caja (1999), la mortalidad de los corderos en esta raza está en torno de 13% y el porcentaje de reposición de las ovejas alcanza valores del 15% (Milán et al., 1993; Guillaumet y Caja, 2001). Por otro lado, Casellas et al. (2007c) han calculado que la supervivencia de los corderos alcanza un máximo (93.5%) entre 3,3 y 5,4 kg, descendiendo marcadamente fuera de este intervalo, lo que pone de manifiesto la importancia del peso al nacimiento de los corderos.

II. 1. 4. 2. 3. Aspectos estructurales y económicos

En relación a los resultados económicos y a las características estructurales de las explotaciones ovinas con raza Ripollesa en Cataluña no se dispone de datos recientes, siendo el trabajo realizado por Milán et al. (1999; 2003) las únicas referencias bibliográficas disponibles. Respecto a los principales índices estructurales, los rebaños de raza Ripollesa presentan una gran variabilidad, aunque en su mayoría son de tamaño medio (370 ovejas y 10 moruecos). La relación reproductiva media es de 40,4 ovejas/morueco debiendo señalarse que prácticamente no se realizaba inseminación artificial y que la tasa de reposición media es de 17,3%. Prácticamente la totalidad de las explotaciones de raza Ripollesa presentan una base territorial estable (siendo en el 33% de las explotaciones arrendada) con una Superficie Agraria Útil (SAU) media de 51 ha (supone un 54% de la superficie total). Los cultivos forrajeros más habituales en

estas superficies son el raigrás italiano y la alfalfa. En muchos casos se arriendan pastos próximos.

En relación a la mano de obra, su valor medio es de 1,9 UTA, de las que 1,3 corresponden a mano de obra familiar, siendo el resto mano de obra asalariada. El porcentaje de la mano de obra asalariada es superior en las explotaciones con un tamaño del rebaño grande (>400 ovejas). El número medio de ovejas por UTA es de 196,3.

En relación con los aspectos económicos las explotaciones de Ripollesa se caracterizan por (Milán et al., 1999, 2003):

- Unos ingresos medios por oveja de 78,4 €, representando las subvenciones el 27,6% de los mismos.
- Existencia de una relación significativa entre los ingresos por oveja y la productividad numérica y ponderal de los rebaños, a pesar de la estacionalidad de los precios de la carne de ovino y a que predomina el sistema de monta continúa con partos durante todo del año.
- Los costes más importantes corresponden a la alimentación comprada (14,2 €/oveja) que supone un 69% de los costes totales (no se ha considerado el coste de la mano de obra), aunque se observa una gran variabilidad en este valor en función de la disponibilidad de superficie pastable.
- Gastos sanitarios medios por oveja (medicinas, tratamientos reproductivos y veterinario) de 2,6 €/oveja.
- Gastos de arrendamiento de pastos que suponen el 6,6% de los gastos totales por oveja.
- Otros gastos a tener en cuenta como los gastos de luz, agua, limpieza..., que alcanzan 1,4 €/oveja. Estos gastos tienen una relación inversa con el tamaño del rebaño.
- Inversiones en los edificios y las instalaciones destinadas al ganado ovino (77% de las explotaciones totales) durante los últimos 25 años.

Las explotaciones de Ripollesa se han clasificado en 4 tipos principales (Milán et al., 1999): 1) con orientación cerealista de gran superficie y con producción mixta

(cereal y ovino); 2) con orientación forrajera; 3) con elevada carga ganadera y mayor grado de intensificación; y 4) con gran base territorial y grandes rebaños. Los tipos 1 y 4 presentan menores costes de alimentación y por lo tanto menores costes totales. Las explotaciones del tipo 3 presentan el menor margen bruto por oveja (calculado sin considerar el coste de la mano de obra).

II. 2. IMPACTO DE LA PROLIFICIDAD EN LA PRODUCTIVIDAD Y LA RENTABILIDAD DE LAS EXPLOTACIONES OVINAS DE CARNE

II. 2. 1. Los factores de variación de la prolificidad

II. 2. 1. 1. Factores genéticos

En diversas razas de ovino se ha identificado la presencia de genes mayores con efecto mendeliano sobre la prolificidad, por lo que una selección a favor de estos genes permitiría un importante incremento del número de corderos nacidos en muy poco tiempo (Davis, 2005).

Estudios genéticos recientes de la prolificidad en los ovinos han destacado la importancia de 4 genes:

- Proteína morfogenética del hueso-15 (BMP-15),
- Factor de crecimiento y de diferenciación-9 (GDF -9),
- Receptor-1B de proteína morfogenética del hueso (BMPR-1B), y
- Gen Booroola (FecB).

Se ha demostrado que estos últimos afectan a la tasa de ovulación y al número de corderos nacidos a través diferentes mecanismos (Mulsant et al., 2003; Davis, 2005; Fabre, 2006).

En la raza Aragonesa se han detectado diversas variantes génicas en los genes BMP15 y GDF9. Sin embargo, sólo una de ellas se ha asociado al incremento en la tasa de ovulación y la prolificidad. Se trata de una delección de 17 nucleótidos (pb) en el gen que codifica la proteína BMP1, lo que da como resultado que las ovejas portadoras de dicha variante génica en heterocigosis tengan +0,32 corderos/parto que las ovejas no portadoras de la delección (Jurado et al., 2008; Martínez-Royo et al., 2008).

En la raza Merino se observó la acción del gen Booroola “FecB” sobre la prolificidad creando la raza “Merino Booroola (B°M)”, que tiene una prolificidad significativamente más alta que el promedio natural (Buratovich, 2010). La introducción del alelo B del gen “FecB” (Booroola) se ha traducido en un incremento en la prolificidad. El uso de este alelo en razas ovinas no prolíficas en India ha permitido mejorar su prolificidad (Kumar et al, 2008). Los procedimientos seguidos y los resultados obtenidos por la introgresión del FecB Booroola en Merinos d’Arles en Francia a largo plazo (1983-2006) ha sido detalladamente revisada por Teyssier et al. (2009).

En la raza Barbarine de Túnez, Jemmali et al. (2010) identificaron la presencia de la mutación S77F en el gen FecGH (gen mayor responsable de la prolificidad) lo que puede permitir un aumento rápido de la prolificidad.

Por otra parte, otros factores de tipo genético pueden afectar la prolificidad; de hecho se ha observado que una elevada consanguinidad produce reducciones en el número de corderos producidos por oveja debido a los descensos en la tasa de ovulación y a una mayor mortalidad embrionaria (Buratovich, 2010).

La mejora de la prolificidad puede abordarse adoptando otros métodos, tal como la selección de razas puras, que es un método importante a medio y largo plazo, pero lento, dada la baja heredabilidad de este carácter (Okut et al., 1999), o el empleo de cruzamientos con razas prolíficas (Finesa o Romanov). El cruzamiento con razas de elevada prolificidad ha sido una estrategia especialmente utilizada para conseguir efectos rápidos en la prolificidad. En el caso de las razas norteafricanas, se han realizado cruzamientos de la raza Timahdite de Marruecos con la raza de alta prolificidad D’man, obteniendo notables mejoras, a pesar de que se produjeron efectos secundarios en la mortalidad y el crecimiento de los corderos que pueden ser compensadas con mejoras en el manejo (Fadili, 2005).

II. 2. 1. 2. Factores epigenéticos

Como se ha mencionado anteriormente, la genética tiene una acción muy importante en la prolificidad, pero un gran potencial respecto a este parámetro

reproductivo se encuentra muy relacionado con otros factores epigenéticos como: el ambiente, el manejo y la alimentación.

II. 2. 1. 2. 1. Animal

- **Edad**

Diversos estudios muestran que la prolificidad depende de la edad del animal. Laster (1972) observó que un aumento en la edad al parto provoca un aumento significativo en el número de los corderos nacidos por oveja. Por otro lado, Buratovich (2010) indicó que el número de corderos nacidos vivos por oveja suele aumentar con la edad hasta los 5-6 años, descendiendo posteriormente hacia el final de su vida útil. Notter (2000), estudiando el efecto de la edad sobre la prolificidad de tres razas americanas, indicó que la edad de la oveja afecta la prolificidad mostrando la prolificidad se redujo en un 0,6 - 0,7 corderos en ovejas de 1 año, alrededor de 0,3 corderos en las de dos años, y 0,1 corderos en las de aproximadamente 3 años de edad, en relación con las ovejas adultas. La prolificidad de las ovejas mayores (> 8 años) se redujo en un 0,17-0,20 corderos en relación con las ovejas adultas (Notter, 2000).

- **Número de parto**

En pequeños rumiantes, la prolificidad se ve significativamente afectada por el número de partos. Clément et al. (1997) y Awemu et al. (1999) han indicado que la prolificidad aumenta con el número de partos, presentando su valor más alto a partir del quinto parto.

II. 2. 1. 2. 2. Factores ambientales

- **La estación del año**

La prolificidad se modifica según la estación del año en la que se realiza la monta o tiene lugar el parto. En general, la prolificidad es mayor cuando las cubriciones se realizan durante el otoño y menor para las cubriciones de primavera (Martínez-Rojero et al., 2011).

Respecto a la época de parto, en la raza Ripollesa se ha observado que en los partos realizados entre enero y junio se observa una prolificidad alta, mientras que entre septiembre y diciembre es más baja (Torres, 1991; Milán et al., 1993; Fanlo, 1998). En la raza Aragonesa, la estación de parto también presenta efectos significativos sobre la prolificidad (Gabiña, 1989). Notter (2000) ha confirmado en diferentes razas que la prolificidad es mayor en los partos de invierno y primavera (diciembre a mayo) y que no es diferente entre los meses dentro este periodo. Así, en las razas Targhee, Suffolk y Polypay, los valores de prolificidad en los partos de invierno-primavera fueron de 1,75, 1,91 y 2,13 respectivamente, y se redujo en los partos de verano (junio a agosto) en un promedio de 0,18 corderos en Targhee y 0,31 corderos en Polypay.

- **Factores climáticos**

Los factores climáticos (en especial la temperatura) se consideran de mayor importancia e incidencia en la prolificidad y en su expresión, y de forma directa sobre el número de óvulos producidos. Se ha observado que, en los animales sometidos a elevadas temperaturas se genera una reducción de la prolificidad debido a importantes reducciones en los porcentajes de viabilidad de los embriones (Buratovich, 2010). Lo mismo sucede por una exposición al frío, al viento, a la lluvia o al estrés (lluvia vs. hipertermia) durante o inmediatamente después del período de cubrición; en todos los casos se producen incrementos en la pérdida de óvulos, lo que provoca una disminución en el número de corderos nacidos (Buratovich, 2010). En caprino, Mellado et al., (2002) han mostrado que en las razas lactantes (México) se produce un incremento en la prolificidad cuando se dan temperaturas más frescas antes o después del momento de monta (1,56 vs. 1,65 para temperaturas altas y bajas respectivamente).

II. 2. 1. 2. 3. Manejo

- **Alimentación**

El manejo de la alimentación ha sido una práctica muy utilizada para mejorar la prolificidad de las ovejas. Conseguir unos buenos índices reproductivos requiere un sistema de alimentación adecuado cuantitativamente y cualitativamente durante el ciclo reproductivo de la oveja y en especial durante la cubrición. Suplementos alimenticios de corta duración (7-14 d), ricos en energía y proteína, mejoran la tasa de ovulación y la prolificidad (“flushing”).

Resultados obtenidos por Macedo y Alvarado (2005) en la raza Pelibuey en México muestran que es posible conseguir un aumento de la prolificidad de 0,73 corderos/parto (de 1,55 a 2,28) al pasar de un sistema extensivo de alimentación basada en pastos nativos y suplementadas con concentrado de bajo nivel de proteína (2,9 Mcal/kg MS y 11,6% PB) a una suplementación con concentrado de alto nivel de proteína (2,80 Mcal EM/kg MS y 18,8% PB).

Los efectos pueden también conseguirse únicamente por la mejora de las condiciones de pastoreo. Así, Viñoles et al. (2009) han observado un aumento de la prolificidad de ovejas Corriedale en Argentina, como respuesta a un periodo de 12 d de pastoreo en praderas de loto corniculado (*Lotus corniculatus*), en comparación con pastos nativos.

- **Tratamientos hormonales**

Los tratamientos hormonales se consideran uno de los métodos más eficaces para mejorar los resultados reproductivos en ovino. Respecto a la prolificidad, existen diferentes tipos de hormonas con las que se consigue un aumento marcado en el número de corderos nacidos por oveja (Bodin, 1979; Fuentes et al., 1984). Tratamientos con progesterona y/o FSH producen un aumento en el número de los corderos nacidos; no obstante, su combinación tiene un efecto más marcado que la aplicación individual (1,67 vs. 1,50 corderos/parto) (Knights et al., 2001; Fierroa et al., 2011). Del mismo modo, el tratamiento con progesterona y gonadotropina produce un aumento de la prolificidad (+0,14 corderos/parto), los partos múltiples y la productividad ponderal de la oveja (Rosado et al., 1998).

La melatonina, hormona resultante de los efectos del fotoperiodo, también tiene efectos sobre la reproducción de los ovinos y ha sido utilizada como una estrategia para aumentar la fertilidad de las ovejas y consecuentemente la producción de corderos (Brunet et al., 1995; Abecia, 2006; Scott, 2009). Sin embargo sus efectos sobre la prolificidad son reducidos y controvertidos.

II. 2. 2. Impacto de la prolificidad en la productividad numérica y los resultados económicos de las explotaciones ovinas de carne

La productividad en las explotaciones ganaderas se suele expresar de dos maneras: productividad ponderal, que se refiere a los kilos de cordero producidos por oveja y año, o como productividad numérica, que es el número de corderos producidos por oveja y año. Esta variable es muy importante y tiene una gran influencia en los resultados económicos de las explotaciones. La productividad depende fundamentalmente de tres componentes: la fertilidad (número de ovejas paridas por oveja cubierta), la prolificidad (número de corderos por parto) y la mortalidad de los corderos, afectando este último de forma negativa. Varios estudios confirman que la mejora de la productividad numérica depende de la prolificidad y de la disminución del intervalo entre partos. En la raza Ripollesa, Fanlo (1998) ha mostrado que la utilización de un sistema de partos acelerado (sistema “Star”) permite incrementar la productividad pasando de la media habitual de 1,38 a 1,96 corderos nacidos por oveja y año.

En los rebaños ovinos productores de carne, el factor que incide más en los resultados económicos es el número de corderos producidos por oveja, pues el coste estimado de producir dobles es aproximadamente sólo un 10% superior al coste de producir un único cordero. Igual que en otros tipos de ganaderías muy industrializadas y de alta eficiencia (producción porcina), es fundamental manejar una línea madre de alta prolificidad para aprovechar sus ventajas (producción y cría) (Claro, 2007).

Ludemann (2009) ha relacionado la prolificidad con la rentabilidad de las explotaciones observando que a partir de una prolificidad de 1,29 corderos/parto las explotaciones son rentables, para llegar al óptimo con una prolificidad de 1,9-2,0 corderos/parto. A partir de este valor la rentabilidad disminuye, causando un incremento de los costes, un aumento de la mortalidad y una disminución de la ganancia media diaria. En el mismo sentido, Pardos et al. (2007) han mostrado que, en la raza Rasa Aragonesa, a pesar de las consecuencias negativas de un aumento de la prolificidad (mayor mortalidad y costes de alimentación), los resultados económicos por oveja son mejores en las explotaciones más prolíficas, de manera que pasar de una prolificidad de 1,2 a 1,5 corderos/parto supone un aumento de 19 € en el margen bruto por oveja.

En otro trabajo realizado en la raza Rasa Aragonesa, en el que se estudió el impacto de la inseminación artificial en la prolificidad y en los resultados económicos,

se observó que los mejores resultados económicos se registraron en el caso de alta prolificidad, de manera que por cada incremento del 10% en los corderos nacidos por oveja inseminada se aumentó el margen bruto en 17,2 € por oveja (Blasco et al., 2002). Así mismo, Olivan y Pardos (2000) valoraron la incidencia de un aumento en la prolificidad en los resultados económicos de las explotaciones ovinas de raza Rasa Aragonesa, observando que al aumentar la prolificidad de 1,19 a 1,43 corderos/parto, se consiguió aumentar el número de corderos vendidos de 0,98 a 1,23 corderos/oveja, lo que representó un beneficio de 5,43 € más por oveja, y una ganancia anual de 2.719 €/año más por explotación.

Tal como se ha comentado la eficiencia reproductiva es un factor clave en la rentabilidad de las explotaciones ovinas de carne. Los análisis económicos de diferentes sistemas de producción ganadera muestran que la prolificidad tiene un impacto significativo en la rentabilidad, de modo que un mayor número de corderos nacidos puede llevar a mayores ingresos por la mayor disponibilidad de animales para la venta. Sin embargo, esto se acompaña de mayores costes de alimentación para las ovejas durante la gestación y la cría de corderos, así como con una mayor mortalidad de los corderos. Por estas razones, el valor económico de la prolificidad no es absoluto, sino que está determinado por un modelo de tipo bio-económico realista, que debe tener en cuenta las relaciones existentes entre la prolificidad, los costes de alimentación y la supervivencia de los corderos, además de otras características de importancia económica como se ha realizado en otros tipos de producción (Borg et al., 2007; Swan, 2009; Mora-Valverde, 2010).

II. 3. CONSECUENCIAS DE LA VARIACION DE LA PROLIFICIDAD

II. 3. 1. En los índices productivos

II. 3. 1. 1. Peso al nacimiento y supervivencia

La prolificidad tiene un efecto marcado sobre el peso al nacimiento de los corderos. Este efecto está condicionado además por otros factores, entre ellos: la raza, la alimentación y el sexo. Así, Theriez (1991) indicó que el primer y principal efecto del aumento de la prolificidad en ovino es una reducción progresiva del peso al nacimiento de los corderos (**Tabla 7**).

Laster (1972) mostró la existencia de una relación negativa entre el número de corderos nacidos y su peso al nacimiento. En el mismo sentido, Theriez (1991) confirmó que un aumento de la prolificidad se acompaña de reducciones progresivas en el peso al nacimiento de los corderos, suponiendo una media del 20% en el caso de los dobles y 34% en los triples, en comparación con los corderos simples e independientemente de los efectos de la alimentación y de la raza.

Tabla 7. Pesos relativos de corderos múltiples según el tipo de parto (Theriez, 1991)

Referencia	Peso relativo según el tipo de parto (1 = 100)		
	2	3	4
Philipps-Dawson (1937) ¹	82	55	-
Johansson-Hansson (1943) ¹	86	74	-
Dickinson et al. (1962) ¹	78	62	-
Yalsin y Bichare (1964) ¹	79	62 - 66	-
Donald y Russel (1970)	80	61,7	-
Maund et al. (1980)	77	64	-
Brelurut et al (np ³)	81-84	67-70	51 – 57
Davies (1990)	90	76	64
Donald y Russel (1970) ²	92	88	75
Robinson et al. (1977) ²	81	65	57
Robinson et al. (1977) ²	89	79	70
Brelurut et al. (np ³) ²	84	69	57

¹ Según Bradford (1985); ² Ovejas de raza Romanov y Finesa de raza pura o cruzadas; ³ no publicado.

Estudiando la influencia del gen FecB sobre los parámetros productivos de distintas razas ovinas, Abella (2005) y Fogarty (2009) indicaron también que los partos múltiples producen una disminución del peso al nacimiento de los corderos.

La diferencia de peso al nacimiento entre animales simples y múltiples se atribuye principalmente a que un feto único no tiene ninguna competencia durante su permanencia en el útero, ni por nutrientes ni por espacio, contrariamente a lo que sucede con los fetos múltiples (Macedo et al., 2008; Casellas et al., 2004). Además, el peso al nacimiento del cordero parece estar relacionado positivamente con el número y peso de los cotiledones del útero (Black, 1983). La competencia fetal se produce de manera que, en las gestaciones múltiples, el número de cotiledones por feto disminuye y aunque el peso por cotiledón aumenta, el intercambio de nutrientes por feto se reduce

disminuyendo el crecimiento fetal y por consiguiente su peso al nacimiento. Al principio de la gestación los fetos simples y dobles tienen un peso semejante pero, a partir del tercer mes, las diferencias de crecimiento entre ambos tipos de fetos comienzan a ser marcadas (Macedo et al., 2008). Por otro lado, Casellas y Caja (2012) han señalado la importancia de la competencia nutritiva entre fetos, indicando que, al aumentar la prolificidad, las corderas nacidas con bajo peso resultan perjudicadas de forma permanente su prolificidad debido a efectos epigenéticos.

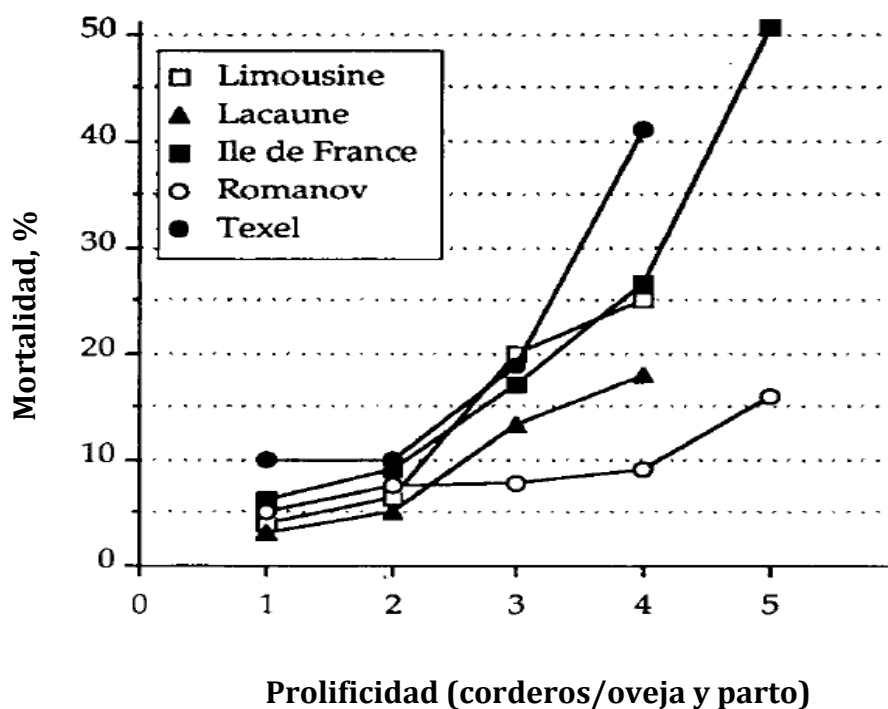
Respecto a la supervivencia de los corderos, en una revisión realizada por Forgarty (2009), se ha observado que existe una relación inversa entre el número de corderos nacidos y destetados, lo que supone una disminución de la supervivencia a medida que aumenta la prolificidad. Así, la supervivencia es más reducida en los partos de alto orden (triple, cuádruple...) y presenta valores parecidos en corderos simples y dobles. En el mismo sentido, Davis et al. (1991) han observado que la tasa media de supervivencia de las razas locales poco prolíficas supera en un 9,8% a la de los corderos de las razas más prolíficas, como la Merina Booroola. Gama et al. (1991) indicaron que el peso al nacimiento presenta un efecto cuadrático sobre la supervivencia de los corderos, encontrando pesos óptimos similares en las razas Finesa, Suffolk y Rambouillet. Casellas et al. (2004) han observado también que el peso al nacimiento de los corderos de raza Ripollesa influye de manera significativa sobre la supervivencia de los corderos con un peso óptimo de aproximadamente 4,3 kg.

Los corderos nacidos simples o dobles presentan normalmente una baja mortalidad, que puede llegar ser nula en condiciones higiénicas y de manejo razonables. Sin embargo, su valor es elevado en los partos de tres o más corderos, con una diferencia muy escasa entre los partos triples, cuádruples y quintuples, lo que se explica por la baja resistencia de los corderos a los partos difíciles (Thériez, 1991; Berger, 2011) (**Figura 4**).

Thériez (1991) ha señalado que los corderos procedentes de parto múltiple presentan valores de mortalidad perinatal y postnatal más elevados, principalmente debido al fenómeno de hipotermia y por la insuficiente ingestión de calostro por una competición crítica durante los primeros momentos de vida. Los corderos múltiples presentan una adaptación postnatal difícil debido a su inmadurez fisiológica al

nacimiento, en particular por un insuficiente desarrollo del tiroides, con una reducción de los niveles de triyodotironina (T3) y de tiroxina (T4) en sangre.

Figura 4. Evolución de la mortalidad perinatal según la prolificidad y la raza (Theriez, 1991)



El efecto de la prolificidad en el peso al nacimiento de los corderos, tiene además repercusiones sobre otros parámetros productivos importantes como son: la composición química al nacimiento, la velocidad de crecimiento y el peso al destete de los corderos. Estos efectos han sido confirmados en la raza Pelibuey (Macedo et al., 2008), entre otras.

II. 3. 1. 2. Composición corporal del cordero

La composición química del cuerpo del recién nacido se relaciona con la prolificidad, de manera que una reducción del peso al nacimiento se ve acompañada de una disminución de los contenidos en proteína y lípidos, aunque existen importantes diferencias según la raza (Theriez, 1991), tal como se resume en la **Tabla 8**.

Tabla 8. Composición química de corderos recién nacidos según la raza y el peso al nacimiento (Thériez, 1991).

Referencia	Raza	Peso al nacimiento, kg	Agua g/kg	Proteína g/kg	Energía Mcal/kg	Cenizas g/kg	
Villette y Aourousseau (1981)	Limousine	4,5	786	159	1,10	42	
		2,5	786	157	1,10	43	
	Romanov × Limousine	4,5	716	207	1,35	44	
		2,5	756	171	1,15	43	
	Ile de France	4,5	758	170	1,18	38	
		2,5	760	161	1,18	41	
	Ile de France × (Rom × Lim)	4,5	758	163	1,15	39	
		2,5	763	162	1,11	42	
	Villette y Thériez (1984)	Ile de France	4,5	764	166	1,17	40
			2,5	763	164	1,11	42
Pastoureau (no publicado)	Ile de France × (Rom × Lim)	4,5	721	189	1,51	41	
		2,5	729	176	1,36	43	
Variación		2,5 - 4,5	716 - 786	157 - 207	1,10 - 1,51	38 - 44	

II. 3. 1. 3. Prolificidad y velocidad de crecimiento

El crecimiento pre-destete depende fundamentalmente de la disponibilidad de leche, condicionada a la producción lechera de la madre, con reducidos efectos de otras características del cordero (sexo, sistema de producción, raza. Abella (2005) indicó que la ganancia diaria media de corderos simples y dobles nacidos de ovejas Booroola × Merino Australiano, difiere 40 g/d de 0-30 d de edad y 20 g/d de 30-70 d. Similares efectos han sido confirmados por Kumar (2008). Este autor indica que el tipo de parto afecta a la ganancia diaria de peso durante el primer periodo de vida, pero que los efectos desaparecen después durante la vida adulta.

La relación negativa que existe entre el número de corderos nacidos y el crecimiento, durante el período de cría, se debe a la limitación de la cantidad de leche disponible por cordero. Peart et al. (1975) han observado que el aumento de la producción de leche con el número de los corderos nacidos es insuficiente para asegurar una velocidad de crecimiento comparable a la de los corderos simples (**Tabla 9**).

Tabla 9. Producción lechera de ovejas cruzadas Finesas durante la cría de corderos (0-12 sem) en condiciones de pastoreo (Peart et al., 1975)

Ítem	Tipo de parto		
	Simple	Doble	Triple
Produccion lechera, kg/d	1,48 (100)	2,09 (141)	2,29 (155)
Disponibilidad de leche /animal, kg/d	1,9 (100)	1,5 (79)	1,2 (63)
Velocidad de crecimiento, g/d	293 (100)	241 (82)	193 (66)

Por otra parte, Theriez (1991) indicó que durante las 6 primeras semanas de vida, la ganancia media diaria depende del peso al nacimiento, de modo que aumenta de 24 g/d para cada incremento de 1 kg de peso al nacimiento.

Por otro lado, la reducción del consumo de leche durante las primeras semanas está también asociado a un menor coeficiente de digestibilidad de materia orgánica, lípidos, energía y minerales (P y Ca) que disminuyen con el peso al nacimiento, mientras que el de la proteína es independiente del peso al nacimiento (Theriez, 1991). El bajo coeficiente de digestibilidad de la leche en los corderos inmaduros de bajo peso es debido principalmente a

la digestibilidad de los lípidos, en particular de los ácidos grasos saturados (C_{16:0} y C_{18:0}) por una inmadurez digestiva e insuficiencia de sales biliares. Por ello resulta de gran importancia la calidad de la grasa incorporada en la ración de los animales procedentes de partos múltiples.

La **Tabla 10** se muestran los resultados obtenidos en raza Ripollesa y que confirman los efectos del tipo de parto en el peso al nacimiento, así como en su velocidad de crecimiento, que disminuyó 16 g/d respecto a los corderos dobles (-6,9%).

El impacto del peso al nacimiento sobre el consumo y el crecimiento de los corderos es muy marcado durante el periodo de alimentación láctea (cría) y se acentúa durante el segundo y el tercer mes para los corderos en pastoreo, mientras que se estabiliza en los corderos destetados y en engorde intensivo (Theriez, 1991).

Tabla 10. Pesos al nacimiento y ganancia media diaria en corderos de raza Ripollesa según el tipo de parto y el sexo (Fanlo et al., datos no publicados)

Tipo de parto	Sexo	Peso nacimiento (kg)	Crecimiento 0-90 d (g/d)
Simple	Hembra	3,8	233
	Macho	4,0	242
	Media	3,9	233
Doble	Hembra	3,4	210
	Macho	3,5	223
	Media	3,5	217

Citado por Guillaumet y Caja (2001).

II. 3. 1. 4. Composición corporal y composición de la canal

Los criterios para valorar la calidad de las canales de cordero se refieren generalmente al rendimiento, conformación y estado de engrasamiento de la canal, así como a la proporción de sus componentes químicos, tisulares y piezas comerciales. Todos ellos se ven afectados por el tipo de parto, especialmente en los animales procedentes de partos triples, independientemente de otros factores (nutrición, raza, sexo...). Thériz (1991) indicó que el peso al nacimiento modifica el porcentaje de grasa y hueso en la canal, así como la composición del esqueleto. La reducción del peso al nacimiento provoca una reducción de los

contenidos de agua y de proteínas en los huesos y un incremento de sus contenidos de cenizas y de lípidos, lo que refleja una madurez química del esqueleto superior. Los corderos de bajo peso al nacimiento presentan un lento metabolismo óseo y por lo tanto un menor potencial de crecimiento del esqueleto. Este último fenómeno podría explicarse por una hiposecreción de los factores de liberación de la secreción de la hormona de crecimiento (GRF). Respecto al peso de la canal, varía con el peso al nacimiento, aumentando aproximadamente 0,6 kg por cada kg suplementario al nacer (Thériez, 1991).

Respecto al engrasamiento de la canal, los corderos de bajo peso al nacimiento engordan más rápidamente, presentando un porcentaje de grasa más elevado que los corderos de elevado peso al nacimiento. Esto obliga en la mayoría de casos a reducir el peso al sacrificio de los corderos múltiples para evitar un exceso de grasa en la canal (Thériez, 1991) **(Tabla 11)**.

Tabla 11. Efecto de peso al nacimiento sobre la cantidad de lípidos (kg) en corderos de 35 kg de peso vivo (Villette, no publicado; Thériez, 1991)

Sexo	Peso al nacimiento	
	> 4,5 kg	< 2,5 kg
Machos	4,9 ± 0,6	6,3 ± 1,6
Hembras	6,2 ± 0,6	7,2 ± 0,4

En el mismo sentido, Fogarty (2009) observó que los corderos de la raza Merina portadores del gen FecB presentan una carne con mayor porcentaje de grasa (13% grasa química y 15% grasa subcutánea) y un menor porcentaje de hueso (-6%), que los de otras razas locales menos prolíficas.

II. 3. 2. En la regulación metabólica

Diversos estudios indican que el peso al nacimiento es una de las principales causas asociadas a una predisposición de alteraciones metabólicas, endocrinas y cardiovasculares durante la vida adulta (Smith et al., 2010). En humanos se ha confirmado que la aparición en la vida adulta de intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina, alta concentración de

cortisol en plasma, hipertensión y el desarrollo de diabetes tipo II, está asociado a bajos pesos al nacimiento (Hales et al., 1991; Clark, 1998). La aparición de dichas enfermedades durante la vida adulta se ha explicado como consecuencia de un retraso del crecimiento fetal prenatal y por un proceso complejo que se denomina “programación fetal” que está asociado a su vez a cambios (alteraciones) en la función del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA). Estas alteraciones empiezan con modificaciones en el crecimiento intrauterino durante la vida fetal y persisten toda la vida adulta, pudiendo llegar a ser transgeneracionales mediante mecanismos de acción de tipo épigenético.

Por otra parte, en ganado ovino, Oliver et al. (2002) confirmaron la relación entre peso al nacimiento, tolerancia a la glucosa y presión arterial, y Casellas y Caja (2012) han señalado efectos negativos permanentes en la prolificidad durante toda la vida productiva de ovejas de raza Ripollesa. Así, diferencias superiores a 200 g en el peso al nacimiento en corderos de parto gemelar supusieron una disminución de 0,13 corderos/parto durante toda la vida reproductiva ($1,525 \pm 0,032$ vs. $1,397 \pm 0,027$ corderos/parto).

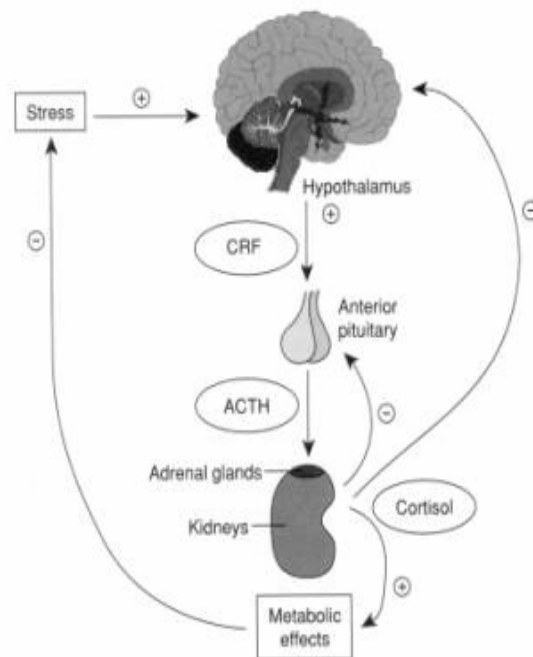
Es evidente que el crecimiento fetal (programación fetal) se regula principalmente por la nutrición materna durante la gestación (Godfrey et al., 1996; Labrada et al., 2001), pero sin embargo la regulación está afectada por otros factores relacionados con la madre, tales como su metabolismo, medio endocrino, flujo sanguíneo uterino, la capacidad de intercambio madre-feto a nivel placentario... Por ello, se puede considerar que el peso al nacimiento es resultado directo de la adaptación del feto al ambiente uterino, más que a la disponibilidad de nutrientes. Así el peso al nacimiento, puede considerarse relacionado con la predisposición a padecer las enfermedades comentadas anteriormente durante la vida adulta (Oliver et al., 2002).

El eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA) es un sistema complejo formado por tres órganos relacionados (**Figura 5**): el hipotálamo (situado en la base del cerebro), la hipófisis o glándula pituitaria (localizada bajo el hipotálamo) y las glándulas adrenales (localizadas en la parte anterior de los riñones). Las interacciones homeostáticas entre estos tres órganos constituyen el eje HHA, una parte esencial del sistema neuroendocrino que controla las reacciones al estrés y regula diversos procesos del organismo tales como la digestión, el

sistema inmune, la conducta sexual y el metabolismo energético (Milagro y Marques-Lopes, 2002).

El eje HHA constituye un sistema de control que interviene en la regulación endocrina así como en la mayor parte de las funciones fisiológicas del organismo. El hipotálamo recibe señales procedentes del sistema nervioso y de las concentraciones de nutrientes, electrolitos y hormonas que lo activan, constituyendo el principal coordinador del sistema endocrino y principalmente de la adenohipófisis (hipófisis glandular o anterior). Mediante esta regulación, las hormonas de la adenohipófisis se sintetizan y segregan en respuesta a las hormonas hipotalámicas liberadoras que son transportadas por la circulación portal hipotálamo-hipofisaria (Milagro y Marques-Lopes, 2002).

Figura 5. Eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA): CRF = hormona liberadora de corticotropina; ACTH = hormona adrenocorticotropa o corticotropina.



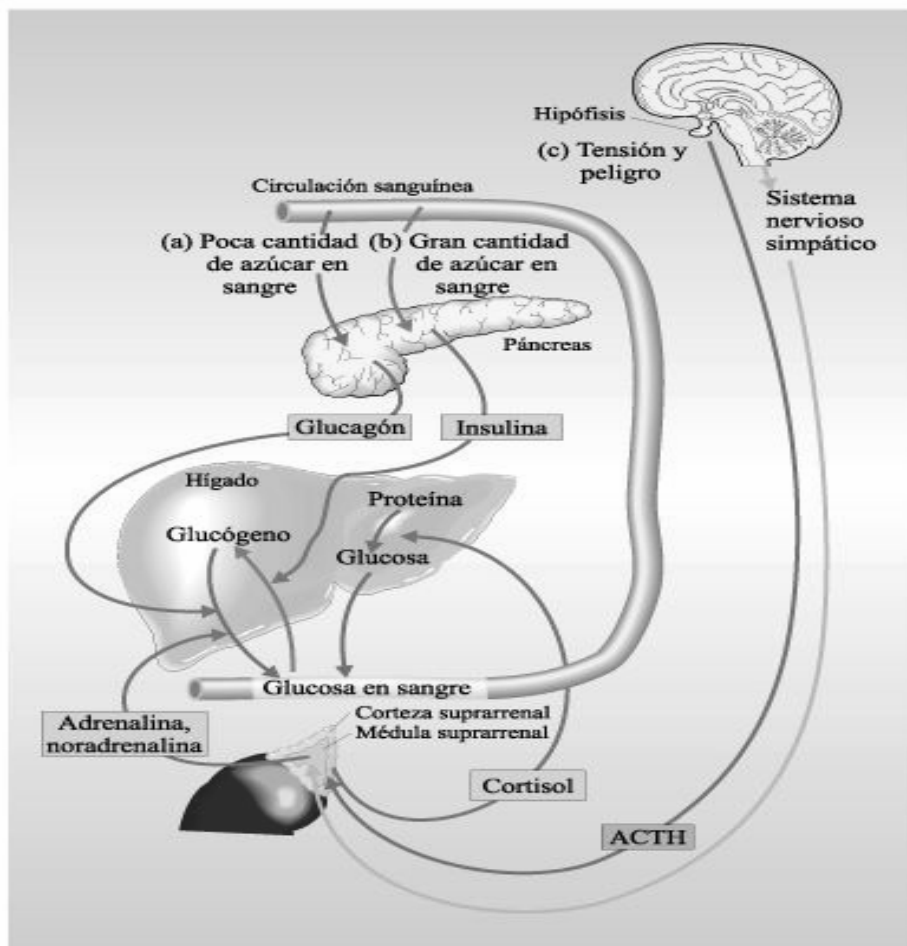
Las principales hormonas que intervienen en la regulación del eje HHA son:

- Hipotálamo: CRH o CRF (hormona liberadora de corticotropina) y TRH (tirotropina).
- Hipófisis: ACTH (adrenocorticotrópica o corticotropina), LH (luteinizante) y TSH (tiroestimulante).

- Glándulas adrenales: cortisol.

El hipotálamo controla la secreción de las hormonas tróficas por parte de la adenohipófisis y éstas, a su vez, estimulan la secreción de hormonas por parte del tiroides, la corteza adrenal y las gónadas (testículos y ovarios). Cuando la concentración de las hormonas producidas por estas glándulas aumenta en sangre, el hipotálamo disminuye su producción de hormonas liberadoras, la hipófisis reduce la suya y, en consecuencia, la producción de hormonas por las glándulas también desciende (**Figura 6**).

Figura 6. Regulación de la secreción de glucosa, insulina y cortisol por el eje HHA



Así, por ejemplo, en el caso de la glucosa, cuando su concentración en la sangre es baja, el páncreas libera glucagón, que estimula la degradación del glucógeno y la salida de glucosa del hígado. Por el contrario, cuando la glucosa es elevada, el páncreas libera insulina, que

incrementa la absorción de glucosa por las células y promueve su conversión y almacenamiento en forma de glucógeno (Curtis et al., 2008).

En situaciones en las que se altera el eje HHA (e.g., estrés o enfermedades), la ACTH producida por la hipófisis anterior estimula la corteza adrenal, lo que lleva a la liberación de cortisol y otras hormonas que incrementan la degradación de lípidos y proteínas y su conversión en glucosa por el hígado. Por otra parte, la estimulación de la médula adrenal por las fibras nerviosas del sistema nervioso autónomo, produce la liberación de adrenalina, que también eleva la concentración de glucosa en la sangre. La hormona del crecimiento y la somatostatina, también afectan los niveles de glucosa: la hormona del crecimiento inhibe la absorción y la oxidación de la glucosa y estimula la degradación de los ácidos grasos y ejerce así un efecto hiperglucemiante y la somatostatina influye en la velocidad de la absorción de la glucosa (Curtis et al., 2008).

Coniglio et al. (2004), han indicado que la resistencia a la insulina podría ser consecuencia de una estimulación del eje HHA, lo cual junto con una disminución de los niveles de hormona de crecimiento, aumentaría los depósitos grasos contribuyendo a elevar la resistencia a la insulina.

Resulta así de interés el estudio del impacto del peso al nacimiento, ya sea una consecuencia de la variación de las condiciones nutritivas durante la gestación o de la competencia fetal producida por una alta prolificidad, en su relación con los parámetros productivos durante el periodo predestete (tasa de crecimiento, edad y peso del destete, peso actual, supervivencia) y las alteraciones metabólicas y fisiológicas durante la vida adulta.

II. 3. 2. 1. Las concentraciones basales de glucosa e insulina

Diversos estudios han medido las concentraciones plasmáticas basales de glucosa e insulina en ovino, tal como se resume en la **Tabla 12**. Estos valores proceden de muestras obtenidas en experimentos de tolerancia a la inyección de glucosa o de insulina, y corresponden a tiempos antes de su aplicación. Se ha incluido en la tabla la transformación de los valores en las unidades más frecuentemente utilizadas a efectos de comparación.

Tabla 12. Valores basales de glucosa e insulina plasmática en ovino de diferentes edades

Referencia	Glucosa ¹		Insulina ^{2,3}	
	mg/dl	mmol/l	μUI/ml	ng/ml
McCann et al. (1986)	56	3,1	10,6	0,445
Recabarren et al. (2000)	58	3,2	5,52	0,231
Oliver et al. (2002)	41	2,3	8,1 (59 pmol)	0,174
Recabarren et al. (2004)	59	3,3	9,38	0,394
Recabarren et al. (2005)	62	3,4	4,43	0,186

¹1 mmol/l = 18 mg/dl; ²μUI/ml = 0.042 ng/ml; ³peso molecular = 5.733,49 g/mol.

El peso al nacimiento tiene un efecto sobre el perfil metabólico postnatal del cuerpo, que varía según la edad y el sexo. Así, Oliver et al. (2002) observaron que la concentración de glucosa e insulina en la plasma en los corderos jóvenes (5 meses de edad) y adultos (30 meses de edad) aumentó con el peso actual y disminuyó al aumentar su peso al nacimiento.

Aunque existe escasa información, todo indica que los resultados son diferentes según la especie y el sexo. Poore et al. (2004) observaron que, las concentraciones basales de insulina en cerdos machos en ayunas a los 3 meses de edad, estaban relacionadas positivamente con el peso actual y la velocidad de crecimiento. A los 12 meses, la concentración de insulina fue más baja en los animales de bajo peso al nacimiento que en los de alto peso al nacimiento. En el caso de las hembras las diferencias no fueron significativas a los 12 meses.

Respecto a la concentración de glucosa en ayunas, sus valores a los 3 meses de edad, se relacionaron positivamente con el peso actual y la velocidad de crecimiento, pero no hubo diferencias entre los cerdos de alto y bajo peso al nacimiento, para ambos sexos. Sin embargo, a los 12 meses de edad, los valores de glucosa en los cerdos machos de bajo peso al nacimiento fueron menores que los de los cerdos de alto peso al nacimiento. En el caso de las hembras, no se observaron diferencias significativas (Poore et al., 2004).

Smith et al. (2010) estudiaron el impacto de una desnutrición periconcepcional en ovejas gestantes sobre el funcionamiento del sistema glucosa-insulina y del eje HHA en los corderos al parto y a las 10 semanas de edad. De acuerdo a los resultados obtenidos, se

observaron diferencias significativas entre corderos simples y dobles en el peso al nacimiento (5,7 vs. 5,2 kg; -0,5 kg) y en las concentración basal de glucosa (3,6 vs. 2,4 mm/l; -1,2 mm/l) en ambos sexos, y en la concentración basal de insulina (4,9 vs 1,9 ng/ml; -3 ng/ml) sólo en el caso de las hembras, para corderos simples y dobles a las 10 semanas, respectivamente. Sin embargo, en la concentración basal de cortisol no se detectaron diferencias entre los dos tipos de corderos en ambos sexos.

La respuesta metabólica del eje HHA se evalúa mediante diferentes métodos, siendo el test de tolerancia a la glucosa (TTG), el test de respuesta a la insulina (Insulin Challenge) y el método simplificado “Quick” (índice cuantitativo de sensibilidad insulínica), los más utilizados. El “Quick” es un método cuantitativo y simple utilizado para evaluar la sensibilidad a la insulina midiendo la concentración de insulina y glucosa sérica en ayunas (Katz et al., 2000).

II. 3. 2. 2. Resistencia a la insulina

La insulina es una hormona clave para la regulación de la glucemia, se produce en las células beta (β) pancreáticas en proporción a la adiposidad en el cuerpo. Existe una relación de tipo hiperbólica entre la función de las células beta (β) y la sensibilidad a la insulina. La insulina ejerce su función al nivel del sistema nervioso central y tiene sus receptores en la región hipotalámica (Coniglio, 2004). La alteración del nivel de actividad insulínica da como resultado que la glucemia en ayunas, o después de una sobrecarga de glucosa en sangre, aumenten produciendo una hiperglucemia (Stumvoll et al., 2006). Así, Canova et al. (2002) han indicado que es evidente que la disminución de la sensibilidad a la insulina está asociada a un bloqueo de los receptores de insulina, lo que genera un síndrome metabólico complejo, posiblemente perturbando diversos pasos metabólicos y afectando el metabolismo de diversos sustratos, principalmente los relacionados con el de la glucosa.

La resistencia a la insulina se define como la disminución de la respuesta biológica a la actividad de la hormona, tanto para el depósito de glucosa (en el musculo esquelético) como para la supresión de la producción endógena de glucosa, implicando un efecto cuantitativo a nivel sanguíneo (Coniglio, 2004; Stumvoll et al., 2006). Sin embargo, en los casos de resistencia a la insulina, el problema de la reducción de la sensibilidad no parece encontrarse

predominantemente a nivel de los receptores, sino que se trata de un problema que refiere a un fenómeno particular de resistencia específica de la insulina para la glucosa y que afecta una vía metabólica intracelular no-oxidativa. Resulta así que, la resistencia a la acción hipoglucemiante de la insulina, daría lugar a la disminución de la oxidación y del almacenamiento de glucosa en tejidos insulinosensibles (músculos periféricos), aumentando su disponibilidad en otros tejidos y órganos (cerebro, eritrocitos,...) los cuales no dependen directamente de la insulina para el aprovechamiento de la glucosa (Canova et al., 2002).

II. 3. 2. 3. Determinación de la sensibilidad a la insulina

Para la evaluación de la sensibilidad a la insulina se usan diversos métodos. El más simple es aquél que se basa en medir la concentración de insulina plasmática en ayunas o después la ingestión de una cantidad estándar de glucosa. Su uso se basa en el principio de que la hiperglucemia provoca una mayor secreción de insulina, traduciéndose en una hiperinsulinemia (Canova et al., 2002).

En la práctica, la sensibilidad a la insulina se mide por la monitorización sanguínea después de una carga oral o intravenosa de glucosa, mediante el conocido como test de tolerancia a la glucosa (TTG). Después de la introducción de la glucosa, las concentraciones de insulina y glucosa se miden a intervalos cortos de tiempo durante un periodo de 2 a 4 h. La relación entre glucosa e insulina (G/I) se calcula en cada punto de la curva de tolerancia a la glucosa representativa del test. La mayor sensibilidad a la insulina se observa en los casos que muestran menores aumentos de glucemia plasmática por cada unidad de insulina, aunque debe tenerse en cuenta que la curva de tolerancia a la glucosa no presenta una medición cuantitativa de la sensibilidad a la insulina (Canova et al., 2002).

Por otra parte, Canova et al. (2002) han indicado que existen otros métodos que permiten observar el fenómeno de la resistencia a la insulina de manera cuantitativa y reproducible. El primero es la prueba de supresión de la insulina con “somatostatina”. Para su realización se aplica una dosis de somatostatina por vía parenteral (inhibiendo así la secreción endocrina pancreática), y administrando de forma constante glucosa e insulina durante 3 h. A intervalos fijos de tiempo se determina la glucemia y la insulinemia. Después de un periodo de 1 h, las concentraciones de insulina y glucosa en plasma deben estabilizarse. La

concentración plasmática de glucosa a las 3 h es ya una medida de la sensibilidad a la insulina. El segundo es la llamada pinza euglucémica-hiperinsulinémica (hyperinsulinemic-euglycemic clamp). La aplicación de la pinza comienza con la administración de un bolo de insulina. La hipoglucemia y su respuesta neuroendocrina se previenen mediante la administración constante de una solución de glucosa hipertónica y por la monitorización de la glucemia. La técnica de la pinza euglucémica se considera el método estándar para medir la sensibilidad a la insulina, posee características de alta precisión intraindividual y es el único procedimiento con el cual se controlan simultáneamente las variables insulina y glucosa. Por lo tanto, se puede observar el efecto de la insulina y de la glucosa a las concentraciones que se escojan y observar los efectos de esta manipulación sobre el metabolismo no sólo glucosídico, sino también lipídico, iónico y de aminoácidos (Canova et al., 2002).

Los trabajos de investigación realizados en animales han desarrollado los mismos métodos definidos anteriormente, desarrollados para ser usados en humanos, y que se basan en la colocación de catéteres y en inyecciones intravenosas de glucosa y/o insulina en ayunas (Sears et al., 1983; Spurlock et al., 1990; Kleef, 1996; Oliver et al., 2002; Poore et al., 2004). Sin embargo, un elemento fundamental en animales es el estrés que produce la manipulación experimental y sus efectos sobre el metabolismo glucídico.

Por otro lado, las diferencias entre especies, en relación a los rangos metodológicos de referencia y a los valores de glucemia e insulinemia, hacen necesario que un ensayo que fue originalmente desarrollado para su uso en humanos deba ser validado (precisión, exactitud, especificidad y sensibilidad) para su uso en animales e idealmente para las especies de animales que se desea analizar. A modo de ejemplo, las concentraciones de algunas hormonas (tiroxina, cortisol, estradiol y progesterona) son más bajas en animales que en humanos, así su determinación sin realizar las modificaciones respectivas, puede alterar la sensibilidad de los ensayos (Matamoros et al., 2002).

Canova et al. (2002) han comentado también que la obesidad puede ser la manifestación más frecuente del fenómeno de la resistencia a la insulina. Esto es debido a un aumento de la producción hepática de glucosa en condiciones de ayuno y durante el periodo posterior a la ingesta de alimento. Por otro lado, se ha demostrado la existencia de una relación entre

hipertensión-hiperinsulinemia, confirmando que la hipertensión arterial es una señal más de la resistencia a la insulina, en respuesta a la disminución de la captación corporal de glucosa inducida por la insulina.

II. 3. 2. 4. La resistencia a la insulina y el metabolismo lipídico

Se han identificado distintos mecanismos que median en la resistencia a la insulina, como es el caso de algunas hormonas circulantes, las citoquinas y los ácidos grasos libres no esterificados (AGNE o NEFA non-esterified free fatty acids) que se producen en el adipocito y modulan la acción insulínica. Una excesiva concentración de triglicéridos, especialmente en el tejido adiposo visceral o subcutáneo profundo, lleva a la resistencia a la insulina, a la supresión de la lipólisis y al incremento de la liberación y niveles circulantes de NEFA y glicerol que, a su vez, agravan la resistencia a la insulina en el músculo esquelético y en el hígado (Stumvoll et al., 2006).

Stumvoll et al. (2006) indicaron que, en los casos de resistencia a la insulina, las señales de insulina se bloquean debido a diferentes mecanismos moleculares, como es la desfosforilación de las cadenas laterales de tirosina (utilizada para la síntesis de tiroxina y cortisol) mediante las enzimas tirosinafosfatasas a nivel del receptor de insulina y de las proteínas IRS (sustratos del receptor quinasa de la insulina). La disminución de estas señales también puede producirse mediante la internalización del receptor de insulina y la degradación de las proteínas por los miembros de la familia de proteínas supresoras de las señales de citoquinas.

Los NEFAs inhiben el metabolismo de la glucosa, estimulado por la insulina en el músculo esquelético, estimulan la gluconeogénesis hepática y activan las quinasas celulares, mediante el incremento en los niveles de diacilglicerol que activa las quinasas inflamatorias y aumenta la fosforilación de serina y treonina (receptores específicos de insulina), provocando así una inhibición de la acción de insulina (Stumvoll et al., 2006).

Por otra parte, una severa hipoinsulinemia incrementa la actividad de la lipasa (una enzima muy sensible a la insulina) la cual induce un aumento de la lipólisis (ruptura de los triglicéridos del tejido adiposo). En consecuencia, aumentan los niveles de NEFAs en sangre

y el exceso de NEFAs afecta las señales de insulina. En paralelo al incremento de la concentración de NEFAs, las concentraciones de adiponectina (una hormona a la cual se le atribuye un importante papel antidiabético (Elisondo et al., 2008) disminuyen, lo cual reduce la sensibilidad a la insulina a nivel hepático y muscular (Stumvoll et al., 2006).

En general, las relaciones entre resistencia a la insulina y aumento de NEFAs en la sangre son numerosas y complejas. Rodríguez (2002) ha indicado que existen evidencias de que los AGNEs constituyen un vínculo importante entre la obesidad, la resistencia a la insulina y la diabetes mellitus no insulino-dependiente (DMNID). Primero, los niveles de AGNEs en plasma se encuentran elevados en la mayoría de los obesos. Segundo, las elevaciones fisiológicas de los niveles de AGNEs inhiben la entrada de glucosa a las células estimuladas por la insulina de manera dosis-dependiente en el caso de pacientes DMNID.

En humanos, Daniel et al. (1999) han observado que un bajo peso al nacimiento se asocia con resistencia a la insulina e hipoinsulinemia en la vida joven y adulta, particularmente en los hombres, de manera que el individuo de bajo peso al nacer es menos sensible a la insulina y tiene una mayor secreción de insulina independientemente de su peso actual.

En el caso de porcino, Poore et al. (2004) han estudiado la sensibilidad a la insulina en cerdos jóvenes (3 meses) y adultos (12 meses) en función del peso al nacimiento, tal como se ha comentado anteriormente. Estos autores han observado además, que el efecto del peso al nacimiento en los test de insulina tiene una respuesta variable y dependiente de otros aspectos. Así, el peso al nacimiento de los lechones no está relacionado directamente con la sensibilidad postnatal a la insulina en los cerdos jóvenes (3 meses), pero tiene un efecto sobre la velocidad de crecimiento postnatal y en el desarrollo de una menor sensibilidad a la insulina en cerdos machos adultos (12 meses), pero no en las hembras (Poore et al., 2004).

Todo parece indicar que los efectos del peso al nacimiento dependen del sexo por medio de sus diferencias en la velocidad de crecimiento. Así, en los machos de bajo peso al nacimiento se produce una fase muy precoz de recuperación del atraso de crecimiento durante el primer mes de vida, lo que consigue igualar el peso con los de alto peso al nacimiento a una

edad de 3 meses, pero provoca una alta sensibilidad a la insulina. Sin embargo, en las hembras de bajo peso al nacimiento, la velocidad de crecimiento postnatal y la sensibilidad a la insulina son bajas durante los 3 primeros meses de vida, y su peso se mantiene inferior a las de alto peso al nacimiento hasta una edad de 12 meses. A mayor edad (12 meses), en ambos sexos se observa una reducción de la sensibilidad a la insulina.

La relación negativa que existe entre el peso al nacimiento, la tolerancia a la glucosa y la presión arterial en ovino joven (5 meses) desaparece al llegar a adultos (30 meses) (Oliver et al., 2002). Así mismo, los machos jóvenes (3 meses) de bajo peso al nacimiento presentan una alta sensibilidad a la insulina, sin embargo, en las hembras jóvenes (3 meses) el bajo peso al nacimiento se asocia con una menor sensibilidad a la insulina. A los 12 meses, después de una recuperación postnatal del crecimiento, se produce una elevación de la resistencia a la insulina, independientemente del sexo (Oliver et al., 2002).

La sensibilidad a la insulina podría ser un mecanismo de adaptación fisiológica a una restricción alimenticia previa. En este sentido, Recabarren et al. (2005) han observado que en ovino el ayuno está asociado a una resistencia insulínica como un fenómeno adaptativo a la baja ingesta calórica.

II. 3. 2. 5. Intolerancia a la glucosa

Por definición, el fenómeno de intolerancia a la glucosa es una forma de prediabetes en la que el individuo tiene valores elevados de glucosa en la sangre sin llegar a los valores de una diabetes de tipo II. En la práctica se produce una alteración de la producción y el abastecimiento de insulina y, como consecuencia, la glucosa en sangre no se absorbe correctamente y los niveles de azúcar permanecen por encima de lo que deberían estar. Una elevación de la presión arterial, así como aumentos y bajadas de peso aparentemente no justificados, son los principales síntomas de la intolerancia a la glucosa.

En los humanos, los individuos que tienen intolerancia a la glucosa comparten el problema de tener también resistencia a la insulina. Inicialmente, el cuerpo se vuelve insensible a los efectos de la insulina, aunque al principio la resistencia a la insulina es moderada y la intolerancia a la glucosa es asimétrica, pero conlleva un riesgo muy alto de

desarrollar diabetes de tipo II durante la vida adulta. Stumvoll et al. (2006) han indicado que en el caso de la intolerancia a la glucosa, se produce un aumento de reactivos de oxígeno en las células beta (β) del páncreas y, en consecuencia, se provoca su disfunción disminuyendo la producción insulínica. Por otra parte, tal como señalan estos autores, con la intolerancia a la glucosa, las concentraciones de glucosa en ayunas aumentan (hiperglucemia) produciéndose simultáneamente una hiperinsulinemia que no es metabólicamente efectiva.

La medición de la tolerancia a la glucosa se realiza de forma simple y rápida. En condiciones de ayuno, el individuo recibe una solución (normalmente oral) que contiene una cantidad conocida de glucosa y se toman muestras de sangre (antes de recibir la solución y cada 30 a 60 min) durante 3 h. Otra forma posible, aunque menos común, son las pruebas intravenosas de tolerancia a la glucosa. Para realizar este tipo de prueba, al individuo se le inyecta una cantidad conocida de glucosa a través una vena durante 3 min y se miden los niveles de insulina en la sangre a diferentes tiempos (antes de inyectarla, 1 y 3 min) (Becerril, 1999). La validez de los diferentes métodos comentados anteriormente, ha sido comprobada en humanos y en animales.

En humanos, Hales et al. (1991) han indicado que, un bajo peso al nacimiento y una baja velocidad de crecimiento durante la infancia, están asociados a la aparición de una intolerancia a la glucosa. En ovino, se ha intentado distinguir entre los efectos de una subnutrición materna durante el final de gestación y de un bajo peso al nacimiento sobre la regulación metabólica, endocrina y cardiovascular en la vida adulta. Oliver et al. (2002) han concluido que el peso al nacimiento de los corderos es clave para determinar algunos aspectos metabólicos postnatales tales como la tolerancia a la glucosa y la presión arterial. Realizando la prueba de tolerancia a glucosa, Oliver et al. (2002), observaron que la concentración de glucosa en plasma depende del peso al nacimiento y el peso actual en una edad joven (5 meses), disminuyendo al aumentar el peso al nacimiento (-6,0 moles/kg peso al nacimiento) y aumentando con el peso actual. Igualmente observaron que la concentración de insulina aumenta con el peso actual. Por otro lado, a una edad superior a 30 meses se ha observado que el efecto del peso al nacimiento sobre la glucemia desaparece, mientras que la concentración de insulina sigue aumentando con el peso actual pero disminuye con el peso al nacimiento.

Oliver et al. (2002) concluyeron que hay una relación negativa entre el peso al nacimiento y la tolerancia a la glucosa en los ovinos jóvenes (5 meses), que desaparece en los adultos (30 meses). Así mismo, la presión arterial de los corderos disminuye al aumentar el peso al nacimiento ($-4,0$ mm/kg peso al nacimiento) durante la vida joven, aunque la relación desaparece a edades tardías en la vida adulta.

III-OBJETIVOS

III-OBJETIVOS

El presente estudio se dirigió a valorar los efectos de la prolificidad en la rentabilidad de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña y a explorar las repercusiones de ese factor sobre los parámetros fisiológicos de las futuras corderas de reposición. En este sentido, se estudiaron:

- Las características estructurales y productivas de una muestra de explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.
- El efecto los principales factores que condicionan la rentabilidad de las referidas explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña y el impacto de la prolificidad en la productividad y costes de la alimentación.
- Las consecuencias fisiológicas de las diferencias de peso al nacimiento producidas por el aumento de la prolificidad, mediante la valoración de la capacidad de respuesta metabólica del eje hipotalámico-hipofisario (i.e., tests de respuesta a glucosa e insulina), en una muestra de corderas de reposición de raza Ripollesa.

IV- EL AUMENTO DE LA PROLIFICIDAD EN EL GANADO OVINO

IV. EL AUMENTO DE LA PROLIFICIDAD EN EL GANADO OVINO

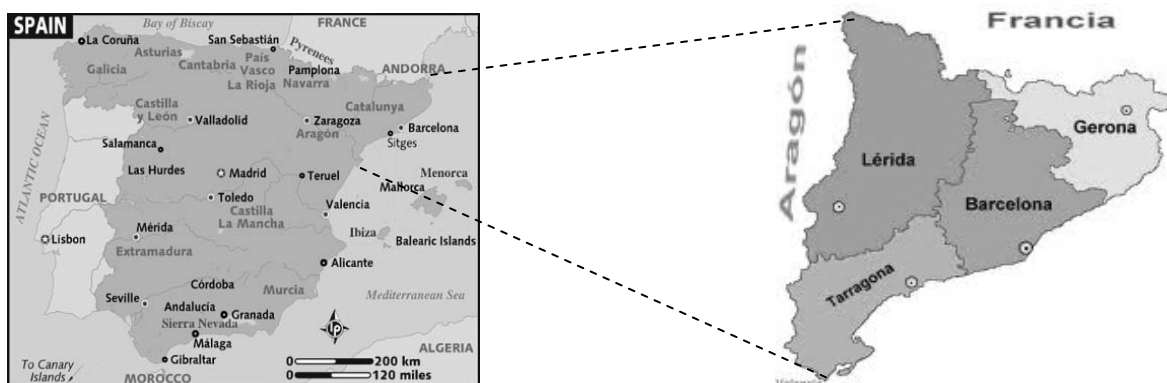
IV. 1. Estudio Económico: Efectos económicos en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

IV. 1. 1. Material y Métodos

IV. 1. 1. 1. Área del estudio

Cataluña está situada en el Noreste de la Península Ibérica y ocupa un área de 31.930 kilómetros cuadrados, lo que corresponde al 3,6% del territorio español (**Figura 7**). Cataluña es una comunidad autónoma de España y está dividida administrativamente en cuatro provincias: Barcelona, Gerona, Lleida y Tarragona. Limita al Norte con Francia y Andorra, al Oeste con Aragón, al Sur con Valencia y al Este con el Mar Mediterráneo, con 580 kilómetros de costa. En relación a su relieve presenta tres grandes unidades morfo-estructurales generales: los Pirineos que es una formación montañosa que conecta la Península Ibérica con el territorio continental europeo y queda situado al Norte de Cataluña; el Sistema Mediterráneo Catalán o Cordilleras Costero Catalanas formadas por una alternancia de elevaciones y llanuras en paralelo a la costa mediterránea, y la Depresión Central que configura el sector oriental del Valle del Ebro que está situada entre las anteriores.

Figura 7. Comunidad Autónoma de Cataluña (España)



Según el censo de población de 2010, Cataluña tiene 7.512 miles de habitantes, con una densidad de 232 habitantes/km² (Idescat, 2011). Posee el 16% de la población de España y es la segunda comunidad más poblada tras Andalucía. El 16,4% de esta población es de origen

inmigrante. La capital de Cataluña (Barcelona) alberga aproximadamente 1,6 millones de personas en 100 km² de superficie. El resto de la población de Cataluña se concentra en la costa norte (Costa Brava), la costa sur (Costa Dorada), el valle del río Llobregat hasta Manresa, y las ciudades interiores de Lérida (al oeste) y Gerona (al noreste).

En Cataluña se distinguen dos grandes zonas: la zona húmeda y la seca. La zona húmeda comprende los Pirineos, Prepirineos y áreas más altas de la depresión Central y del sistema Litoral; esta zona se caracteriza por precipitaciones superiores a los 600 mm anuales, veranos frescos e inviernos fríos. La zona seca (costa y núcleo interior de la depresión) se caracteriza por presentar un nivel de precipitaciones medias inferiores a los 600 mm, con un ambiente mediterráneo al nivel de la costa (veranos largos y secos, inviernos muy suaves y el máximo de precipitaciones en otoño y primavera).

IV. 1. 1. 2. Recogida de información

Los datos han sido obtenidos mediante encuestas realizadas personalmente a los responsables de explotaciones ovinas de carne de raza Ripollesa, que están incorporadas en la Asociación Nacional de Criadores de la raza Ripollesa (ANCRI) de Cataluña. Se eligieron explotaciones que por un lado dispusieran de datos económicos y técnicos y por otro fueran representativas de las diferentes zonas de ubicación de la raza, así como de diferentes tamaños de los rebaños.

Se realizó un modelo de encuesta que recogía datos estructurales: el rebaño, la superficie cultivada y pastable, la mano de obra y las infraestructuras (edificios y maquinaria) de la explotación; índices técnicos y de manejo: prolificidad, productividad, manejo de la alimentación y reproducción; así como datos económicos: precios de compra de los diferentes inputs y de venta de los productos, en todos los casos relacionados con la actividad ovina.

Las encuestas se realizaron durante los meses de marzo, mayo y junio del año 2011 y la información se refiere al 2010. En total, se obtuvo información de 11 explotaciones, aunque finalmente por ser deficiente la información de una de ellas sólo se analizaron 10; el 80% de estas explotaciones están ubicadas en la provincia de Girona, principal área de influencia de la raza Ripollesa, el 20% restante se sitúan en la provincia de Barcelona (**Figura 8**).

Figura 8. Área de la explotación de la raza Ripollesa (Feagas)



IV. 1. 1. 3. Análisis de datos

Se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2007 para realizar el cálculo de los costes y el análisis descriptivo de los datos (caracterización de las explotaciones y estructura de costes e ingresos y rentabilidad de las explotaciones), así como la relación existente entre los resultados económicos y la prolificidad, el tamaño del rebaño, la productividad y los costes de alimentación. El análisis de varianza se realizó con el Sistema SAS 9.1.

IV. 1. 1. 4. Indicadores económicos

IV. 1. 1. 4. 1. Ingresos

Se han incluido todos los ingresos relacionados con la actividad ovina: producción de corderos, venta de lana, venta de los animales de desviejes y subvenciones, (en una explotación que produce leche este ingreso se ha tratado de manera excepcional). Entre todos los ingresos, la producción de carne se considera como la actividad principal y los otros como productos derivados (lana, leche, desviejes...). En este apartado los productos se han valorado al precio de venta indicado por cada ganadero.

IV. 1. 1. 4. 2. Costes de producción

El coste de producción (CP) es un indicador que valora todos los elementos incorporados y/o inmovilizados en la producción de una unidad de producto. Los costes totales (CT) se han expresado como la suma de los costes fijos (CF) y los costes variables (CV) en relación a la producción de carne.

$$CT = CF + CV$$

Los costes de producción se han expresado en € por oveja y año.

- Costes Variables

Son aquellos directamente relacionados con el volumen de producción de la explotación (producción de carne). Se han considerado: los suplementos en la alimentación de las reproductoras, la alimentación de los corderos, costes sanitarios y varios (energía eléctrica y agua). Se han expresado en €/oveja y año.

En su forma más simple, los costos variables se determinan de la siguiente forma:

$$CV = w \times T$$

CV: Coste variable; w: coste por unidad del factor variable; y T: cantidad de factor variable

- Costes Fijos

Son los costes que no presentan variación en relación al volumen de producción, se consideran constantes en el corto plazo. Se han expresado en €/oveja y año.

Los conceptos incluidos en los costos fijos son:

- Mano de obra fija familiar y asalariada y seguridad social de todos los trabajadores. En relación a la mano de obra familiar se ha supuesto una remuneración de 18.000 €/UTA y año.
- Costes fijos de alimentación: que son los costes de la alimentación necesaria para el mantenimiento de los reproductores a lo largo del año, incluidos los de alimentación para la formación de los animales de reposición.

- Mantenimiento de los edificios y equipos
- Costes financieros (intereses de créditos)
- Arrendamiento de los pastos
- Afiliación a asociaciones
- Generales: esquila, desinfección, la cama...
- Amortización del inmovilizado: se trata de los bienes que se utilizan en la actividad permanente y productiva de la empresa, presentan una vida útil predeterminada y que no están destinados a la venta. Se ha calculado según el método de cuotas constantes:

$$a = (V_0 - V_n) / n$$

a = cuota de amortización (€/año); V_0 = valor de adquisición del equipo; V_n = valor residual en el año n ; n = número de años de vida útil

La vida útil considerada ha sido de 30 años para los edificios y 15 años para la maquinaria.

IV. 1. 1. 4. 3. Indicadores de la rentabilidad

Para evaluar la rentabilidad económica de la explotación, se ha calculado el Margen Neto (MN), restando los costes totales (fijos y variables) (CT) de los ingresos totales (IT).

$$MN = IT - CT$$

- Umbral de rentabilidad

El Umbral de rentabilidad (corderos/oveja) o punto muerto indica el nivel de actividad en el que no existe ni ganancia ni pérdida. El punto de equilibrio, informa del número mínimo de unidades que la empresa debe producir para cubrir todos los costes fijos y los variables correspondientes a ese nivel de producción.

Se ha calculado la productividad (X_c ; corderos/oveja) mínima para obtener beneficios. Para ello se ha partido de los CF y del coste variable unitario (C_{vu} , €/cordero) necesario para obtener un cordero. Los ingresos se han dividido en dos componentes: Ingresos fijos (IF), aquellos que no provienen de la venta de la carne e Ingresos variables (IV), que dependen de la productividad (corderos/oveja) y el precio del cordero ($P_{cordero}$, €/cordero). Estos supuestos implican que todos los factores de producción fijos, el número de ovejas, los precios de los factores de producción y de los productos son constantes. El umbral de rentabilidad se ha determinado de la siguiente forma:

$$IT = CT$$

$$IF + IV = CF + CV$$

$$IF/oveja + P_{cordero} \times X_c \text{ (n}^\circ \text{ corderos/oveja)} = CF/oveja + C_{vu} \times X_c \text{ (n}^\circ \text{ corderos/oveja)}$$

$\text{Umbral de rentabilidad (corderos/oveja)} = (CF/oveja - IF/oveja) / (P_{cordero} - C_{vu})$

IV. 1. 1. 4. 4. Influencia de los parámetros reproductivos y el manejo en la rentabilidad

Con el fin de ilustrar el impacto de la prolificidad en los resultados económicos de las explotaciones se han establecido y comparado dos grupos (explotaciones con prolificidad superior a la media vs explotaciones con prolificidad inferior). También se ha obtenido la relación entre los Ingresos y el Margen Neto con la prolificidad, calculando en cada caso el coeficiente de determinación.

También se ha relacionado la productividad (corderos vendidos/oveja) con el Margen Neto, los Ingresos Totales, los Costes Totales y la prolificidad, calculando en todos los casos el coeficiente de determinación.

Para analizar el efecto del tamaño del rebaño, se han establecido y comparado dos grupos (explotaciones con tamaño del rebaño superior a la media vs explotaciones con tamaño del rebaño inferior). Además se ha obtenido la relación entre el tamaño del rebaño y los ingresos y costes totales, así como la relación entre el nº de ovejas por UTA y el Margen Neto.

Por otra parte, se ha analizado el impacto de los costes en alimentación con la productividad y con el Margen Neto de las explotaciones.

Por último se han establecido 2 grupos de explotaciones en función de su Margen Neto, comparando las que obtienen un MN positivo *vs* a las explotaciones que obtienen MN negativo.

IV. 1. 2. Resultados

IV. 1. 2. 1. Indicadores estructurales

El tamaño medio de los rebaños de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa estudiadas es de 554 ovejas y 20 machos (**Tabla 13**) con una variación bastante importante, (100 - 800 ovejas productivas). Estos resultados muestran un incremento considerable en el tamaño de estos rebaños en los últimos 15 años (373 ovejas/explotación; Milán y Caja, 1999). El tamaño medio obtenido es menor al reportado en otras zonas de España; en Navarra, las explotaciones ovinas de carne presentaban un rebaño medio de 711 en el año 2008 (ITG ganadero, 2009), en Aragón el tamaño medio del rebaño en el periodo 2002 -2007 fue de 702 (Pardos, 2010).

Tabla 13. Características estructurales de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

	Media \pm ES ¹
Número de explotaciones	10
Número de ovejas	554 \pm 83
Número de machos	20 \pm 2
Número de corderas de reposición	92 \pm 18
Producción de corderos	
Por oveja y año	1,18 \pm 0,10
Por explotación y año	662,7 \pm 125,5
Por UTA	426,7 \pm 68,9
Tierra (ha)	
Total	193,4 \pm 52,0
Propia	153,4 \pm 51,3
Arrendada	39,9 \pm 17,8
Superficie Agraria Útil (ha)	
Total	73,1 \pm 15,4
Pasto	3,4 \pm 2,5
Forraje	36,1 \pm 9,1
Cereales	33,9 \pm 10,2
Mano de Obra (UTA ²)	
Total	1,7 \pm 0,3
Asalariada	1,0 \pm 0,1
Familiar	0,7 \pm 0,2
Ovejas/UTA	353,5 \pm 41,0

¹Error Estándar; ²Unidad Trabajo Año

La Superficie Total (ST) media es de 193,4 ha; siendo el 79,2% de la superficie arrendada y el resto (20,7%) de propiedad. El 44,5% de las explotaciones dispone de más de 200 ha. De esta ST, una parte importante es superficie forestal, siendo la Superficie Agraria Útil (SAU) media de 73 ha. En la mayoría de las explotaciones, la SAU se explota totalmente para la alimentación del ganado ovino con algunas excepciones. De la SAU total, el 49,5% (36,1 ha) se destina a la producción de forraje (la alfalfa y el raygrass son los cultivos más frecuentes); el 46,4% de la SAU se dedica a producir cereales y sólo el 5% son pastos naturales.

La media de mano de obra empleada por explotación es de 1,8 UTA (variando entre 0,3 y 3,1 UTA por explotación), de las que 1 UTA son de tipo asalariado (suele tratarse del

pastor) y 0,8 UTA son mano de obra familiar (el trabajo de campo no está incluido en estos datos). Las explotaciones que disponen de más trabajadores (2,4 y 3,1) son explotaciones de producción ecológica, en ambos casos la propia explotación comercializa sus productos, además en una de ellas se ordeñan las ovejas y se transforma la leche para su venta (aunque el trabajo relacionado con todo el proceso de transformación no ha sido considerado en este estudio). Este valor es mayor al valor obtenido en las explotaciones de Aragón (1,4 UTA; Pardos, 2010) y de Navarra (1,17 UTA; ITG ganadero, 2009) lo que se explica el elevado número de animales por UTA en estas últimas explotaciones.

Todas las explotaciones son de tipo familiar, en las que el titular suele encargarse de la toma de decisiones y manejo del ganado además de la venta de los corderos, en el control de los gastos y de la producción suele contar con la ayuda de otro miembro de la familia como la mujer, el padre o algún hijo. El personal asalariado suele ocuparse de la limpieza, distribución de la comida y las tareas propias del pastor.

La edad media de los titulares de las explotaciones de la raza Ripollesa encuestadas es de 51 años, con un 66,7% de ganaderos con más de esa edad lo que indicaría que estas explotaciones presentarían problemas de envejecimiento a no muy largo plazo, tal como prevé Benito (2007) al caracterizar la situación del sector ovino. La mayoría de estas explotaciones (66%) tienen un sucesor que suele ser de la familia.

El número medio de ovejas por UTA es de 353,5, valor muy superior al observado por Milán y Caja (1999), lo que indica el proceso de mejora de la productividad de la mano de obra que, en general, han seguido estas explotaciones. Sin embargo, este valor es menor al valor observado el último periodo en las explotaciones de Aragón (>500 ovejas; Pardos, 2008) y de Navarra (606 ovejas; IGP ganadero, 2009). El intervalo de variación del número de ovejas por UTA es muy amplio de 224 a 598. Teniendo en cuenta que muchos autores (Milán et al., 2003; Pardos y Fantova, 2007; Pardos, 2008) consideran que este ratio es uno de los parámetros que tiene más incidencia en la rentabilidad de las explotaciones, indicaría que las explotaciones que tienen los valores más bajos tienen un gran margen de mejora, bien a través del incremento de los rebaños si las infraestructuras lo permiten o de la disminución del trabajo utilizado.

La producción anual media es de 663 corderos por explotación o 1,18 corderos por oveja y año. Esta productividad ha aumentado durante estos últimos años si la comparamos con los estudios previos realizados (1,0 corderos/oveja; Milán et al., 1991; Milán et al., 1993; Solanes et al., 1997; Milán y Caja, 1999; Guillaumet y Caja, 2001) en rebaños de raza Ripollesa, lo que refleja el efecto del programa de control de producciones y mejora de la raza que se inicio en 1989, esta mejora también ha sido observada por Caja (2009) donde se muestran resultados similares al obtenido en este estudio. Como resultado excepcional Fanlo (1998) obtiene una productividad de 1,74 corderos por oveja en un rebaño experimental en el que se organizan las cubriciones según el sistema “Estrella”.

IV. 1. 2. 2. Indicadores económicos

IV. 1. 2. 2. 1. Ingresos Totales (IT)

En la **Tabla 14** se muestran los IT medios obtenidos en las explotaciones encuestadas. El 61,7% de los IT por oveja y año provienen de la venta de los corderos (**Figura 9**). Aproximadamente el 46% de la producción se vende como cordero lechal y el 51% como cordero pascual, el resto se ha vendido como carnero. Los precios medios de venta, por categoría son 50,1 €/cordero para el lechal y 80,2 €/cordero para el pascual. Las subvenciones suponen el 36,2% de los IT y el resto corresponde a la venta de la lana y al desvieje. En una explotación se produce leche ecológica de oveja Ripollesa haciendo transformaciones industriales lo que le proporciona una fuente extra de ingresos de (85,9 €/oveja y año). Los ingresos medios por oveja varían entre 118 y 174 €/oveja y año, a excepción de la que produce leche, cuyos ingresos totales ascienden a 247,7 €/oveja y año.

Tabla 14. Ingresos medios anuales por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Ingresos (€/oveja y año)	Media ± ES ¹	%
Venta de Corderos	90,6 ± 6,9	61,8
Desvieje	2,6 ± 0,5	1,8
Lana	0,5 ± 0,1	0,3
Total ²	93,7 ± 8,9	63,8
Subvenciones	53,1 ± 3,2	36,2
Total	146,8 ± 12,1	100

¹ Error Estándar; ² Ingresos sin incluir las subvenciones

Los ingresos obtenidos por la venta de los corderos en el estudio actual son mucho mayores a los observados en esta misma raza hace 15 años (49,4 €/oveja/año; Milán et al., 2001), lo que supone un incremento de los ingresos del 83% en ese periodo. Este incremento se debe, por una parte al incremento de la productividad comentado previamente, y por otra al incremento del precio de la carne. El ingreso medio total obtenido es superior al valor medio observado en Aragón, en explotaciones de carne de Rasa Aragonesa durante los años 2002 a 2007 (129,6 €/oveja y año; Pardos y Fantova, 2010), esta diferencia puede deberse a que entre las explotaciones de Ripollesa un porcentaje alto de corderos se venden directamente a carniceros o restaurantes de la zona, lo que proporciona mejores precios. También se observa un valor muy superior al obtenido en Navarra durante la campaña 2008 (101,2 €/oveja), en este caso la diferencia estriba en que en estas explotaciones la mayoría de los corderos se venden como lechales (77%). Sin embargo, la distribución de los ingresos (**Figura 9**) es similar a la obtenida en el año 2007 por Pardos et al. (2008) en las explotaciones ovinas de Aragón.

Al clasificar los ingresos en fijos y variables se obtiene la siguiente relación:

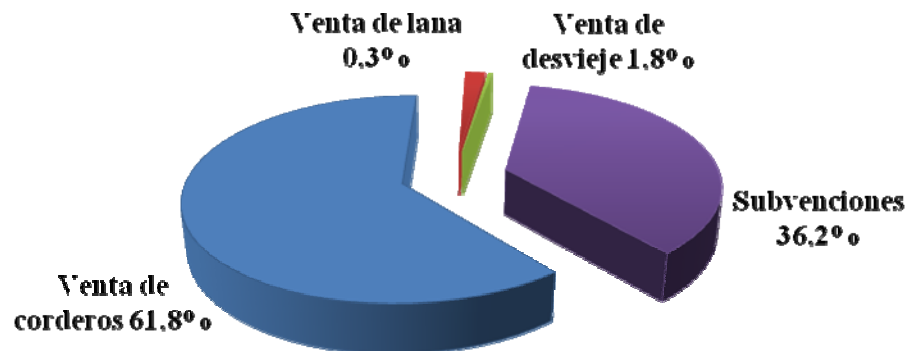
$$IT/oveja = IF/oveja + IV/oveja = IF/oveja + (X_c \times P_{cordero})$$

Donde IT = Ingresos totales (€/oveja y año); IF = Ingresos Fijos: lana, desvieje, subvenciones... (Son todos excepto los de la producción de carne), (€/oveja y año); IV=Ingresos Variables (€/oveja y año); X_c = nº de corderos vendidos/oveja y año; $P_{cordero}$ = Precio medio del cordero.

$$IT/oveja = IF/oveja + IV/oveja = IF/oveja + (X_c \times P_{cordero})$$

$$146,8 = 56,2 + 1,18 \times 76,6$$

Figura 9. Ingresos totales en explotaciones ovinas de carne de raza Ripollesa en Cataluña



- Subvenciones

La **Figura 9** muestra la participación de las subvenciones en los IT, en estas explotaciones alcanzan el 36,2%, o 53,1 €/oveja y año. Este porcentaje es mayor al observado por Milán et al. (2003) en la misma raza (27,6%) y también superior al obtenido por Pardos et al. (2010) durante el periodo de 2002 a 2007 (42,5 €/oveja y año) en las explotaciones de ovino de carne de Aragón.

IV. 1. 2. 2. 2. Costes Fijos

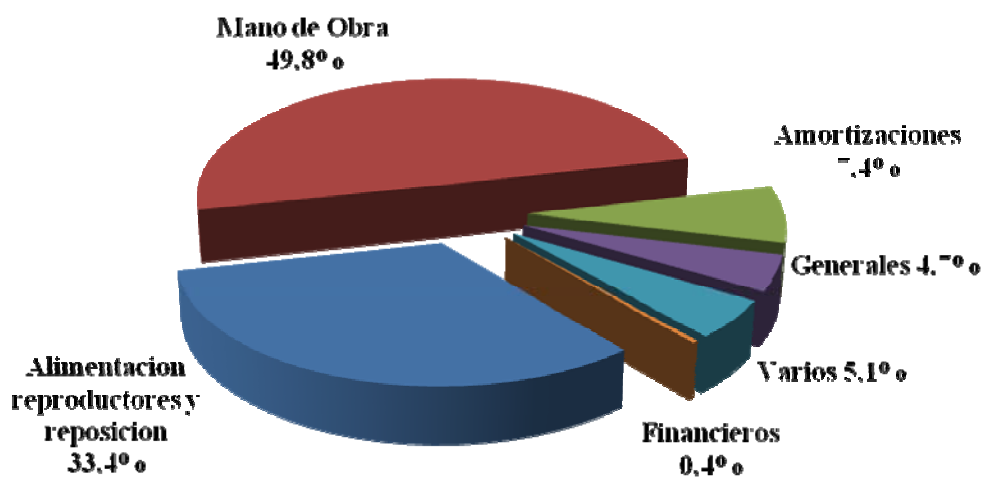
En la **Tabla 15** se muestra que los costos fijos totales medios anuales ascienden a 111,7 €/oveja y año, con pequeñas variaciones entre las distintas explotaciones. Los costes fijos que tienen un mayor peso (49,7%) son los costes que corresponden a la mano de obra (asalariada y familiar) que alcanzan 55,6 €/oveja y año. Le sigue el coste que corresponde a la alimentación de mantenimiento de las ovejas y las corderas de reposición, registrando 37,3 €/oveja y año (33,4% de los costos totales fijos). El coste de las amortizaciones del inmovilizado y la maquinaria es de 8,3 €/oveja y año ocupando el tercer lugar en importancia en los costes totales fijos (7,4%) (**Figura 10**).

Tabla 15. Costes fijos medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Costes Fijos (€/oveja/año)	Media ± ES ¹	%
Amortizaciones ²	8,3 ± 2,0	7,4
Costes financieros	0,4 ± 0,3	0,4
Alimentación de ovejas ³	30,1 ± 3,3	26,9
Alimentación de reposición	7,9 ± 0,6	7,1
Compra de reproductores	0,2 ± 0,1	0,2
Mano de obra ⁴	55,6 ± 3,8	49,8
Cama para ganado	1,5 ± 0,3	1,4
Esquileo	2,0 ± 0,1	1,8
Desinfección	0,6 ± 0,2	0,5
Costes generales ⁵	5,2 ± 0,5	4,7
Total	111,7 ± 5,0	100

¹ Error Estándar; ² Incluye instalaciones, maquinaria y reparaciones; ³ Mantenimiento de las ovejas; ⁴ Familiar y asalariada; ⁵ Comunicación, transporte y administración.

Figura 10. Distribución de los Costes Fijos en explotaciones ovinas de carne de Raza Ripollesa en Cataluña



IV. 1. 2. 2. 3. Costes variables (CV)

En la **Tabla 16** se muestran los costes variables, estos ascienden a 24,6 €/oveja y año de los que un 55,8% se destinan a la suplementación de las madres, un 28,7% a la alimentación de los corderos, y el resto se distribuye entre los costes sanitarios (8,9%) y otros varios

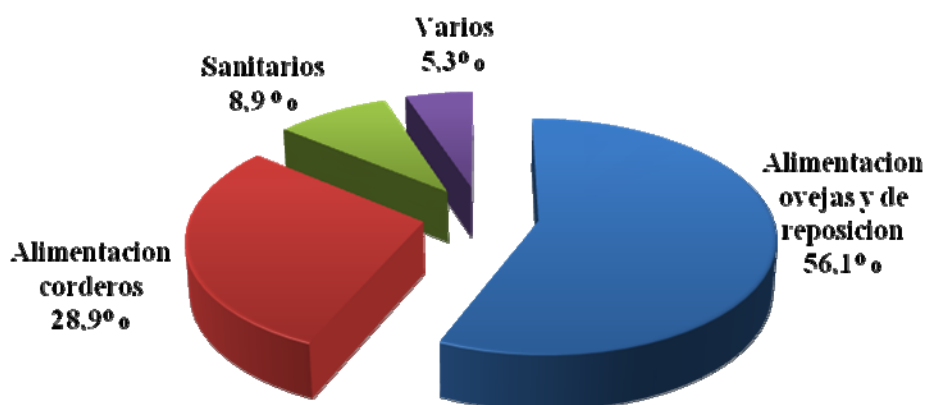
(5,3%). Los costes sanitarios son ligeramente inferiores a los observados en explotaciones de Aragón en el periodo 2002-06 (3 €/oveja y año; Pardos, 2008).

Tabla 16. Costes variables medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Costes Variables (€/oveja y año)	Media \pm ES ¹	%
Suplementación de la alimentación de las ovejas	13,8 \pm 2,1	56,1
Alimentación de corderos	7,1 \pm 1,3	28,9
Costes sanitarios	2,2 \pm 0,2	8,9
Varios ²	1,3 \pm 0,3	5,3
Total	24,4 \pm 2,5	100

¹ Error Estándar; ² Energía y agua

Figura 11. Los componentes de los costes variables en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



IV. 1. 2. 2. 4. Costes Totales (CT)

Como se puede apreciar en la **Tabla 17**, los CT medios por oveja en las explotaciones de Ripollesa son de 136,1 €/oveja y año, de los que el 43,3% corresponde a la alimentación (87,6% alimentación de ovejas y reposición y 12,4% alimentación de corderos) y el 40,8% corresponde a la mano de obra (familiar, asalariada y seguridad social agraria). Así pues, ambos costes suponen el 84,1% de los costes totales, este porcentaje es similar al observado por Pardos (2008).

Al comparar estos resultados con los observados en otras explotaciones de razas autóctonas cárnicas, se observa que el valor medio de los CT en la raza Ripollesa es superior

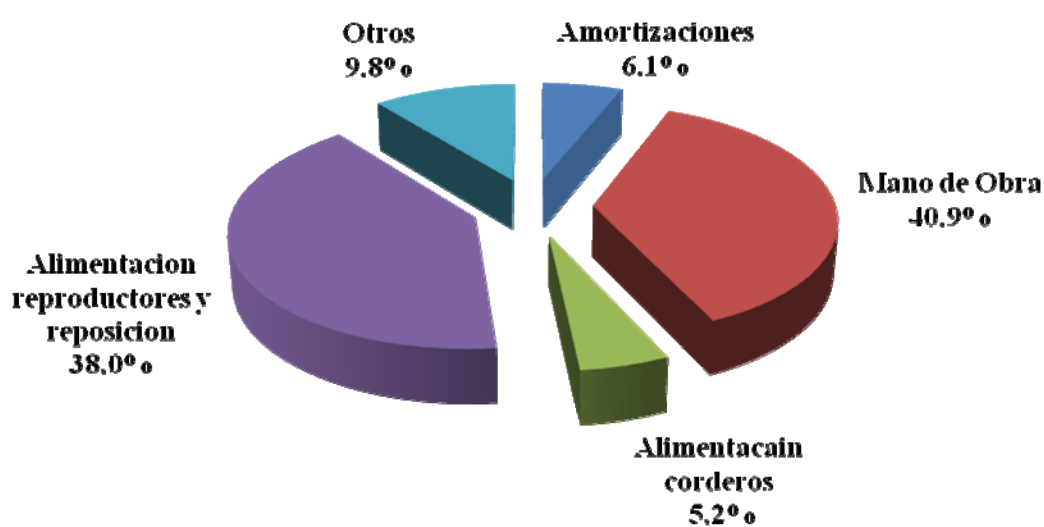
al obtenido por Pardos (2008) en la raza aragonesa durante el decenio 1997-2006 (95 €/oveja y año, en € de 2006). En Navarra, los resultados del 2010 también son inferiores (77 €/oveja y año; ITG ganadero, 2011) a los obtenidos en el presente estudio. Estas diferencias se deben a varias causas: en primer lugar cabría destacar que en el caso de Aragón se trata de periodos diferentes, además en los resultados tiene una gran influencia la metodología de cálculo, resaltando que en el presente trabajo se han considerado todos los costes incluidas las amortizaciones y la mano de obra familiar a 18.000 €/UTA. También el sistema de producción (mayor porcentaje de lechales en el caso de Navarra), la productividad y la gestión empresarial están influyendo en los resultados obtenidos.

Tabla 17. Costes totales medios por oveja en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Costes Totales (€/oveja/año)	Media ± ES ¹	%
Amortizaciones ²	8,3 ± 2,0	6,1
Alimentación de las ovejas y reposición	51,8 ± 2,9	38,0
Alimentación corderos	7,1 ± 1,3	5,2
Mano de Obra	55,6 ± 3,8	40,9
Otros costes	13,4 ± 0,9	9,8
Total	136,1 ± 5,0	100

¹Error Estándar; ² Instalaciones, maquinaria y reparación

Figura 12. Los componentes de los costes Totales en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



Respecto a los costes de alimentación, se observa un incremento del 187% en los últimos 15 años (Milán et al., 2003). Si se comparan con los resultados obtenidos en las explotaciones aragonesas durante 2001 a 2006 (50,0 €; Pardos, 2008), se ve que los costes de alimentación en el estudio actual son algo superiores, este incremento puede atribuirse al aumento del precio de los piensos producido en los últimos años. En lo que se refiere a los costes de alimentación, las explotaciones de Ripollesa presentan similitudes al grupo 3 descrito por Pardos y Fantova (2008) como explotaciones más intensivas y con una mayor dependencia de la alimentación comprada.

Los costes de mano de obra son muy superiores a los obtenidos en explotaciones de Aragón en el periodo 2002-06 (26,9 €/oveja y año; Pardos, 2008). La causa fundamental de esta diferencia radica en el nº de ovejas manejadas por UTA (354 en las explotaciones de raza Ripollesa estudiadas frente a 513 en los rebaños de Rasa Aragonesa; Pardos, 2008). Otras causas pueden ser el periodo de estudio y el menor coste asignado a la mano de obra familiar en las explotaciones de Aragón, así como el mayor peso de este tipo de mano de obra en estas explotaciones (93% de mano de obra familiar; Pardos, 2008) en comparación a nuestro estudio (41,2%).

Los costes totales por oveja y año se han expresado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$CT_{\text{oveja}} = CF_{\text{oveja}} + X_c \times CV_{\text{cordero}}$$

CF: coste fijo total medio (€/oveja y año); X_c : productividad media (nº corderos vendidos/oveja y año); CV_{cordero} : Coste variable unitario por cordero vendido

$$CT_{\text{oveja}} = 111,7 + 1,18 \times 21,3$$

$$CT_{\text{oveja}} = 136,8 \text{ €/oveja y año}$$

IV. 1. 2. 2. 5. Indicadores de rentabilidad

IV. 1. 2. 2. 5. 1. Margen Neto (MN)

Según los datos obtenidos, el valor medio del MN por oveja y año de las explotaciones ovinas de carne de raza Ripollesa en Cataluña es de 10,7 €/oveja y año con una gran variación, con un máximo de 43,1 y un mínimo de -17,5 €/oveja y año. De todas las explotaciones encuestadas, dos han obtenido pérdidas en el periodo de estudio. El valor

obtenido en el MN medio resulta inferior al que se reporta en otros estudios en explotaciones ovinas de carne: en Aragón, el margen bruto medio observado por Pardos (2008) y por Fantova et al. (2008) asciende a 30 €/oveja y año, sin embargo hay que resaltar que estos autores no incorporan el coste de las amortizaciones (8,3 €/oveja en nuestro caso) y el coste de la mano de obra familiar lo valoran en 12.000 frente a los 18.000 €/UTA y año de nuestro trabajo, por lo que si se igualara el método de cálculo los resultados no serían muy diferentes. En Navarra, los resultados económicos reportados por el boletín informativo ovino (ITG ganadero, 2011) muestran en 2010 un MN medio de 2,7 €/oveja y año, en este caso cabe resaltar que no se han considerado las subvenciones desacopladas, que si han sido consideradas en nuestro estudio.

Tabla 18. Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Ítem	€/año ± ES ¹	% Ingresos
Margen Neto por oveja	10,7 ± 6,4	7,9
Margen Neto por UTA ²	4.608,0 ± 2.655	9,8
Margen Neto por explotación	7.682,9 ± 4.211	10,3

¹Error Estándar; ²Unidad Trabajo Año

Dentro de las explotaciones encuestadas una vende leche ecológica de oveja muy valorada en la zona, suponiendo un precio de 1 €/litro, esta venta le reporta un incremento de los ingresos de 43 €/oveja y año, lo que le permite alcanzar un MN total de 77 €/año.

IV. 1. 2. 2. 5. 2. Umbral de rentabilidad

A partir de las fórmulas calculadas previamente se obtiene la productividad mínima (X_c) de éstas explotaciones para obtener beneficios:

$$CT_{\text{oveja}} = 111,7 + X_c \times 21,3$$

$$IT_{\text{oveja}} = 56,2 + X_c \times 76,6$$

$$X_c = (111,7 - 56,2) / (76,6 - 21,3)$$

$$X_c (\text{n}^\circ \text{ corderos/oveja}) = 1,0 \text{ corderos/ oveja}$$

Según este resultado de media la productividad mínima debería ser 1,0 cordero por oveja para conseguir compensar los costes totales y obtener beneficios.

IV. 1. 2. 3. Impacto de los índices reproductivos en los indicadores económicos

Según la **Tabla 19**, las explotaciones ovinas de raza Ripollesa presentan un ritmo reproductivo semi-intensivo de 1,36 partos/oveja y año y una productividad media de 1,18 corderos/oveja y año y una mortalidad de corderos del 12%. Los resultados obtenidos muestran una mejora en la prolificidad y en la productividad respecto a los valores reportados en esta raza en el control de producciones de periodos anteriores (Milán et al., 1993; Solanes et al., 1997), sin embargo la productividad es inferior al valor obtenido por Caja et al. (2009) (1,34 corderos vendidos/oveja y año).

Tabla 19. Parámetros productivos en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

Ítem	Media ± ES ¹
Número de granjas	10
Número de partos/año	1,31 ± 0,05
Peso al nacimiento (kg)	3,56 ± 0,19
Prolificidad (nº corderos/parto)	1,28 ± 0,06
Mortalidad (%)	12,0 ± 2,0
Productividad (corderos vendidos/oveja y año)	1,18 ± 0,10
Ganancia diaria (g/día)	247 ± 20
Reposición (%)	16,6 ± 3,2

¹: Error Estándar

Al comparar los resultados con los obtenidos en otras zonas se observan valores superiores a los de nuestro estudio. En Aragón, Pardos y Fantova (2010) reportan valores en la prolificidad de 1,33 corderos/parto y en la productividad de 1,25 corderos producidos/oveja y año, siendo inferior la mortalidad (10,2%). En Navarra, los valores obtenidos durante el año 2008 fueron de 1,28 partos/oveja y año, la prolificidad fue de 1,64 corderos/parto, la productividad fue de 1,28 corderos producidos/oveja y año siendo la tasa de mortalidad del 8,8% (IGT ganadero, boletín 2009).

IV. 1. 2. 3. 1. La prolificidad

Las explotaciones ovinas de raza Ripollesa estudiadas tienen una prolificidad media de 1,28 corderos/parto (**Tabla 19**) con una marcada variabilidad (1,1 – 1,6 corderos/parto). Este valor es similar al observado por otros autores en la misma raza (1,2 corderos/parto; Solanes et al., 1997; Milán y Caja, 1999; Guillaumet y Caja, 2001; Caja et al., 2009), en un caso

excepcional (Fanlo, 1998) reporta una prolificidad de 1,47 corderos/parto practicando el sistema “Estrella” en un rebaño experimental.

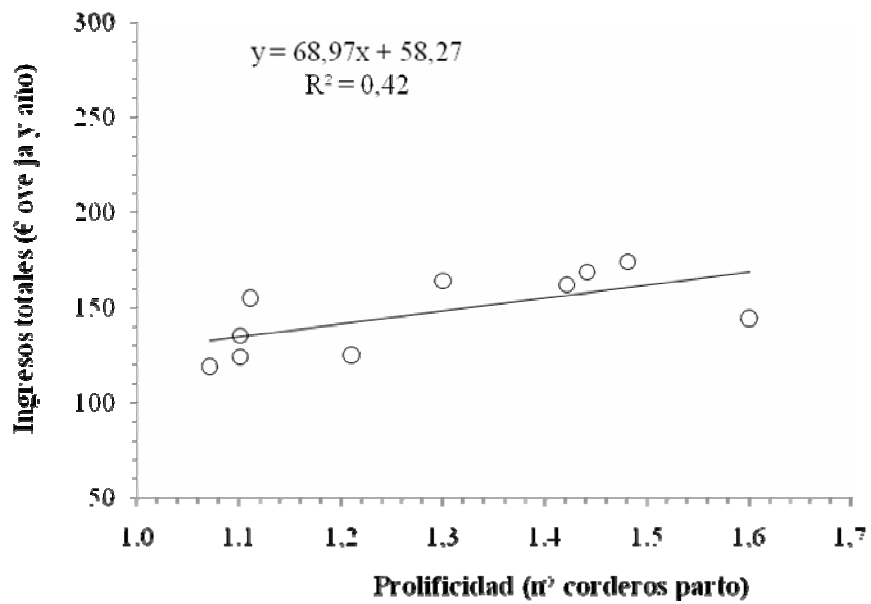
En la **Tabla 20** se muestran los costes e ingresos medios obtenidos al clasificar las explotaciones en 2 grupos en función de la prolificidad. Se observa que la productividad total (corderos vendidos/oveja y año) es mayor en el grupo de alta prolificidad, lo que se traduce en unos mayores ingresos (162,3 €/oveja y año *vs* 131,2 €/oveja y año; $P < 0,0052$). Los costes totales medios son algo superiores en el grupo de mayor prolificidad (**Tabla 20**), sobre todo debido a los costes de la alimentación, aunque en ningún caso se observan diferencias significativas. Los costes sanitarios, de mano de obra y generales por oveja son similares en los dos grupos. En la **Figura 13** se relacionan los ingresos de las explotaciones con la prolificidad, observándose que un incremento en la prolificidad de 0,1 corderos por oveja y año se traduce en 6,9 €/año más de ingreso por oveja.

Tabla 20. Los índices estructurales y económicos de las explotaciones ovinas de la raza Ripollesa en Cataluña por oveja y año en función de la prolificidad

Ítem	Grupo 1 ± ES ¹ ≥1,28	Grupo 2 ± ES <1,28	P <
Nº Explotaciones	5	5	-
Nº Ovejas	537,4 ± 138,3	570,0 ± 92,7	0,850
Productividad (corderos vendidos/oveja)	1,4 ± 0,1	0,9 ± 0,1	0,002
Costes (€/oveja)			
Alimentación reproductores y reposición	54,7 ± 4,9	48,8 ± 2,4	0,322
Alimentación corderos	8,0 ± 2,5	6,2 ± 0,8	0,507
Alimentación Total	62,7 ± 4,5	55,1 ± 2,8	0,193
Sanitarios	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,3	0,899
Generales	5,3 ± 0,8	5,2 ± 0,6	0,915
Mano de Obra	54,1 ± 5,5	57,1 ± 5,2	0,701
Costes Totales	138,5 ± 7,7	133,4 ± 6,1	0,605
Ingresos (€/oveja)			
Producción ²	124,3 ± 15,1	80,3 ± 6,1	0,028
Subvenciones	55,3 ± 6,1	50,9 ± 1,7	0,510
Ingresos Totales	162,3 ± 5,2	131,2 ± 6,3	0,005
Ovejas/UTA ³	360,7 ± 47,3	346,3 ± 67,3	0,865
Margen Neto	23,6 ± 6,8	-2,2 ± 6,1	0,022

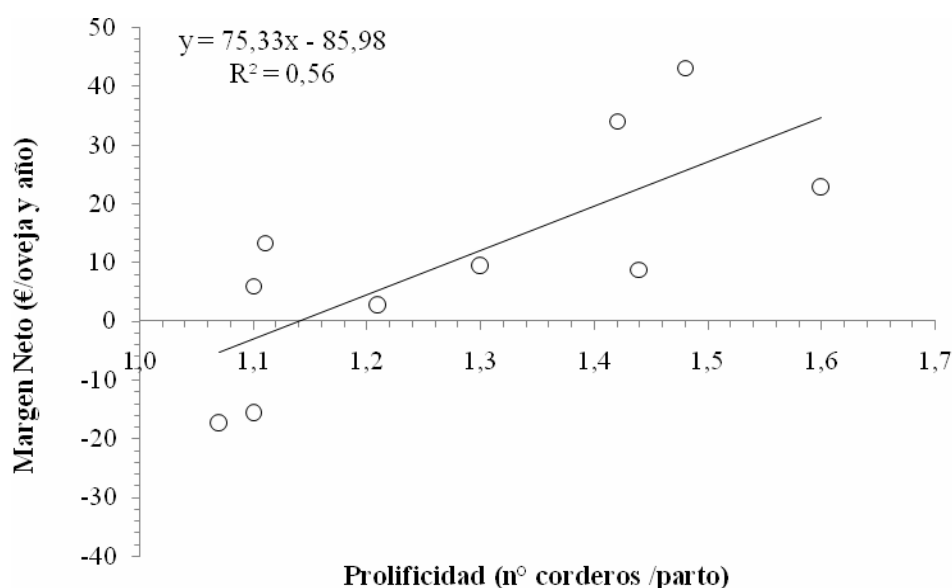
¹ Error Estándar; ² Venta de corderos, lana y de desvieje; ³ Unidad Trabajo Año

Figura 13. Los Ingresos en función de la prolificidad en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



El MN por oveja y año es significativamente superior ($P < 0,022$) en el grupo de mayor prolificidad. El grupo de mayor prolificidad gana 31,1 €/oveja y año, valor superior al observado en las explotaciones de Aragón de Rasa Aragonesa para una mayor prolificidad (Pardos y Fantova, 2007).

Figura 14. Margen Neto en función de la prolificidad en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa



En la **Figura 14** se observa que para una prolificidad inferior a 1,14 corderos/parto se presentan pérdidas, observando ganancias a partir de ese valor; así mismo un incremento de la prolificidad de 0,1 se traduce en un incremento medio del MN de 7,5 €/oveja. Comparando el estudio actual con otros trabajos, se observa que los resultados presentan similitud a los resultados obtenidos en la raza Rasa Aragonesa (Pardos, 2007) en las explotaciones ovinas de la zona de Aragón.

IV. 1. 2. 3. 2. La productividad

La productividad media obtenida en las explotaciones ovinas de raza Ripollesa es de 1,18 corderos/oveja y año (**Tabla 19**), en 5 explotaciones se ha obtenido una productividad superior a la media. En la **Figura 15** se observa una alta correlación entre la productividad y el MN por oveja y año, este resultado era predecible e indica que las mejoras en la productividad tienen un mayor impacto en los ingresos que en los costes como se observa en las **Figuras (16 y 17)**. De manera que un incremento en la productividad de 0,1 se traduce en un incremento del margen neto de 4,3 €/oveja. La relación obtenida en la **Figura 15** concuerda con los resultados obtenidos al calcular el umbral de rentabilidad, observándose que la productividad mínima para obtener beneficios está próxima a 1 corderos/oveja y año.

Figura 15. Relación entre la productividad y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

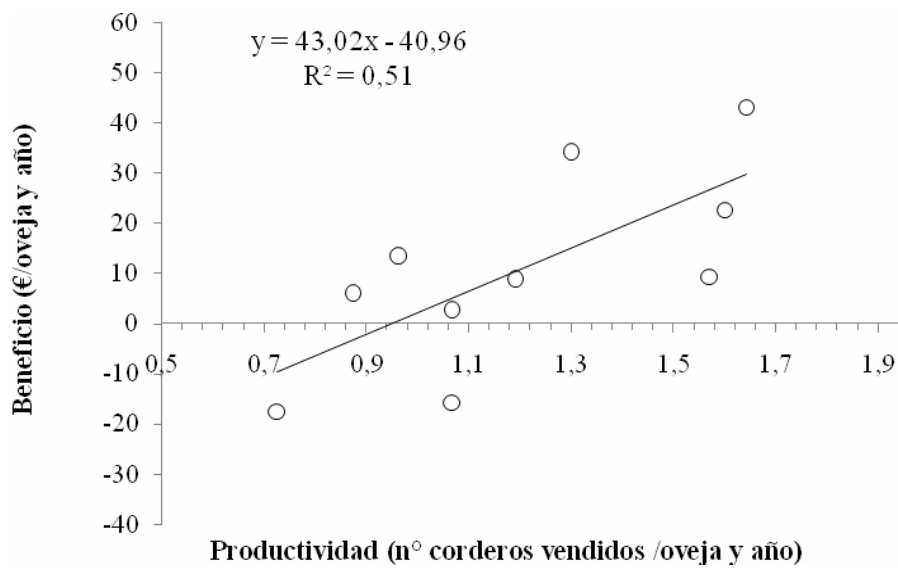


Figura 16. Relación entre la productividad y los ingresos totales en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña

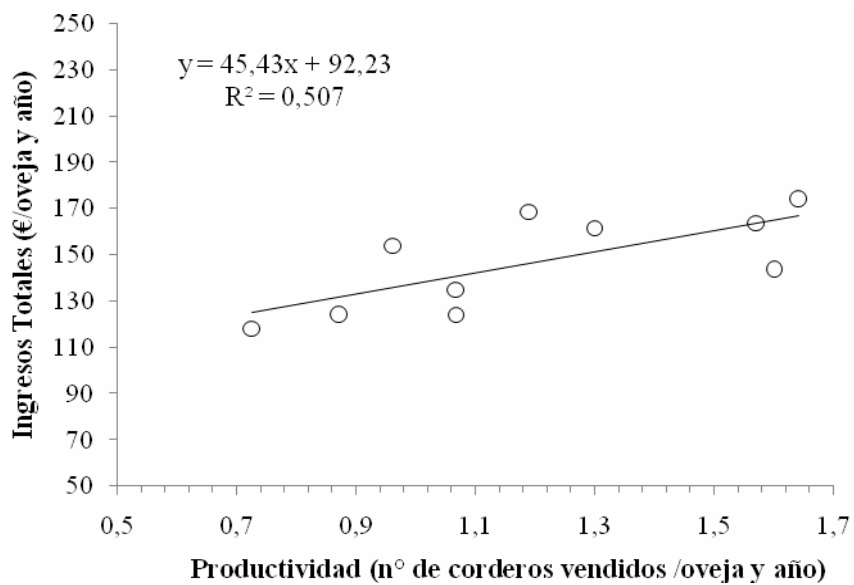
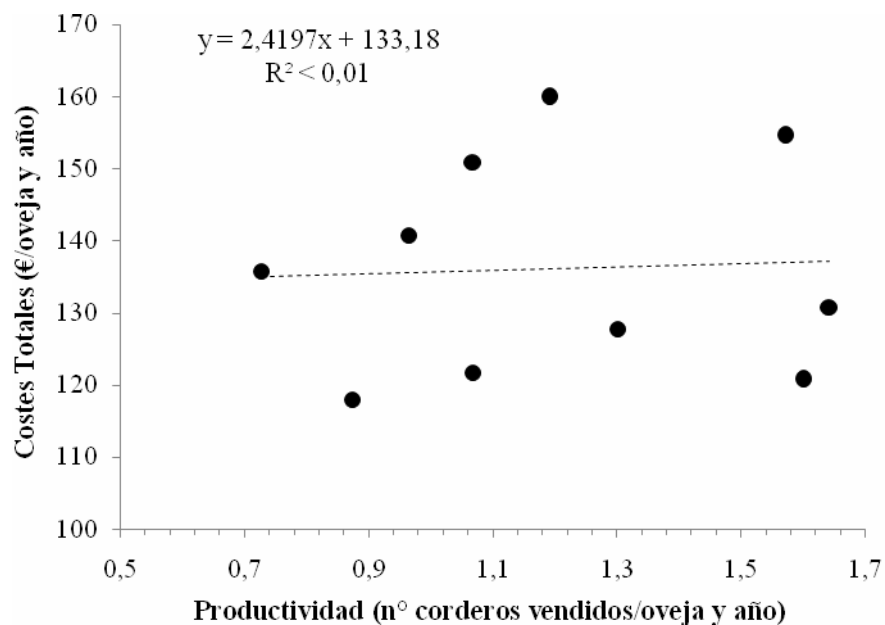
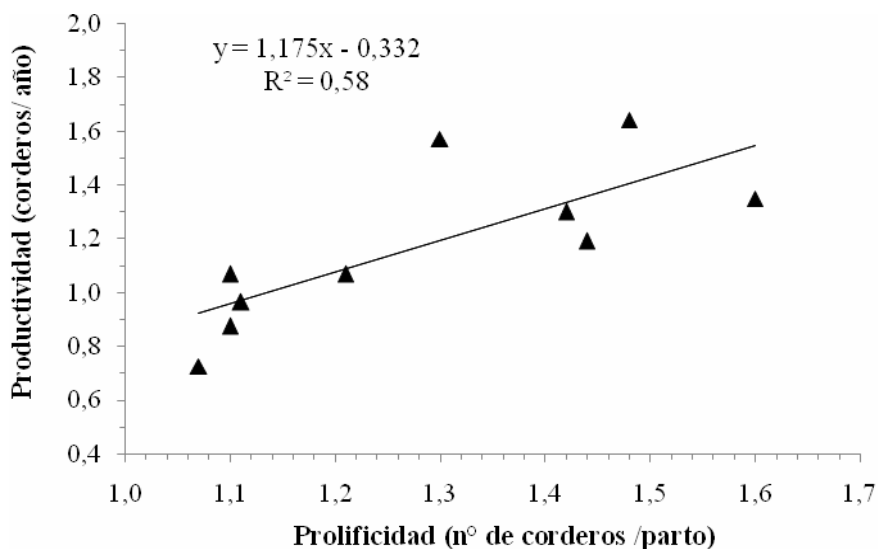


Figura 17. Relación entre la productividad y los costes totales en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



Las mejoras en la productividad se pueden conseguir a través de mejoras en la prolificidad, observándose en este caso una alta correlación entre los dos parámetros reproductivos ($R^2 = 0,58$) (**Figura 18**).

Figura 18. Relación entre la productividad y la prolificidad en las explotaciones ovinas de la raza Ripollesa en Cataluña



IV. 1. 2. 3. 3. El tamaño del rebaño

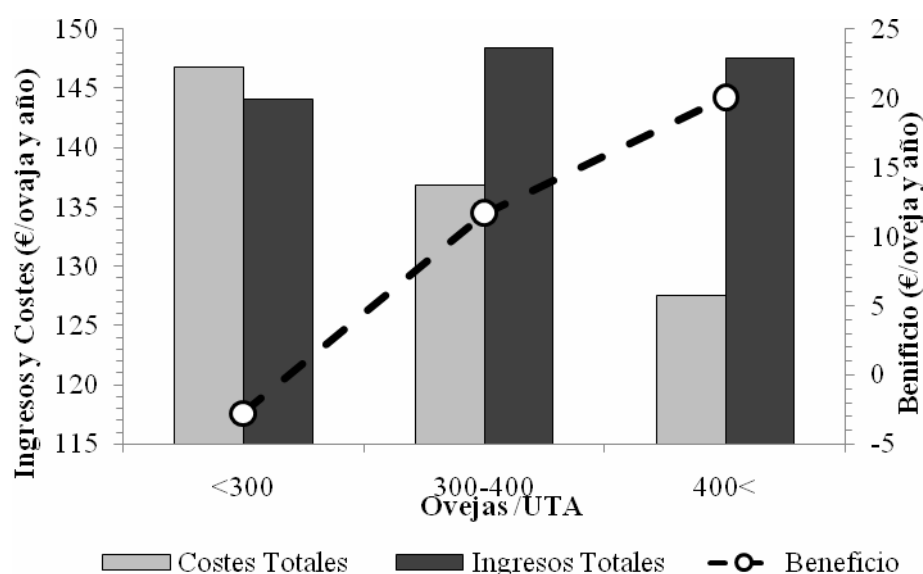
Al clasificar las explotaciones en dos grupos según el tamaño del rebaño (**Tabla 21**) se observan algunas diferencias en los resultados económicos aunque en ningún caso son significativos. Los costes totales por oveja son algo superiores en el grupo de menor tamaño; la causa principal son los mayores costes por oveja de la mano de obra en las explotaciones con menor tamaño del rebaño. La productividad de la mano de obra, cuantificada a través del número de ovejas manejadas por trabajador es mayor en el grupo de mayor tamaño del rebaño. En la **Figura 19** se observa que los mejores resultados económicos se obtienen en las explotaciones que manejan más de 400 ovejas/UTA de modo que por debajo de 300 se incrementen considerablemente los costes totales (146,8 €/oveja y año) mientras que los ingresos disminuyen, obteniéndose una pérdida de 2,8 €/oveja y año. Estos resultados son similares a los obtenidos por Pardos y Fantova (2007) en explotaciones ovinas de Aragón, donde se obtiene el mejor beneficio manejando entre 400 y 600 ovejas por trabajador y por debajo de las 400 ovejas por UTA se incrementen los costes.

Tabla 21. Variables estructurales, productivas y económicas en función del tamaño del rebaño en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña.

Ítem	Grupo 1 (≥554 ovejas) Media ± ES ¹	Grupo 2 (<554 ovejas) Media ± ES	P<
Nº Explotaciones	6	4	-
Nº Ovejas/UTA	395,7 ± 55,3	290,2 ± 38,2	0,199
Prolificidad, nº corderos/parto	1,27 ± 0,06	1,30 ± 0,12	0,801
Productividad, nº corderos/oveja año	1,23 ± 0,13	1,08 ± 0,13	0,462
Costes, €/oveja y año			
Amortizaciones	8,4 ± 1,5	8,0 ± 4,6	0,927
Alimentación reproductores y reposición	54,4 ± 4,0	47,7 ± 2,9	0,264
Alimentación corderos	5,4 ± 1,4	9,7 ± 1,9	0,107
Alimentación Total	59,9 ± 4,6	57,4 ± 2,3	0,695
Sanitarios	2,4 ± 0,3	2,0 ± 0,3	0,344
Generales	5,1 ± 0,6	5,5 ± 1,0	0,682
Mano de Obra	51,2 ± 3,8	62,2 ± 6,0	0,139
Costes Totales	132,3 ± 5,5	141,8 ± 8,6	0,352
Ingresos, €/oveja y año			
Corderos (+otros ²)	114,3 ± 15,7	84,2 ± 7,3	0,178
Subvenciones	50,3 ± 4,1	57,2 ± 4,4	0,299
Ingresos Totales	150,3 ± 8,7	141,4 ± 10,5	0,531
Beneficio, €/oveja y año	18,1 ± 6,7	- 0,4 ± 9,8	0,144

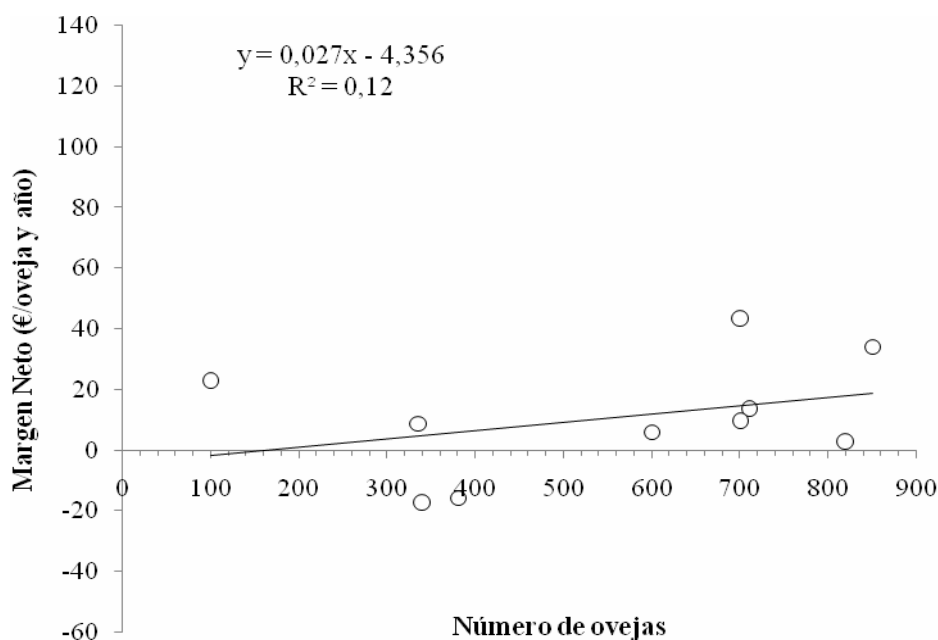
¹Error Estándar; ² venta de lana y de desvieje

Figura 19. Los ingresos y costes en relación con el número de ovejas manejadas por UTA en las explotaciones de raza Ripollesa en Cataluña



Respecto a los ingresos por oveja, son algo más importantes en el grupo de mayor tamaño, a pesar de que las subvenciones recibidas por oveja son más importantes en el grupo de menor tamaño.

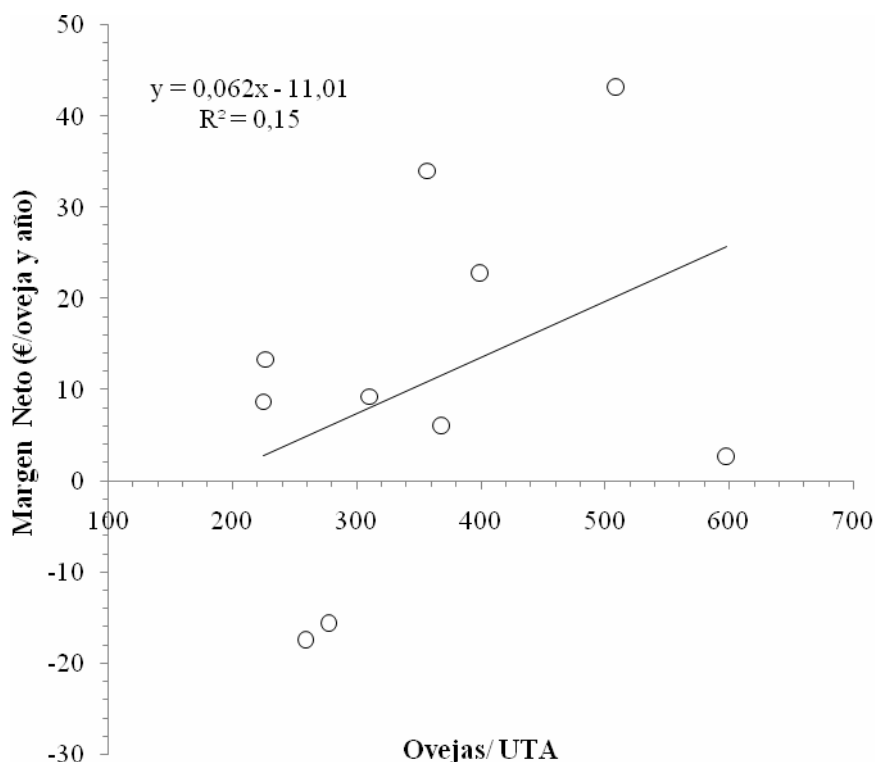
Figura 20. Relación entre el tamaño y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



En la **Figura 20** se observa que la correlación entre el tamaño del rebaño y el Margen Neto por oveja y año es baja ($R^2 = 0,12$). Eso se explica generalmente por las diferencias a nivel de los sistemas de producción y gestión y a los diferentes grados de intensificación en el manejo.

Existe una correlación baja entre el MN y el número de ovejas manejadas por UTA ($R^2 = 0,15$) aunque se puede observar que los mayores márgenes corresponden a explotaciones con más 300 ovejas manejadas por UTA (**Figura 21**).

Figura 21. Relación entre el número de ovejas manejadas por UTA y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



IV. 1. 2. 3. 4. Impacto de la alimentación en la rentabilidad de de las explotaciones

IV. 1. 2. 3. 4. 1. Las necesidades anuales y la alimentación de las ovejas

La **Tabla 22** muestra las necesidades alimenticias teóricas anuales de una oveja productiva de raza Ripollesa con un peso vivo de 55 kg, un número medio de partos por año de 1,3, una productividad anual de 1,18 corderos vendidos/oveja y año y una prolificidad media de 1,28 corderos/parto, y que se encuentra en condiciones de pastoreo (coeficiente de pastoreo = 1,25) (Caja, 2001).

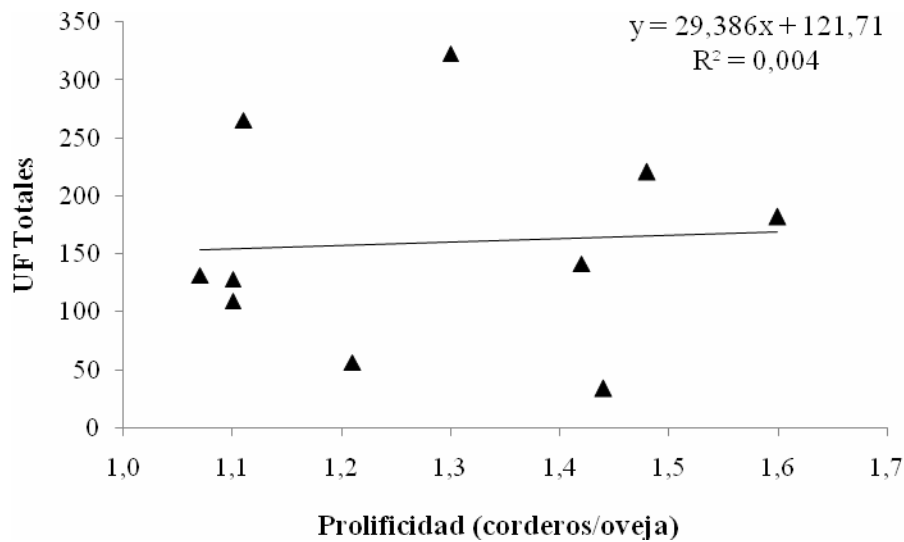
Tabla 22. Necesidades energéticas teóricas anuales de una oveja productiva de raza Ripollesa

UFL ¹ Mantenimiento	UFL Cubricion	UFL Gestacion	UFL Cria	Total
316,3	7,9	15,1	84,5	423,7

¹Unidad Forrajera Leche

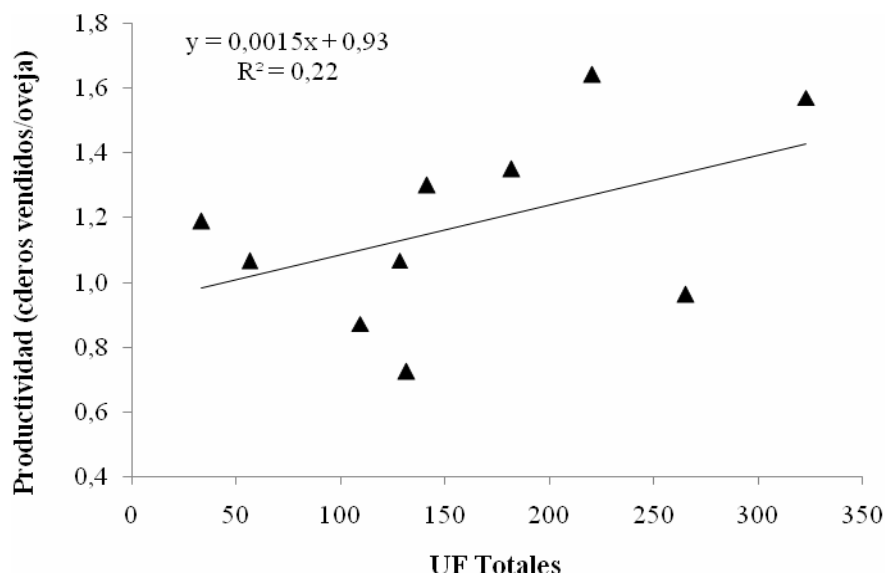
Por otro lado, la suplementación ofrecida por oveja y año en estas explotaciones ovinas supone una cantidad media de 234 kg de heno y 60 kg de pienso, lo que corresponde aproximadamente a 160 UFL que se reparten en 60% forraje y 40% concentrado. La suplementación alimenticia cubre así el 38% de las necesidades energéticas, el resto (62%) se obtiene del pastoreo. En la **Figura 22**, se observa que la relación existente entre la suplementación energética y la prolificidad es prácticamente nula ($P > 0,10$).

Figura 22. Relación entre la prolificidad y el aporte energético anual en explotaciones ovinas de raza Ripollesa



Respecto la productividad, en la **Figura 23** se observa que existe una relación positiva entre el aporte energético y la productividad con una correlación moderada ($R^2 = 0,22$).

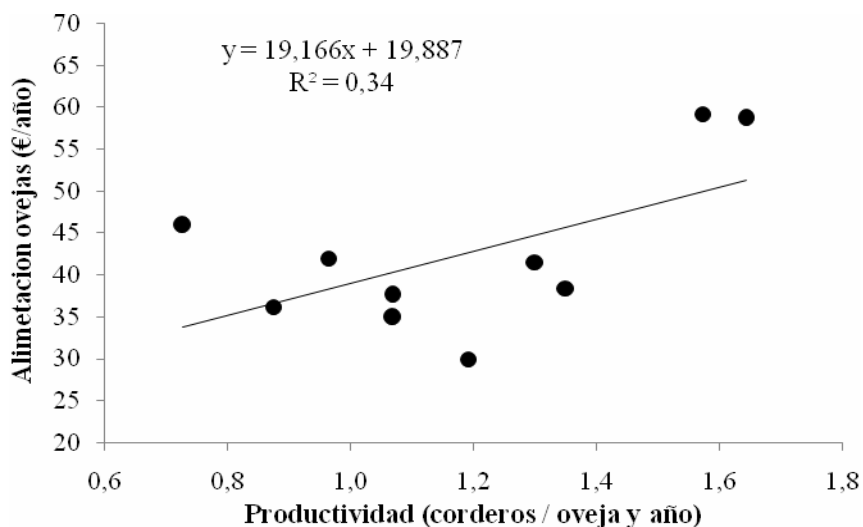
Figura 23. Relación entre la productividad y los aportes energéticos anuales de la ración de la oveja de la raza Ripollesa en Cataluña



IV. 1. 2. 3. 4. 2. Impacto de la alimentación de las ovejas en los resultados económicos

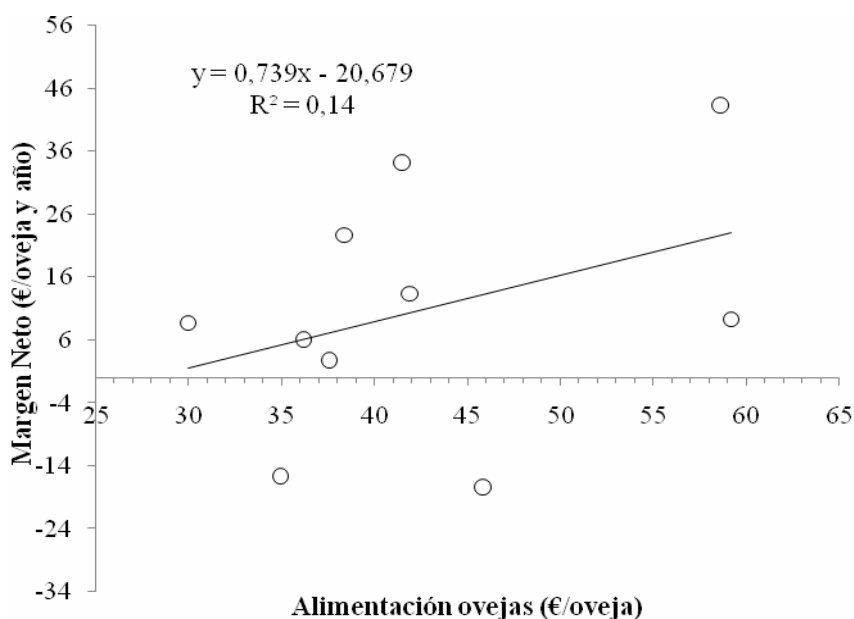
Teniendo en cuenta que los costes de alimentación son la partida más importante se han relacionado con la productividad (**Figura 24**) y la rentabilidad (**Figura 25**).

Figura 24. Relación entre los costes de alimentación de las ovejas y la productividad en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



Se observa una relación bastante importante entre los costes de alimentación de las ovejas y la productividad (corderos/oveja y año) de modo que por cada cordero producido más al año, los costes de alimentación por oveja aumentan en 19,1€.

Figura 25. Relación entre los costes de alimentación de las ovejas y el Margen Neto en explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña



En la **Figura 25** se observa que existe una correlación baja entre los costes de alimentación de las ovejas y el Margen Neto (€/oveja y año). Eso se explica por la diferencia que existe a nivel del sistema de alimentación. Por otra parte, el Margen Neto depende de otros costes (alimentación de corderos, mano de obra, generales...) y del tipo y el precio de venta del cordero producido.

IV. 1. 2. 3. 5. Características de las explotaciones en función del Margen Neto

De las 10 explotaciones, hay sólo dos que, en el periodo analizado, no han obtenido una rentabilidad positiva, son explotaciones que presentan mayores costes totales y menores ingresos que las explotaciones rentables (**Tabla 23**). Las explotaciones rentables tienden a tener mayor número de ovejas manejadas por UTA, mayor prolificidad y productividad. Es lo que explica los mayores ingresos por oveja provenientes principalmente de la venta de los corderos.

Tabla 23. Distribución de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en función del Margen Neto

Ítem	Grupo 1 ± ES ¹ (MN ² >0)	Grupo 2 ± ES (MN<0)	P<
Número de explotaciones	8	2	-
Número ovejas	602,1 ± 90,9	360,0 ± 20,0	0,239
Número ovejas/UTA	374,8 ± 45,8	268,0 ± 9,3	0,298
Número partos/oveja	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	0,261
Prolificidad	1,33 ± 0,06	1,08 ± 0,01	0,104
Productividad (corderos/oveja y año)	1,24 ± 0,09	0,90 ± 0,17	0,148
Precio medio/cordero	75,2 ± 5,2	80,5 ± 7,3	0,653
Ingresos producción	109,6 ± 11,9	72,7 ± 6,6	0,178
Subvenciones	52,8 ± 3,8	54,0 ± 1,8	0,887
Ingresos Totales	151,7 ± 6,8	126,7 ± 8,4	0,128
Alimentación reproductores y reposición	52,0 ± 3,4	50,5 ± 4,8	0,848
Alimentación corderos	7,3 ± 1,6	6,3 ± 0,8	0,775
Alimentación Total	59,3 ± 3,5	56,9 ± 4,01	0,751
Mano de obra	53,0 ± 3,9	65,8 ± 3,3	0,166
Costes sanitarios	2,2 ± 0,2	2,2 ± 0,5	0,996
Costes generales	5,5 ± 0,6	4,3 ± 0,3	0,366
Costes Totales	134,3 ± 5,6	143,4 ± 7,5	0,475

¹Error Estándar; ²Margen Neto

Los costes totales en las explotaciones no rentables son mayores, destacando la partida de los costes de la mano de obra que están muy por encima de los obtenidos en las explotaciones rentables. Así aunque se observa que la rentabilidad es el resultado de varios factores, la optimización de los costes de mano de obra es una de las medidas que a corto plazo deberían realizarse en las explotaciones. Ya que otras mejoras en los factores productivos requieren más tiempo para mostrarse efectivas.

IV. 1. 3. Conclusiones y consideraciones finales del estudio económico

En relación a los factores estructurales, las explotaciones ovinas de la raza Ripollesa en Cataluña han sufrido un proceso de concentración aumentando el tamaño de los rebaños y el ratio ovejas/UTA. Respecto a la prolificidad, se ha observado que ha aumentado, comparando con los estudios que se habían realizado previamente en estas explotaciones comerciales de esta raza, lo que refleja la importancia del programa de la selección. Asimismo, los aumentos

de la prolificidad y la productividad, han tenido un efecto más marcado en los ingresos que en los costes, lo que se ha traducido en aumento de la rentabilidad. En las condiciones de mercado del estudio (precio de cordero, piensos, mano de obra...), para obtener un margen neto positivo, se debería tener una productividad media superior a 1 cordero vendido/oveja y una prolificidad mínima de 1,14 corderos/parto y oveja.

Según este estudio, se pueden proponer una serie de acciones con el fin de mejorar los factores técnicos y económicos de estas explotaciones con el objetivo de incrementar su rentabilidad en sistemas semi-extensivos y de uso de razas autóctonas. Los factores que tienen una mayor influencia en la rentabilidad son, por un lado, el número de ovejas manejadas/UTA, factor que incide directamente sobre los costes de producción. Por otro lado, estarían la prolificidad y la productividad, de manera que se ha observado que mejoras en estos índices tienen un efecto más marcado en el incremento de los ingresos que en el de los costes.

Por ello se recomienda optimizar el número de ovejas manejadas/UTA, mejorar los parámetros reproductivos, sobre todo la prolificidad y viabilidad de los corderos, y optimar los costes de alimentación aprovechando por un lado los pastos y residuos de cosechas cuando sea posible y de otra parte ofreciendo una suplementación alimenticia ajustada y adecuada exclusivamente cuando sea necesario.

IV. 2. Estudio fisiológico-nutritivo: Efectos fisiológico-nutritivos en corderas de reposición de raza Ripollesa: Article: Effect of birthweight on the metabolic responses to glucose and insulin challenges at 3 months of age in Ripollesa ewe-lambs

IV. 2. 1. Abstract

With the aim of studying the metabolic changes induced by early nutritional differences (maternal environment modifying birthweight) of sheep on their posterior productive life, a total of 19 Ripollesa twin ewe-lambs of low (LBW; 3.49 ± 0.05 kg, $n = 8$) and high birthweight (HBW; 4.08 ± 0.09 kg, $n = 11$) were used. Twin ewe-lambs born from a Ripollesa purebred flock of medium prolificacy (1.48 lambs/lambing) were weaned at 60 ± 1 d (16.1 ± 0.12 kg BW) and intensively reared for breeding until 3 mo of age (24.75 ± 0.26 kg BW) at which they were submitted to glucose (0.25 g/kg BW, 50% solution) and insulin (4.6 μ g/kg BW) challenges after fasting. Catheters were implanted in the jugular vein after anesthesia and one recovery day was left after catheterization and between challenges. Blood samples were collected before (-15, -5 and 0 min) and after (5, 10, 15, 30, 60 and 120 min) infusions and plasma analyzed for glucose, insulin and NEFA concentrations. Ewe-lamb groups differed in growth rates during suckling, resulting in a greater weaning weight (+0.94 kg, $P = 0.041$) and a tendency of smaller weaning age (-7 d; $P = 0.085$) in favor of HBW lambs. The differences were partially compensated by a faster growth during fattening of the LBW lambs. Final weights were similar (25.02 ± 0.49 vs. 24.48 ± 0.35 kg; $P = 0.250$) and the age difference at harvesting was maintained (99 ± 2 vs. 107 ± 3 d; $P = 0.057$) for HBW and LBW ewe-lambs, respectively. Plasma glucose baseline levels at 3 mo of age were 17% greater ($P = 0.013$) in the HBW than in the LBW ewe-lambs, the glucose concentration increasing with birthweight at a rate of 19 mg/100 ml per kg of birthweight. However, baseline plasma insulin was not affected by birthweight ($P = 0.99$). Comparison between insulin resistance indexes showed large similarities between ewe-lamb groups, with no effects of birthweight on insulin resistance. Nevertheless, LBW ewe-lambs showed signals of lower insulin sensitivity which need further research at adult ages.

IV. 2. 2. Introduction

Epidemiological studies have shown that low birth weight (LBW) is associated with an increased risk of metabolic diseases such as glucose intolerance, insulin resistance and Type II (non-insulin-dependent) diabetes mellitus in adult life (Hales et al., 1991; Philips et al., 1994). This aspect has been explained through ‘thrifty phenotype’ hypothesis (Hales and Barker, 2001) which propose that conditions of desnutrition, metabolic and endocrine adaptations and slow intrauterine growth in utero can cause effects on postnatal glucose and insulin handlings.

Various studies in sheep and pigs support this hypothesis and confirm that low birthweight is associated with disturbed glucose metabolism in later life (Poore and Fowden, 2002; Poore et al. 2002; Oliver et al., 2002; Poore et al., 2004). On other hand, it is proposed that fetal adaptations to limited conditions of nutrient during pregnancy and permanent changes in structure and function because fetal competition lead to predisposition of these types of disease (Barker et al., 1993; Macedo et al., 2008). Recently, Casellas and Caja (2012) reported a non-genetic permanent effect of the low birthweight on the whole reproductive life of Ripollesa ewes which may be related to the epigenetic effects of perinatal life.

Hence, the aim of this study was to assess on the effects of birthweight on the response to glucose and insulin concentrations in plasma for evaluating their possible differences in young ewe-lambs reared under intensive conditions at the age of harvesting (3 mo).

IV. 2. 3. Materials and Methods

IV. 2. 3. 1. Animals, management and diets

The study used total of 121 Ripollesa pure-breed lambs born at early spring (February to March) in the Experimental Farm of the SGCE (Servei de Granges i Camps Experimentals) of the Universitat Autònoma de Barcelona (Bellaterra, Barcelona, Spain). Animal care and experimental procedures used in this study were approved by the Ethical Committee on Animal and Human Experimentation of the Universitat Autònoma de Barcelona (CEEAH, reference 1291).

The Ripollesa sheep is a Catalanian local breed of medium frame (50 to 65 kg BW) included in the Spanish semi-fine wool sheep group, exploited under semi-intensive conditions in which it shows a medium-low prolificacy (1.2 to 1.6 lambs/litter) and intended for the production light fattened lambs (Guillaumet and Caja, 2001; Caja et al., 2010).

Ewe prolificacy and lamb birthweight for the spring lambing used in this work were: 1.48 lambs/litter and 3.97 ± 0.06 kg BW on average, respectively. Lamb mortality was 3.3%.

Lambs were weighed and processed (navel cutting and disinfection with alcohol-iodine solution, identification with official ear tags and Se supplementation) as soon as possible after birth and within the first 12-h of life, and then left with their mothers until weaning. The ewes grazed without their lambs for approximately 6-h daily on Italian rye-grass cultivated pastures and complemented indoors with fescue hay ad libitum in straw bedded pens (1.5 m² per ewe). Lambs suckled their lambs indoors where they were offered a commercial starter concentrate (Raltec TC-01, Serveram, Vic, Barcelona, Spain) by creep-feeding and free access to fresh clean water. Nutritional composition of the starter concentrate is shown in **Table 24**.

Table 24. Composition of the starter concentrate used in the suckling lambs

Nutrient	% Dry Matter
Crude protein (CP)	18.99
Acid detergent fiber (ADF)	5.06
Neutral detergent fiber (NDF)	12.96
Fat	3.77
Ash	7.80

Weaning took place weekly at 2 mo of age (60 ± 1 day) and 16.1 ± 0.12 kg BW. Upon weaning, lambs were moved to straw bedded pens in groups of 10 to 20 lambs (0.5 m² per lamb) for fattening until they reached the harvesting weight as Spanish “Recental” lambs (approximately 3 mo of age and 23 to 25 kg BW). Weaned lambs were intensively fed with a commercial growing-fattening concentrate (Cooperativa Agraria Comarcal del Vallès, Les Franqueses del Vallès, Barcelona, Spain) and barley straw offered ad libitum. Ingredients and

nutritional composition of the growth-fattening concentrate and barley straw offered are shown in **Table 25**. Water was permanently available in automatic water bowls.

IV. 2. 3. 2. Experimental treatments

For this study 19 twins female lambs were used and able to be used for replacement, were chosen from the available 121 newborn lambs. The ewe-lambs were healthy and chosen during suckling on the basis of their birthweight and lambing type and were allocated into 3 virtual experimental groups.

Table 25. Ingredients and composition of the fattening diet used in lambs

Item	Concentrate	Barley straw
Ingredients (% DM basis)		
Corn meal ¹	29.60	-
Barley meal	27.50	-
Soybean meal 44	18.50	-
Fababean meal	10.00	-
Carob meal	8.00	-
Molasses	2.00	-
Calcium carbonate	1.90	-
Animal fat	1.50	-
Sodium bicarbonate	0.40	-
Vitafac ovino ²	0.30	-
Salt	0.25	-
Luctamold ³	0.05	-
Nutrient (% DM basis)		
Dry matter	89.32	90.48
Organic matter	82.75	83.78
Crude protein	18.78	4.42
Acid detergent fiber	5.40	46.77
Neutral detergent fiber	10.77	79.16
Fat	2.87	-
Ash	6.57	6.67

¹Obtained from genetically modified grains; ²Vitafac ovino 0.3% (DSM Nutritional Products, Saint-Louis, France): Ca, 15.28%; Mg, 5.05%; S, 3.33%; Vitamin A, 3,333,333 IU/kg; Vitamin D₃, 333,333 IU/kg; Vitamin E, 5,666 mg/kg; Vitamin B₁, 666 mg/kg; Vitamin B₂, 333 mg/kg, FeCO₃, 11,666 mg/kg; MnO, 13,333 mg/kg; 3Co(OH)₂.H₂O, 66 mg/kg; ZnO, 13,333 mg/kg; Ca(IO₃)₂, 166 mg/kg; Na₂SeO₃, 100 mg/kg; ³Luctamold, fungal inhibitor composed by a mixture of acetic acid, propionic acid and ammonium propionate (Lucta, Montornès del Vallès, Barcelona, Spain).

Experimental ewe-lamb groups were (n = 19):

- High birthweight twin lambs (**HBW**, 4.02 ± 0.08 kg; n = 11); and,
- Low birthweight twin lambs (**LBW**, 3.54 ± 0.03 kg BW; n = 8).

Differences in lamb's birthweight between, HBW and LBW groups, were 0.48 kg ($P < 0.001$), respectively.

Suckling lambs were weighed weekly until 60 d of age by using a portable scale with an accuracy of 10 g (FX-31, Allflex NZ, Palmerston, New Zealand). The chosen ewe-lambs were thereafter weighed every week using an electronic scale with an accuracy of 100 g (Tru-Test AG 500-02, Pakuranga, Auckland, New Zealand) until they reached the harvesting weight (23.9 ± 0.3 kg BW) at which they were submitted to the glucose metabolism tests.

IV. 2. 3. 3. Glucose and insulin metabolic tests

Lamb catheterization

19 twin ewe-lambs differing in birthweight (HBW, 4.08 ± 0.09 kg BW, n = 11; LBW, 3.49 ± 0.05 kg BW; n = 8; $P < 0.001$) were used for catheterization in the jugular vein 1 d before performing the metabolic tests. With this aim, the chosen lambs were tranquilized immediately before catheterization by using acepromazine maleate i.m. (0.1 mg/kg BW) as neuroleptic (Calmo Neosan injectable 0.5 g/100 ml, Labiana Life Sciences, Terrassa, Spain). After shaving and disinfecting a small area in the lamb's neck, a 16-gauge catheter (Vygon, Ecouen, France) was fitted into the jugular vein of each lamb using an needle catheter guide (Everest Veterinary Technology, Molins de Rey, Barcelona, Spain) which was fixed to the neck's skin and protected by using cohesive bandage. Catheters were flushed with 4 ml of heparinized saline (500 IU/ml) once the catheter placement was completed. Moreover, diluted heparinized saline (50 IU/ml) was used before and after each blood sampling.

Glucose tolerance test and insulin challenge doses

Body weight was used to determine the required doses of glucose (0.25 g/kg BW) for the glucose tolerance tests (GTT) and of insulin (4.6 μ g/kg BW) for the insulin tolerance test (ITT). Both tests were performed consecutively and after fasting overnight (12 h) leaving 1 d

between the GTT and ITT tests as washing out period for allowing the recovery of the lambs. The lambs returned to the flock as replacement ewe-lambs at the end of the experiment.

Glucose Tolerance Test

The GTT was performed by administering 0.25 g/kg BW of D-(+)-glucose (Sigma-Aldrich Life Science, St. Louis, MO, USA) followed by 4 ml of heparinized saline to flush the catheters and to prevent the contamination of the subsequent samples. Blood sampling (2 ml each) lasted for 2 h and was performed through the catheter using syringes at different times with regard to the glucose administration (-15, -5 and 0, immediately before the administration; and 5, 10, 15, 30, 60 and 120 min after administration). Blood samples were then transferred to lithium heparin tubes (BD Vacutainer, LH 170 IU, ref: 367526, UK; 10 ml) and kept on ice (0°C) until centrifugation for plasma separation.

Insulin challenge

Insulin challenge was performed in the same lambs 1 d after doing the GTT after administering (4.6 µg/kg BW) of insulin from bovine and ovine pancreas (Sigma-Aldrich Life Science, St. Louis, MO, USA) through the catheter. Blood sampling time and procedure was similar to previously described for GTT.

IV. 2. 3. 4. Biochemical analyses

All blood samples collected were centrifuged (Hettilch Zentrifugen, D-78532, Tuttlingen, Germany) for 15 min at 4°C at 3,000 rpm (1410 × g). Plasma samples were stored at -20°C and analyzed for glucose, insulin and non-esterified fatty acids (NEFAs).

Plasma glucose concentrations were analyzed using an automated analyzer (Spectramax Plus-384, Molecular Devices, Bio Nova scientific, CA, USA) by using glucose kits (God-Pap, Biolabo, Maizy, France). The NEFAs plasma concentration was measured using enzymatic kits (NEFA-HR ACS-ACOD Method, Wako Chemicals, Neuss, Germany). Insulin plasma concentration was obtained according to ELISA immunoassay for quantitative determination of ovine insulin in plasma (Mercodia Ovine Insulin Elisa, Developing Diagnostics, Uppsala, Sweden).

Insulin sensitivity was also estimated from fasting blood samples of insulin and glucose collected from all the 19 lambs using a quantitative insulin sensitivity check index (QUICKI) according to Katz et al. (2000). This method was derived using the inverse of the sum of the logarithms of the fasting insulin (I_0 ; ng/mL) and fasting glucose (G_0 ; mg/100 mL), where $QUICKI = 1/[\log(I_0) + \log(G_0)]$. The QUICKI results from the log-transformed values were dimensionless index.

IV. 2. 3. 5. Statistical analysis

Performance data were analyzed by the MIXED procedure of SAS version 9.1.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). The statistical model included the fixed effects of the gender of the co-twin lamb and the birthweight, as well as the random effects of the animal and the residual error. For GTT and ITT challenges (glucose, NEFAs and insulin) the MIXED procedure of SAS for repeated measures was used. All means were shown as least squares means \pm SEM.

Areas under the curve (AUC) during the challenges of 19 ewe-lambs were calculated for plasma values of glucose, NEFAs and insulin responses to ITT and GTT using the trapezoidal rule. With this aim, the curve was divided into vertical segments according to time elapsed: 1) baseline (between -15 and 0 min), 2) acute phase (glucose, between 0 and 30 min; NEFAs, between 0 and 15 min; insulin, between 0 and 10 min) and recovery phase (between the end of the acute phase and 120 min).

The statistical significance and tendency were declared at $P < 0.05$ and $P < 0.10$, respectively. Non significant interactions at $P > 0.20$ were removed in all cases from the final models.

IV. 2. 4. Results and Discussion

IV. 2. 4. 1. Growth of the lambs

Relevant body weights of the twin ewe-lamb subset ($n = 19$) selected in this experiment from birth to slaughter and their average daily gain (ADG) according to the birthweight class are shown in **Table 26**. Difference between the HBW and LBW lambs was

0.59 kg ($P < 0.001$). Moreover, the obtained curves of growth for the 2 groups of lambs are presented in **Figure 26**, which showed similar linear trends ($R^2 = 0.99$).

Lambs of both groups were weaned and harvested at 16.47 ± 0.12 and 24.75 ± 0.26 kg BW, respectively, on average. Nevertheless, the growth pattern of the HBW and LBW lambs were markedly different.

Table 26. Relevant body weights of the Ripollesa ewe-lambs subset according to their birthweight (Values are LSM \pm SEM).

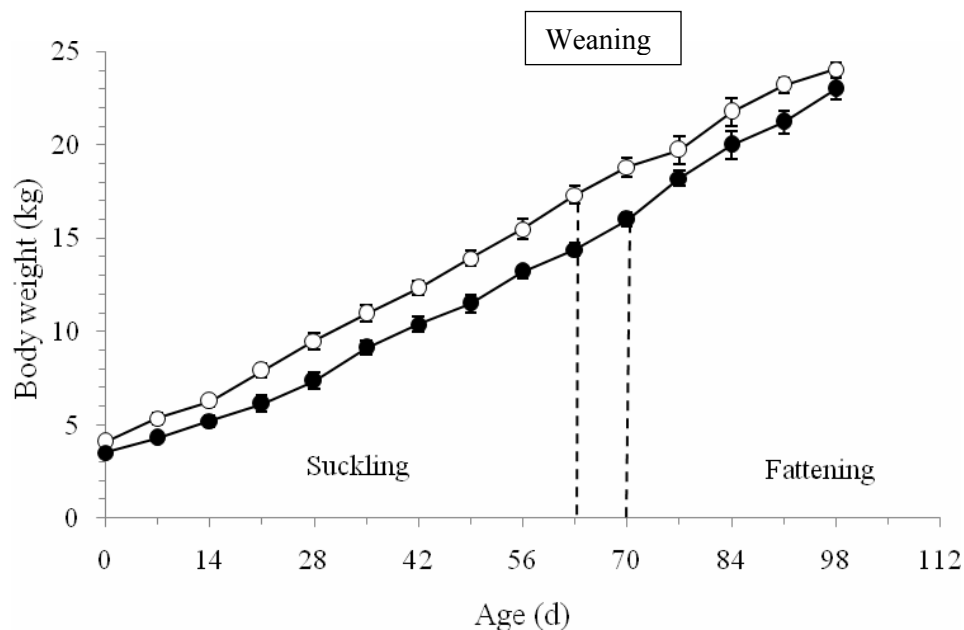
Item	Birthweight		Effect ($P =$)
	HBW ¹	LBW ²	
Birthweight (kg)	4.08 ± 0.07^a	3.49 ± 0.08^b	0.001
Weaning weight (kg)	16.94 ± 0.27	16.00 ± 0.32	0.041
Weaning age (d)	62 ± 2	69 ± 3	0.085
Harvesting weight (kg)	25.02 ± 0.49	24.48 ± 0.35	0.250
Harvesting age (d)	99 ± 2^a	107 ± 3^b	0.057
ADG (g/d)			
Before weaning	218 ± 8^a	191 ± 9^b	0.004
After weaning	212 ± 22^a	224 ± 25^a	0.657
Total	208 ± 4^a	189 ± 5^b	0.011

¹ High birthweight twin lambs.

² Low birthweight twin lambs.

^{a, b} Means within a row with different superscripts differ at $P < 0.05$.

Figure 26. Growth curves of Ripollesa twin ewes-lambs from birth to harvesting according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin; ●, LBW = low birthweight twin).



According to the observed ADG values, there were significant differences between HBW and LBW ewe-lambs in their weaning weight (+0.94 kg, $P < 0.05$) and a tendency in their weaning age (-7 d; $P < 0.10$), both in favor of HBW lambs, that were partially compensated by a faster growth of the LBW lambs during the fattening period.

Despite this, the LBW lambs would have needed 10.4 d more of fattening for reaching the same harvesting weight than the HBW lambs, as it can be calculated from the differences in BW (-0.54 kg) and their ADG during the last period of fattening (0.223 kg/d). This will result in higher feeding costs for the LBW lambs as feed costs presented a heavier burden on the flock total costs, as shown in the results of the first part of this Thesis (IV. 1. 2. 2. 4).

Thus, weaning age was conditioned by lamb birthweight, which may be a consequence of the lower capacity of the LBW lambs to suck milk from their mothers as reported previously in sheep (Peart et al., 1975; Theriez, 1991; Rajab et al., 1992).

Regarding ADG, our results agreed with those of Greenwood et al. (1998) who reported that its values tended to be 5% greater in the high than in the low birthweight lambs (345 vs. 329 g/d) given ad libitum access to feed, due to the slower growth rate of the small newborn lambs during the immediate postpartum period. Peeters et al. (1996) also reported

that birthweight had a significant positive influence on early postnatal growth rate, diminishing its effect as increasing the lamb age. Moreover, the authors reported a negative effect of litter size on lamb birthweight and on early postnatal growth results until 10 kg BW. The influence of birthweight on growth rate also remained significant after weaning and during the fattening period under intensive conditions (Peeters et al., 1995).

Additionally, in the study of Fogarty (2009) concerning the effects of FecB genes in sheep, the reported results support that there is a link between birthweight and growth rate in the crossbred-ewes introgressed with the prolific gene, and as result of carrying FecB, a low growth rate was associated to a low birthweight of the lambs. Similar results have been reported in pigs (Kavanagh, 1994; Lynch et al., 2006; Škorjanc et al., 2007) where it has been demonstrated that the potential for growth until slaughter weight is affected by the birthweight of the piglet. So, lighter pigs at birth and at weaning have lower growth rates post-weaning and are slower to reach a fixed slaughter weight.

On another hand, linear and quadratic effects of birthweight on lamb survival were reported in Ripollesa lambs by Casellas et al. (2007), the lamb survival showing a maximum for a birthweight of 4.3 kg and decreasing for extreme light and heavy weights.

IV. 2. 4. 2. Baseline concentrations of metabolic indicators in plasma

Obtained basal values of plasma glucose, insulin and NEFAs, considered as indicators of the alterations in the hypothalamic-pituitary-adrenal axis produced by permanent fetal programming, of the Ripollesa ewe-lambs at the end of fattening according to birthweight is shown in **Table 27**.

Table 27. Basal metabolic indicators (after 12 h fasting) of Ripollesa ewe-lambs evaluated at the end of fattening according to birthweight (values are LSM \pm SEM)

Item	Birthweight		Effect (<i>P</i> <)
	HBW ¹	LBW ²	
Lambs, n	11	8	-
Birthweight (kg)	4.08 \pm 0.07 ^a	3.49 \pm 0.08 ^b	0.001
Evaluation conditions:			
Weight (kg)	25.02 \pm 0.49	24.48 \pm 0.53	0.250
Age (d)	99 \pm 2 ^c	107 \pm 3 ^d	0.056
Plasma basal values:			
Glucose (mg/100 mL)	75.7 \pm 2.6 ^a	64.6 \pm 3.0 ^b	0.013
Insulin (ng/mL)	0.116 \pm 0.039	0.117 \pm 0.039	0.994
NEFAs (mmol/L)	0.616 \pm 0.083 ^a	0.924 \pm 0.152 ^b	0.035

¹ High birthweight twin lambs.

² Low birthweight twin lambs.

^{a, b} Means within a row with different superscripts differ at *P* < 0.05.

^{c, d} Means within a row with different superscripts differ at *P* < 0.10.

IV. 2. 4. 2. 1. Baseline plasma glucose concentrations

Baseline plasma glucose concentrations were 17% greater (*P* < 0.05) in HBW compared to the LBW lambs, the plasma glucose concentration increasing with birthweight at a rate of 18.8 mg/100 ml per kg of birthweight.

This result disagreed with previous research done in older lambs (Oliver et al., 2002; 5 mo of age) and in pigs (Poore et al., 2004; 3 mo of age) where plasma glucose concentration in fasted individuals was not influenced by birthweight. However, our results agreed with those reported by Ozanne et al. (2005) in humans, who observed that fasting glucose concentration values were significantly higher in low birthweight than normal birthweight young men. On the other hand, Poore et al. (2004) reported that fasting glucose concentration in male pigs was significantly related to growth rate (from birth to 3 months).

IV. 2. 4. 2. 2. Baseline plasma insulin concentrations

Baseline plasma insulin concentration did not differ between HBW and LBW lambs as shown in **Table 27**. Our results agreed with the available references in sheep (Greenwood et

al., 2002; Oliver et al., 2002) and pigs (Poore et al., 2004) in which the baseline insulin concentration was not influenced by birthweight.

Nevertheless, Oliver et al. (2002) reported that fasting plasma insulin concentration in sheep increases with the current weight at a rate of 2.9 pM/kg BW at 5 mo of age. On the contrary, low birthweight has been associated with increased fasting insulin concentration in children (Chaoyang Li et al., 2001; Rostler, 2001; Murtaugh et al., 2003). Furthermore, different studies indicated that plasma basal values of metabolites and hormone concentrations vary according to animal gender, birthweight and age.

According to Poore et al. (2004) the effect of birthweight on fasting insulin concentrations of 12 mo of age lambs differed according to gender and was lower in the low than in the high birthweight male lambs but not in the female ones, agreeing with our results. The same author indicated that absence of any effect of birthweight on fasting insulin and glucose at adult age (12 mo) could reflect the increased ability of low birthweight female to maintain blood glucose concentration due to their increased accumulation of fat.

In the same sense, Greenwood et al. (2002) reported differences in plasma metabolite and hormone concentrations at birth for male Suffolk × (Finnsheep × Dorset) lambs. Low birthweight newborn lambs showed higher plasma concentrations of urea and somatotropin and lower IGF-I (Insulin-like growth factor I) than the large newborns. Nevertheless, plasma concentrations of glucose (25.6 vs. 47.3 mg/mL) and insulin (0.09 vs. 0.13 ng/mL), which fell in a lower range than our results, did not differ. Moreover, fasting insulin concentration in 3 mo of age pigs was not influenced by birthweight in male and female, but it was associated to current weight in the male but not in the female pigs, as reported by Poore et al. (2004).

The metabolic differences according to birthweight was explained by Greenwood et al. (2002) who indicated that low birthweight are less mature than high birthweight lambs in their metabolic and endocrine development, which may enhance their capacity to utilize amino acids for energy production and to support gluconeogenesis during the immediate postpartum period. Thus, the same author confirmed that being small at birth also resulted in elevated insulin plasma concentrations indicating a greater insensitivity or resistance to insulin.

IV. 2. 4. 2. 3. Baseline plasma NEFAs concentrations

Baseline plasma NEFAs concentration were 33% lower in the HBW when compared to the LBW lambs, as shown in **Table 27** ($P < 0.05$), indicating a better use of energy in the HBW lambs, most probably as a consequence of their enhance capacity of using amino acids, as concluded by Greenwood et al. (2002).

IV. 2. 4. 3. Insulin tolerance test (ITT)

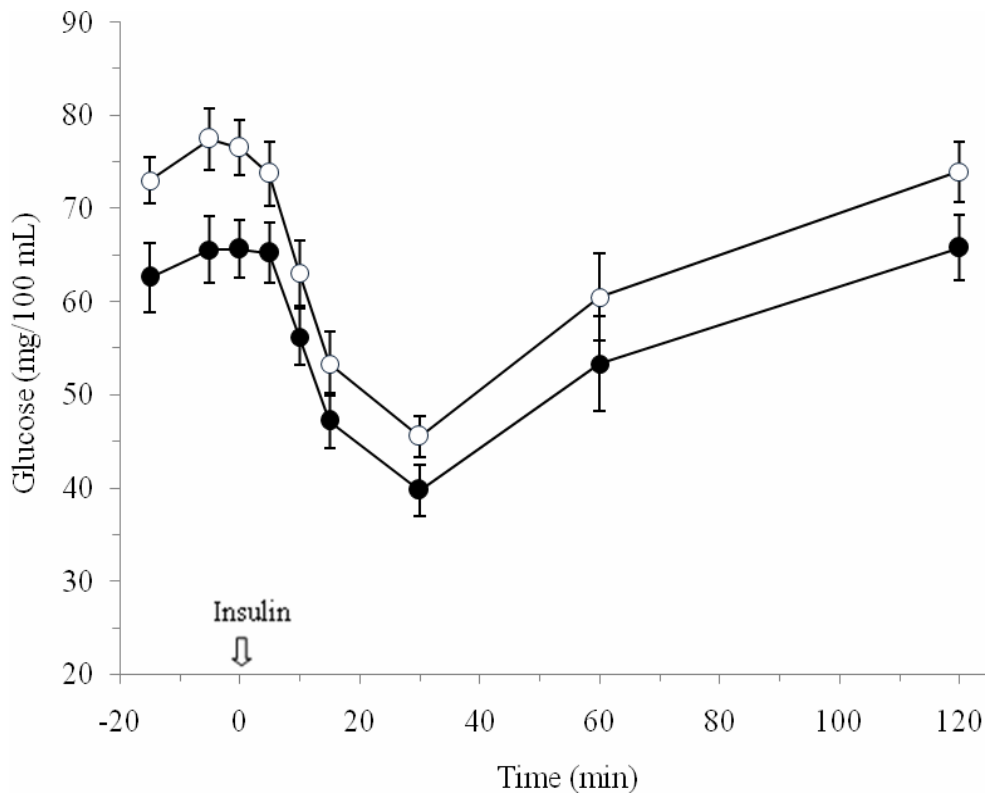
IV. 2. 4. 3. 1. Glycemic response to the insulin challenge

Despite their basal line differences, intravenous administration of insulin (4.6 $\mu\text{g}/\text{kg}$ BW) resulted in a similar dramatic reduction of plasma glucose concentrations in the HBW and LBW lambs, almost to the half of its normal value during the first 30 min post-injection, picking at 30 min (nadir) and returning to their basal values by 2 h after the insulin administration (**Figure 27**).

Manipulation stress previous to the insulin administration induced few and not significant changes in the glucose baseline of both groups of lambs, showing the adequacy of the experimental methodology used for catheterization and insulin administration.

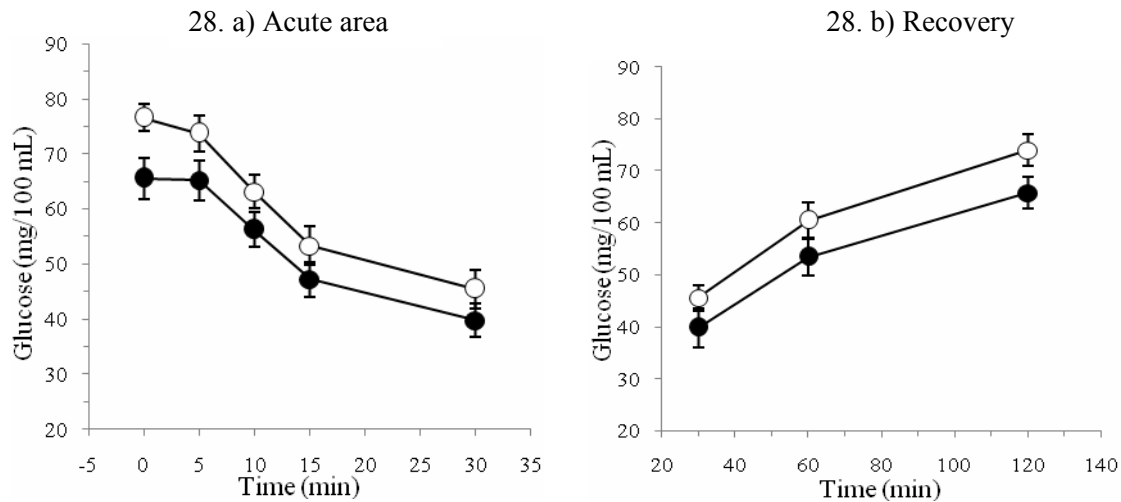
As shown in **Figure 27** and despite the initial and final values, there was no difference in the pattern of plasma glucose response during the insulin challenge between HBW and LBW lambs, maintaining parallel trends. Plasma glucose values in response to insulin injection were permanently higher in the HBW than in the LBW lambs.

Figure 27. Plasma glucose concentration change during the insulin challenge of Ripollesa twin ewe-lambs after 12 h fasting and according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW= low birthweight twin ewe-lambs).



Likewise, acute glucose area (glucose decrement) immediately preceding the peak after insulin injection was significantly greater in the HBW than in the LBW lambs ($1,753 \pm 61$ vs. $1,514 \pm 71$ mg \times min; $P = 0.022$) as shown in **Figure 28.a**. Nevertheless, only a tendency to be different was observed in the glucose recovery area between the two groups of lambs (**Figure 28.b**), although values were greater in the HBW compared to the LBW lambs ($6,063 \pm 388$ vs. $5,393 \pm 417$ mg \times min; $P = 0.086$).

Figure 28. Plasma glucose response during the acute and recovery phases of the insulin challenge in Ripollesa twin ewe-lambs according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).



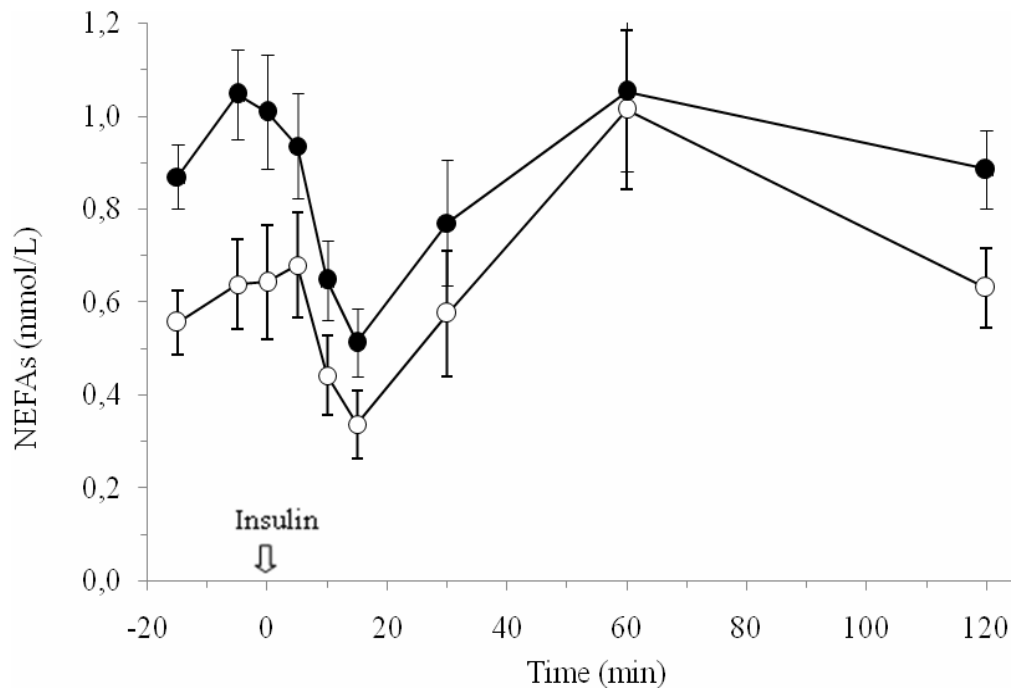
There are few references for comparing our results in sheep, but Oliver et al. (2002) observed that plasma insulin concentration responses to insulin injection increased when birthweight increased, but plasma glucose and insulin concentrations were not influenced by the current weight of the lambs.

On the other hand, our results disagreed with those of Poore et al. (2004) in 3 mo of age pigs who reported that there were no differences in plasma glucose concentrations during insulin tolerance test between low and high birthweight both in female and male young pigs. Nevertheless, they observed that at adult age (12 mo of age); plasma glucose concentrations were greater in the low than in high birthweight female pigs but not in male counterparts. Moreover, the glucose decrement (glucose acute area) of our results also disagree with those of Poore et al. (2004) where no differences between the groups of birthweight pigs at young and adult age, and for both female and male animals, were found.

IV. 2. 4. 3. 2. NEFAs response to the insulin challenge

Lambs showed an immediate response to insulin challenge by decreasing their NEFAs plasma concentrations (**Figure 29**), which revealed an increased uptake and use of NEFAs and glucose (Frayn et al., 1997) as cellular energy source, as previously shown in **Figure 27**.

Figure 29. Plasma NEFAs response to the insulin challenge in twin Ripollesa ewe-lambs according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).



As previously reported for glucose, a small manipulation stress was also observed in this case with a low rise in the NEFAs baseline values of both groups of lambs before the time of insulin administration. **Figure 29** also shows the acute and recovery NEFAs phases characteristics of the insulin challenge response, but only tendencies for the effect of lamb birthweight were detected (acute phase; 7.87 ± 1.46 vs. 11.72 ± 1.71 , $P = 0.107$; recovery phase; 79.97 ± 8.34 vs. 95.07 ± 9.77 , $P = 0.257$), the NEFAs plasma values being numerically greater in LBW than in HBW lambs.

The NEFA response to the insulin tolerance test showed a nadir 15 min post insulin administration, and a fast recovery phase (15 min) which drove plasma NEFA concentrations to a plateau closer to their respective baseline values. Nevertheless a peak of NEFAs was observed during the recovery phase (min 60) in which the NEFA concentrations were similar in the HBW and LBW lambs (**Figure 29**). This peak may have been a consequence of the metabolic compensatory mechanisms put in place after returning to the normal stage after the insulin challenge and it was significantly higher than the basal line in the case of the LBW lambs.

Our results agreed with those of Ramadhani et al. (2006), who reported that a lower birthweight is associated to higher plasma triglycerides concentration in humans (children), and confirm the tight relationship between glucose and NEFA metabolism previously described in humans (Frayn et al., 1995; Ferrannini et al., 1997) and cows (Boston and Moate, 2008). According to that, glucose and NEFA are reciprocally regulated, NEFAs having a major role in inhibiting glucose metabolism, and both of them dramatically influenced by insulin.

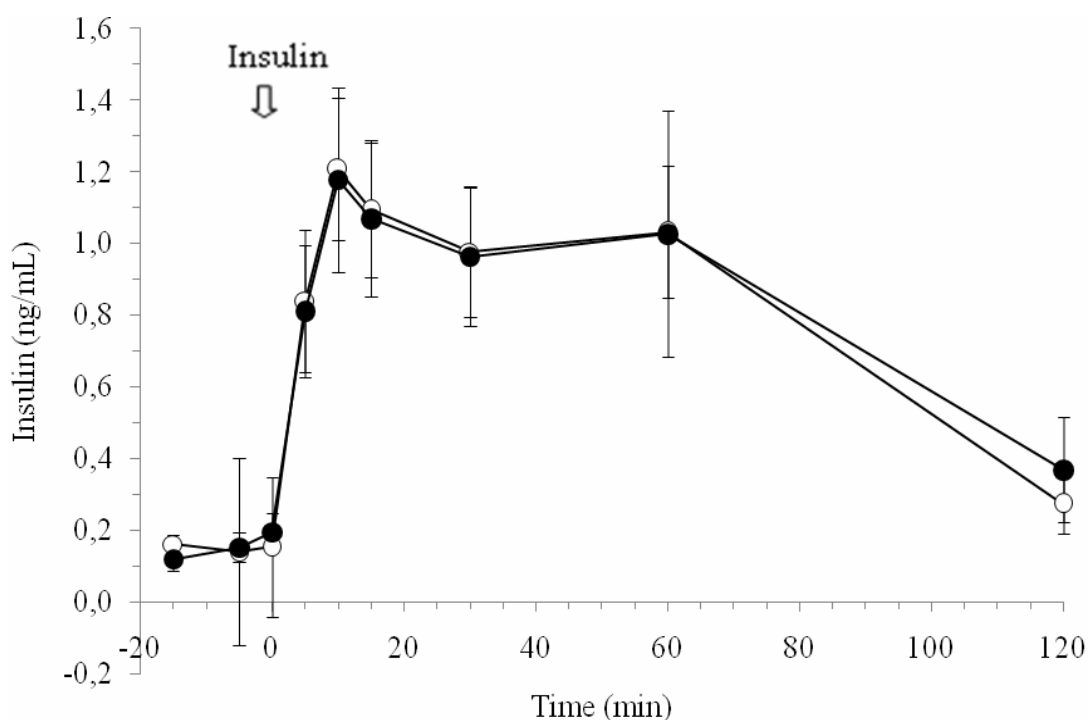
IV. 2. 4. 4. Glucose tolerance test

Intravenous glucose administration induced a significant increment in plasma insulin concentrations which was similar for both HBW and LBW lambs (**Figure 30**) and agreed with their similar baseline values. In both groups, insulin response to glucose injection showed an initial acute phase, peaking at min 10, in which plasma insulin concentrations raised almost 8 times more than the baseline values, and a recovery phase during which plasma insulin concentrations showed a plateau concentration and returned slowly to their baseline values.

There was no birthweight effect on insulin responses concentrations to the glucose challenge (area under curve, AUC). Moreover, plasma insulin area values were similar in the HBW and LBW lambs during the acute (5.72 ± 2.50 vs. 5.27 ± 2.53 ng \times min; $P = 0.900$) and recovery phases (58.4 ± 24.5 vs. 64.9 ± 24.0 ng \times min; $P = 0.772$) as shown in **Figure 31**. Thus, our results showed that both lamb groups exhibited the same levels of insulin secretion in response to a similar glucose challenge, which disagree with that concluded by Oliver et al.

(2002) in sheep. For this authors, there is a negative relationship between birth weight and glucose tolerance in young sheep (5 mo), which disappears in adults (30 mo). Similar results were reported in humans in which low birthweight, as well low growth rate during infancy, are associated with the occurrence of glucose intolerance (Hales et al., 1991).

Figure 30. Plasma insulin concentration responses to the glucose tolerance test of twin Ripollasa ewe-lambs according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).



However, Matsuda and DeFronzo (1999) obtained similar plasma insulin concentrations at 30 and 60 min after glucose administration in impaired glucose tolerance and normal subjects, with a significant difference in diabetic subjects with both normal and impaired glucose tolerance. So, there is no clear conclusion from glucose tolerance tests for measuring insulin sensitivity.

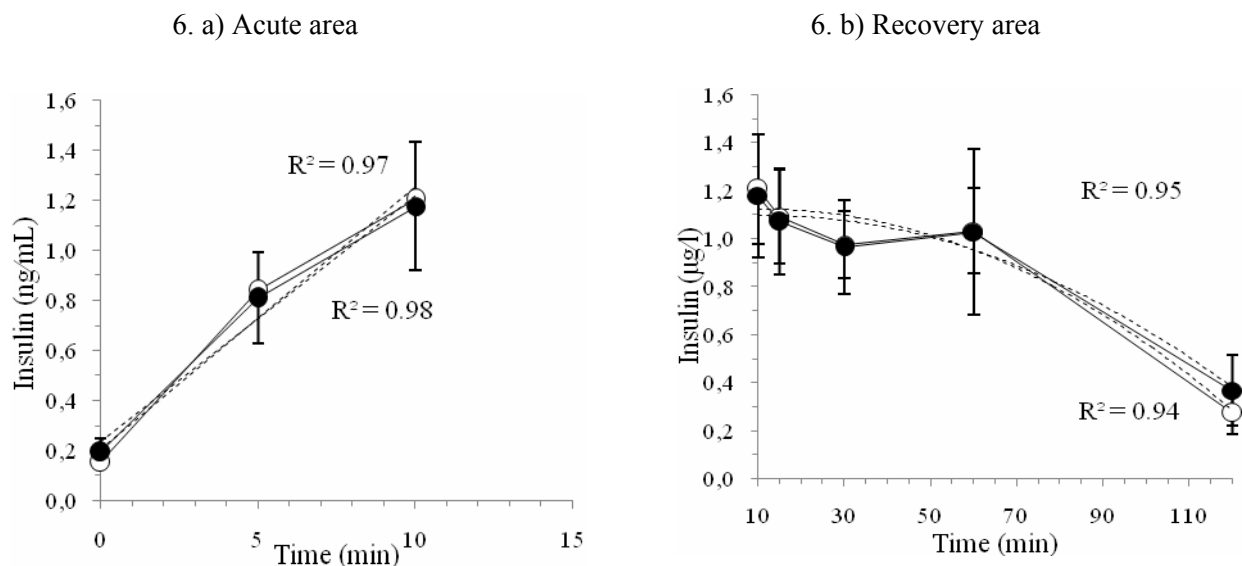
IV. 2. 4. 5. Insulin resistance

Like for the results of the insulin tolerance test, there were not birthweight effects on glucose and NEFA responses when data were covariated with the respective baseline values.

The two groups of lambs presented the same areas under the curve in response to the insulin tolerance test for glucose and NEFAs when HBW and LBW ewe-lambs were compared. Moreover, acute phase values for glucose (1690.01 ± 50.87 vs. 1600.89 mg \times min; $P = 0.312$) and NEFAs (9.91 ± 0.58 vs. 8.93 ± 0.69 mmol \times min; $P = 0.327$), as well as recovery phase values for glucose (6128.27 ± 357.67 vs. 6049.94 ± 435.63 mg \times min; $P = 0.657$) and NEFAs (82.70 ± 8.91 vs. 91.32 ± 10.68 mmol \times min; $P = 0.568$), during the insulin challenge were similar in both groups and were not influenced by the lamb birthweight.

Consequently we can conclude that, lamb reactions to the increasing insulin concentrations in blood were similar and, accordingly, insulin sensitivity (or resistance) should be considered as similar between them and unaffected by the lamb birthweight. Similar results were found by Poore and Fowden (2004) in young pigs who indicated that at either postnatal age, insulin sensitivity is not related to birthweight.

Figure 31. Insulin acute areas and recovery phases in response to the glucose tolerance test of twin Ripollesa ewe-lambs according to birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).



However, our result did not agree with epidemiological results in human, where it has been shown that low birth weights are associated with insulin resistance and hypoinsulinemia during young and adult life, especially in men; so, low birth weight individuals are less

sensitive to insulin and have increased insulin secretion levels, regardless of their current weight (Philips et al., 1994; Chaoyang et al., 2001). Moreover, it has been reported in humans (Muniyappa et al., 2009) that insulin insensitivity is associated with glucose intolerance, which is an important clinical index for assessing on an insulin resistant state. In a similar study done in pigs, Poore and Fowden (2004) reported that in 3 mo females, thinness at birth was associated with decreased insulin sensitivity but, on the contrary, in thin males after a catch-up growth in the first month of age, it was associated with increased insulin sensitivity. However, in the adult age, the early postnatal catch-up growth was ever associated with insulin resistance, independently of pig gender.

To explain the causes of birthweight effect on insulin sensitivity, we found various theories and observations, either in human or animals. Poore and Fowden (2004) indicated in pigs that the natural variation in intrauterine growth seen within litters affects postnatal insulin sensitivity and that birthweight was not directly related to postnatal insulin sensitivity but played an important role to determine the growth rate which is directly related to insulin sensitivity. The same conclusions come from experimental animals and human epidemiological studies (Phillips et al., 1994; Hales et al., 1996; Moss et al., 2001).

Explained the link between low birth weight and the insulin resistance syndrome, Phillips et al. (1998) reported that intrauterine programming of the hypothalamic- pituitary- adrenal axis (HPAA) may be the mechanism underlying the association between low birth weight and insulin resistance syndrome in postnatal life. In this sense, Ozanne et al. (2006) observed in humans a decreased expression of specific insulin-signalling proteins in low birthweight men and reported that this falling may contribute to muscle insulin resistance. In the same study, they reported that the changes of expression of specific insulin-signalling proteins precede the start of impaired glucose tolerance.

On the other hand, it has been reported that in children fetal genes including the insulin gene INS VNTR (variable number of tandem repeat) are associated with birth size and umbilical cord blood IGF-II levels and that, during postnatal life, particularly the INS VNTR genotype remains associated with body size including body mass index and lower insulin sensitivity (Ong and Duger, 2004).

IV. 2. 4. 6. Quantitative insulin sensitivity indexes

Recent studies reported that insulin challenge measures highly correlated with other more sophisticated and expensive methods to evaluate insulin resistance as it is the insulin clamp (Gruet et al., 1993; Sir-Petermann et al., 1997; Recabarren et al., 2000). The glycemic information is completed with the glucose and insulin plasma concentrations values after fasting, easily obtained from the base line samples obtained at the start of the insulin challenge test.

In the present work, the insulin challenge, as well the fasting baseline values were completed successfully in all ewe-lambs with a good grade of accuracy, proving that it is a useful method in practical conditions. In this sense, different derivative indexes have been proposed to assess on the insulin sensitivity/resistance stage. They are, calculated according to Matthews et al. (1985), Katz et al. (2000), Abasi and Reaven (2001) and Hirebicek et al. (2002), the following: QUICKI (Quantitative Insulin sensitivity Check Index), Fasting Insulin Concentration (FIC) and Fasting Glucose Concentration (FGC), Insulin-AUC (Area Under the Curve) and HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance). Obtained results for the collected values in the Ripollesa ewe-lambs are compared in **Table 28**.

Table 28. Quantitative insulin sensitivity indexes used for evaluating the insulin resistance of the twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight.

Item	Birthweight		Effect (<i>P</i> <)
	HBW	LBW	
Lambs, n	11	8	-
Birthweight, kg	4.08 ± 0.07 ^a	3.49 ± 0.08 ^b	0.001
Fasting (12 h) values			
Glucose (G ₀ , mg/100 mL)	75.7 ± 2.6 ^a	64.6 ± 3.0 ^b	0.013
Insulin (I ₀ , ng/mL)	0.116 ± 0.039	0.117 ± 0.039	0.994
Insulin sensitivity indexes			
Insulin-AUC ¹	64.1 ± 20.5	70.1 ± 19.3	0.901
QUICKI ²	1.17 ± 0.12	1.31 ± 0.13	0.223
HOMA-IR ³	0.40 ± 0.12	0.34 ± 0.13	0.588

¹Area under the curve during the glucose tolerance test.

²QUICKI = 1/(log I₀ + log G₀), according to Katz et al. (2000).

³HOMA = I₀ × G₀/22.5, according to Hirebicek et al. (2002).

^{a, b}Means within a row with different superscripts differ at *P* < 0.05.

The obtained results clearly indicated that QUICKI values were similar in the HBW and LBW lambs (*P* = 0.223) although numerically greater values were found in the LBW lambs, as a consequence of their higher basal glucose concentrations in plasma. However, in adult human Hirebicek et al. (2002) stressed that a fall in the QUICKI index corresponded to metabolic and clinical manifestations of insulin resistance. No differences were observed for the rest of insulin resistance indexes calculated from the obtained values.

IV. 2. 4. 6. 1. QUICKI and birthweight relationship

The correlation between QUICKI and birthweight of all animals was poor (*R*² = 0.06) as shown in **Figure 32**, although it slightly improved when analyzed within each group of lambs according to their birthweight (**Figure 33**; *R*² ≈ 0.2). Values were clearly grouped according lamb birthweight and showed a trend to decrease as birthweight increased, which is agreeing the expected metabolic behavior of the 3 mo of age lambs.

Figure 32. Relationship between QUICKI and birthweight in the whole Ripollesa ewe-lambs (○, HBW = high birthweight; ●, LBW = low birthweight).

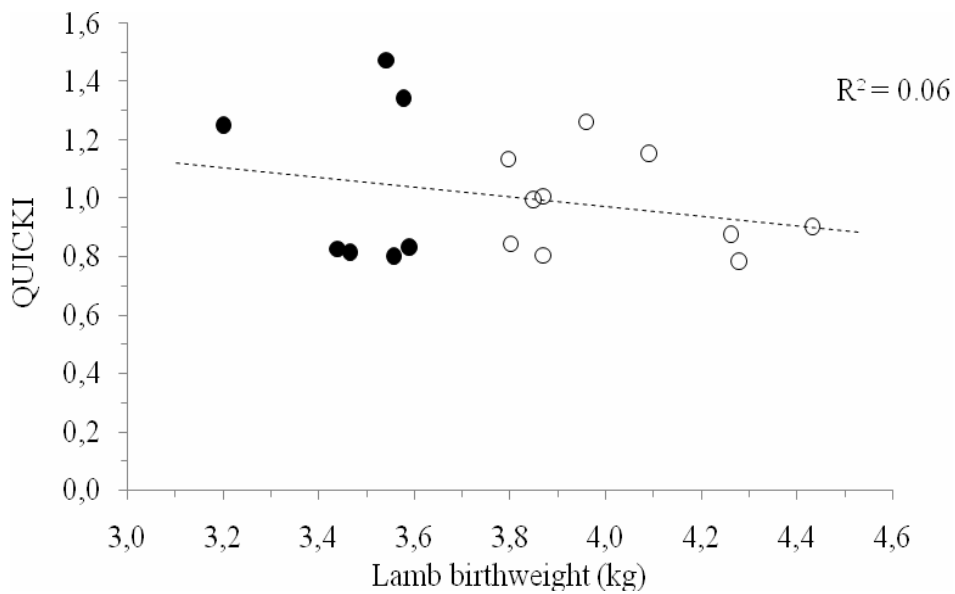
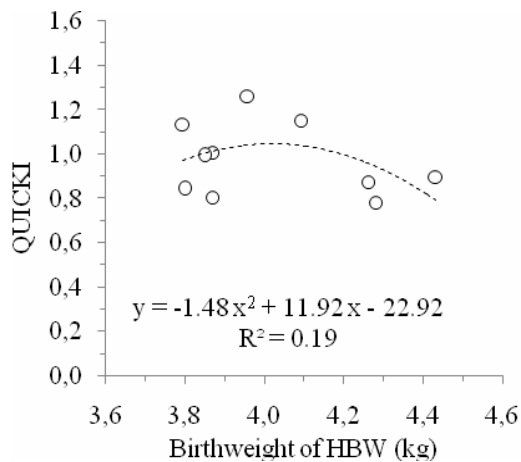
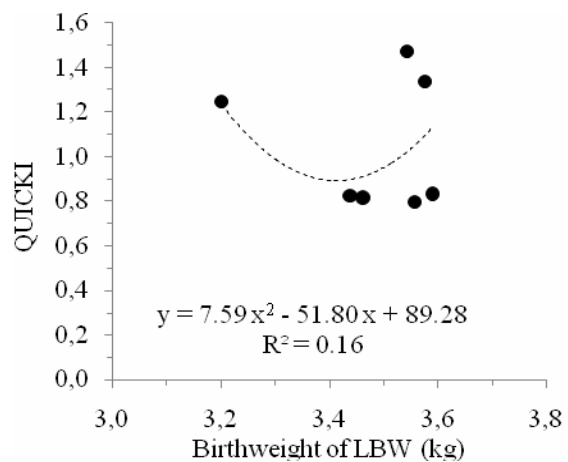


Figure 33. Relationship between QUICKI and birthweight in the twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight groups (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).

8.a) High birthweight



8.b) Low birthweight



Nevertheless, no relationship between the two variables can be established from the range of data obtained in this work which, on the other hand, corresponded to the most frequently range of birthweight found in twin lambs of the Ripollesa breed (Casellas et al., 2007).

IV. 2. 4. 6. 2. QUICKI and Fasting Insulin Concentration (FIC) relationship

Figure 34 shows the correlation obtained between QUICKI and FIC according to the birthweight of all the lambs. Although linear correlation showed a poor determination coefficient ($R^2 = 0.12$), the value improved markedly when the potential function was used ($R^2 = 0.92$). Nevertheless, this seems to be a false forced model as a consequence of using two populations of lambs, the HBW and LBW, of a very different metabolic behavior, as shown in **Figure 35**.

Figure 34. Relationship between QUICKI and FIC (fasting insulin concentration) indexes of the whole twin Ripollesa ewe-lambs (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).

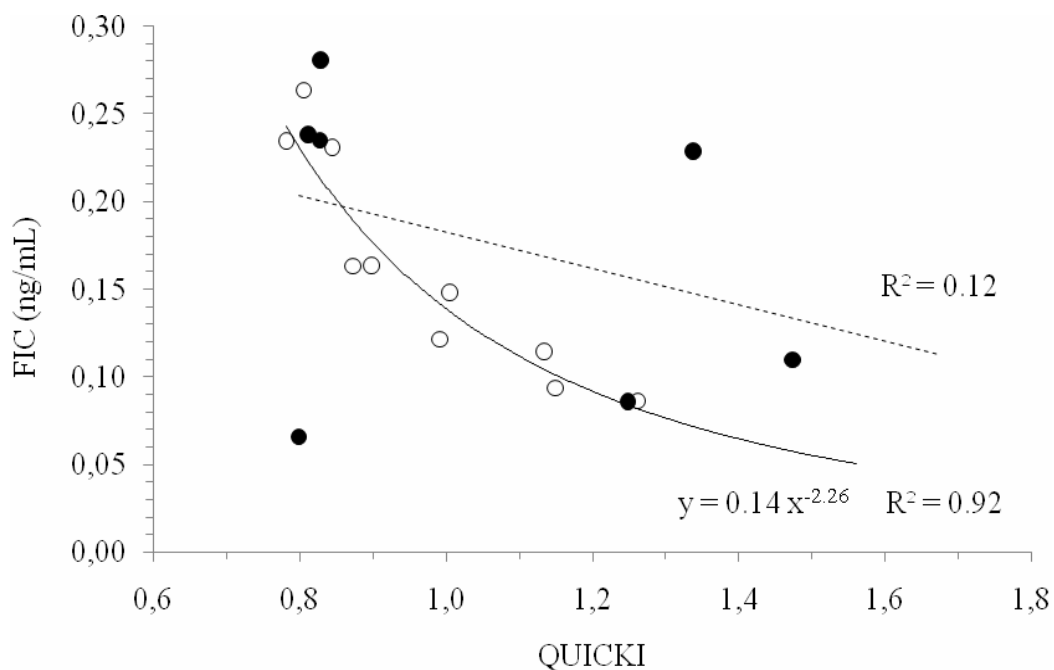
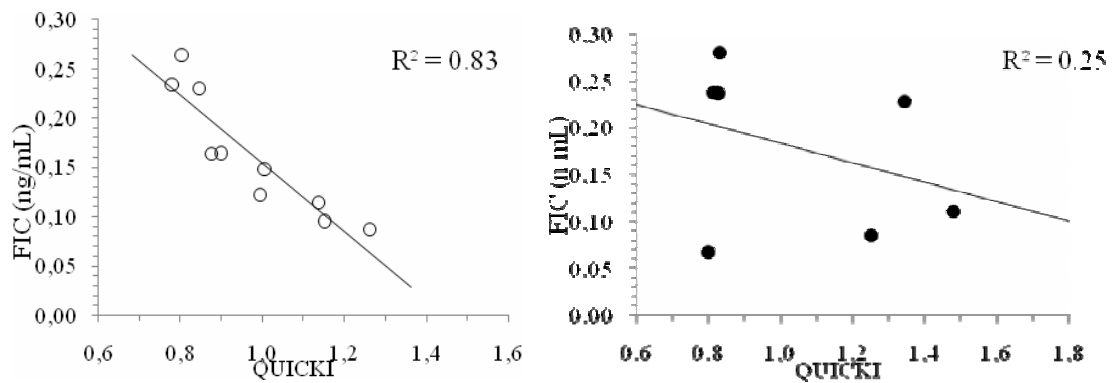


Figure 35. Relationship between QUICKI and FIC indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according to birth weight groups (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).

a) High birthweight

b) Low birthweight

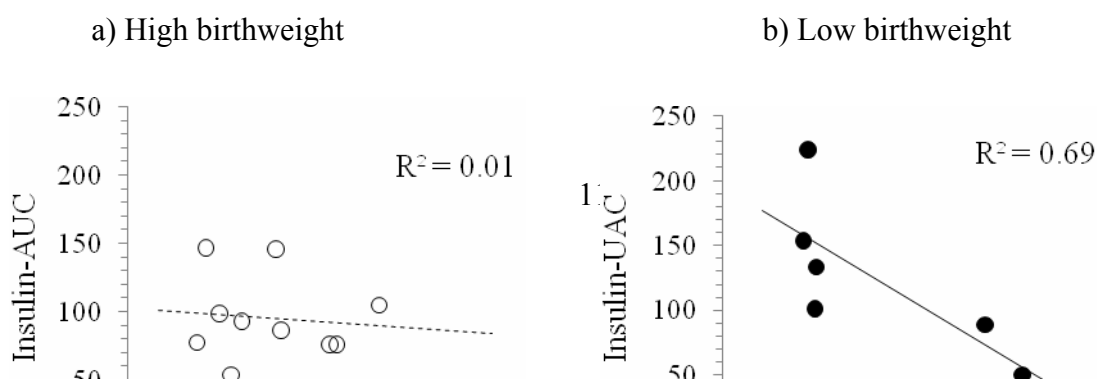


Values reported in **Figure 35** showed that both lamb populations fit the linear model separately, being the determination coefficients for HBW and LBW lambs $R^2 = 0.83$ and 0.25 , respectively. It was noticeable that, in both groups of twin ewe-lambs, QUICKI and FIC were negatively correlated (HBW, $r = -0.91$; LBW, $r = -0.50$). No clear relationship can be supported between insulin resistance and birthweight in our LBW lambs, but on the other hand, it proved that they were 2 different population data and that there was a different permanent effect on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis of both types of lambs which was programmed prenatally.

IV. 2. 4. 6. 3. QUICKI and insulin Area Under the Curve (AUC) relationship

Correlation between QUICKI and insulin-UAC was also different by lamb group, as shown in **Figure 36**, and in this case, LBW lambs showed a greater range of variation and a greater determination coefficient ($R^2 = 0.69$) than the HBW lambs ($R^2 = 0.01$).

Figure 36. Relationship between QUICKI and insulin-UAC indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according birthweight (○, HBW = high birthweight twin ewe-lambs; ●, LBW = low birthweight twin ewe-lambs).

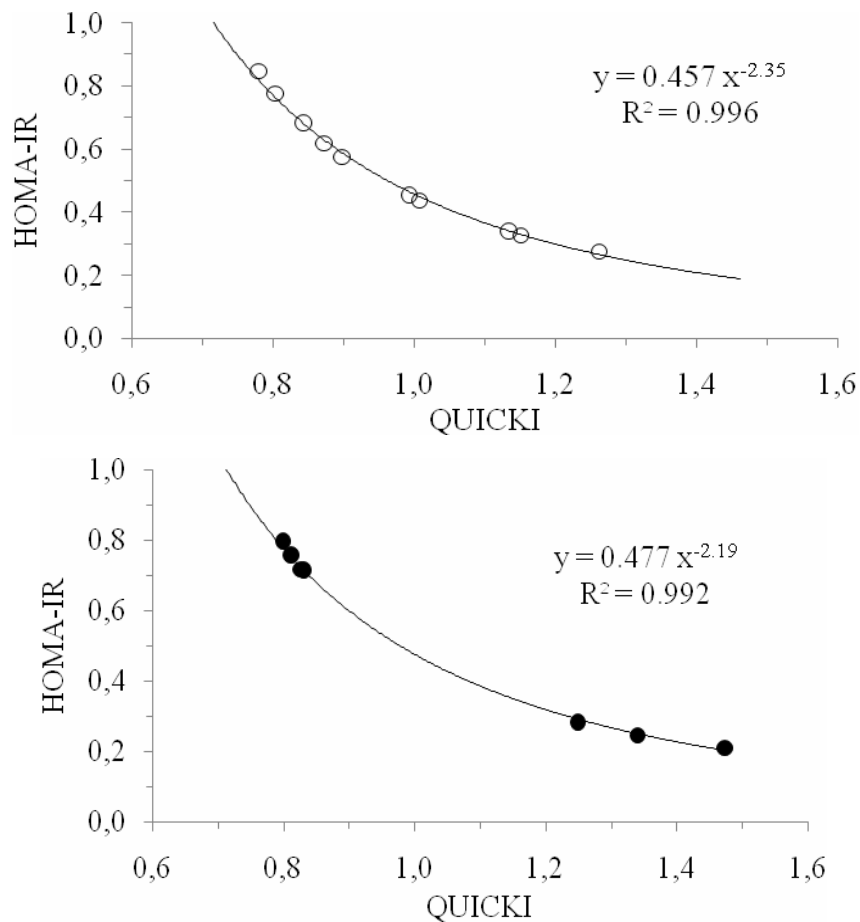


This result may be explained by the greater efficiency of the insulin secreted by the HBW lambs after the glucose challenge for returning their insulin values to the baseline, indicating their greater sensitivity to insulin. On the contrary, insulin secreted by the LBW lambs under the glucose challenge seems to have been less efficient to return to the baseline levels, which may indicate a stage of greater insulin resistance. This is specially the case of the 4 LBW lambs showing greater insulin-AUC values that are grouped on the left of **Figure 36**. As a corollary, our results also point out that the relationship between QUICKI and insulin-AUC was no similar to that between QUICKI and FIC.

IV. 2. 4. 6. 4. QUICKI and Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) relationship

The relationship between the QUICKI and HOMA-IR for the whole HBW and LBW lambs was very high ($R^2 > 0.99$), as shown in **Figure 37**, without significant difference between groups.

Figure 37. Relationship between QUICKI and HOMA-IR and indexes of twin Ripollesa ewe-lambs according birth weight (\circ , HBW = high birthweight twin ewe-lambs; \bullet , LBW = low birthweight twin ewe-lambs).



In conclusion, the obtained results and relationships between insulin resistance indexes showed large similarities between lamb groups with not effects of birthweight on insulin resistance at harvesting weight (3 mo of age). However, a different metabolic behavior was detected when the correlations between QUICKI and FIC were studied, the LBW lambs showing signals of lower insulin sensitivity (higher insulin resistance).

IV. 2. 5. Conclusions

Our study shows that lamb birthweight affects directly postnatal growth in sheep. Consequently, animals with low birth weight present a low postnatal growth rate, where these animals need more time for reaching the harvesting weight. As a consequence, glucose basal values were greater in the high birthweight than in the low birthweight ewe-lambs at 3 mo. of age.

Despite these results, there were no differences in the pattern of plasma glucose response during insulin challenge and in insulin values after glucose challenge according to birthweight, with no effects on insulin sensitivity in the twin ewe-lambs at 3 mo of age. The differences observed in the insulin sensitivity indexes correlation between ewe-lamb groups suggested hidden effects of birthweight on glucose-insulin metabolism requiring further research at later ages.

IV. 2. 6. References

- Abassi F, Reaven GM. 2002.** Evaluation of the quantitative insulin sensitivity check index as an estimate of insulin sensitivity in Humans. *Metabolism*, 51:235-237.
- Barker DJ, Gluckman PD, Godfrey KM, Harding JE, Owens JA, Robinson JS. 1993.** Fetal nutrition and cardiovascular disease in adult life. *Lancet*, 341:938–941.
- Boston RC, Moate PJ. 2008.** A novel minimal model to describe NEFA kinetics following an intravenous glucose challenge. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 295:395-403.
- Casellas J, Caja G, Such X, Piedrafita J. 2007.** Survival analysis from birth to slaughter of Ripolllesa lambs under semi-intensive management. *J. Anim. Sci.*, 85:512-517.
- Chaoyang L, Johnson MS, Goran MI. 2001.** Effects of low birth weight on insulin resistance syndrome in Caucasian and African-American children. *Diabetes Care* 24:2035-2042.
- Fogarty NM. 2009.** A review of the effects of the Booroola gene (FecB) on sheep production. *Small Rumin. Res.*, 85: 75-84.
- Frayn KN, Coppack SW, Fielding BA, Humphreys SM. 1995.** Coordinated adipose tissue in vivo: implications for the control of fat storage and fat mobilization. *Adv. Enzyme. Regul.*, 35: 163-178.
- Frayn KN, Summers KM, Fielding BA. 1997.** Regulation of the plasma non-esterified fatty acid concentration in the postprandial state. *Proceed. Nutr. Soc.*, 56:713-721.
- Ferrannini ES, Camastra S, Coppack SW, Flisher D, Golay A, Mitrakou A. 1997.** Insulin action and non-esterified fatty acids. *Proceed. Nutr. Soc.*, 56:753-761.
- Greenwood PL, Hunt AS, Hermanson JW, Bell AW. 1998.** Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: I. Body growth and composition, and some

- aspects of energetic efficiency. *J. Anim. Sci.*, 76:2354–2367.
- Greenwood PL, Hunt AS, Slepatis RM, Finnerty KD, Alston C, Beermann DH, Bell AW. 2002.** Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep: III. Regulation of energy metabolism. *J Anim. Sci.*, 80:2850-2861.
- Grulet H, Durlach V, Hecart AC, Gross A, and Leutenegger M. 1993.** Study of the rate of early glucose disappearance following insulin injection: insulin sensitivity index. *Diabetes Res. Clin. Pract.*, 20:201–207.
- Hales CN, Barker DJ. 2001.** The thrifty phenotype hypothesis. *Br. Med. Bull.*, 60:5-20.
- Hales CN, Barker DJ, Clark PM, Cox LJ, Fall C, Winter PD. 1991.** Fetal and infant growth and impaired glucose tolerance at age 64. *BMJ*, 303:1019–1022.
- Hales CN, Desai M, Ozanne SE, Crowther NJ. 1996.** Fishing in the stream of diabetes: from measuring insulin to the control of fetal organogenesis. *Biochem. Soc. Trans.*, 24:341–350.
- Hrebicek J, Vladimir J, Malincíková J, Horáková D, Cízek L. 2002.** Detection of insulin resistance by simple quantitative insulin sensitivity check index QUICKI for epidemiological assessment and prevention. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 87:144-147.
- Katz A, Nambi SS, Mather K, Baron AD, Follmann DA, Sullivan G, Quon MJ. 2000.** Quantitative Insulin Sensitivity Check Index: A simple, accurate method for assessing insulin sensitivity in Humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 85:2402-2410.
- Kavanagh S. 1994.** Manipulation of pig weaning weight and the effect of weaning weight on post-weaning performance of pigs. Master Thesis, Department of Animal Science, University College Dublin, Ireland.
- Lynch PB, Cahill A, Lawlor P, Boyle L, O’Doherty JV, Le Dividich J. 2006.** Studies on growth rates in pigs and the effect of birth weight. End of Project Report RMIS No. 5220. Teagasc, Agric. Food Dev. Authority. Consultado en: <http://www.teagasc.ie/research/reports/pigs/5220/eopr-5220.htm>
- Macedo R, Arredondo V. 2008.** Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Arch. Zootéc.*, 57:219-228.
- Matsuda M, DeFronzo RA. 1999.** Insulin sensitivity indices obtained from oral glucose tolerance testing: comparison with the euglycemic insulin clamp. *Diabetes Care*, 22:1462-1470.
- Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. 1985.** Homeostasis model assessment: insulin resistance and b-cell function from fasting

plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28:412–419.

- Moss TJ, Sloboda DM, Gurrin LC, Harding R, Challis JR, Newnham JP. 2001.** Programming effects in sheep of prenatal growth restriction and glucocorticoid exposure. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 281:960–970.
- Muniyappa R, Chen H, Muzumdar RH, Einstein FH, Yan X, Yue LQ, Barzilai N, Quon MJ. 2009.** Comparison between surrogate indexes of insulin sensitivity/resistance and hyperinsulinemic euglycemic clamp estimates in rats. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 297:1023-1029.
- Murtaugh MA, Jacobs DR, Moran A, Steinberger J, Sinaiko AR. 2003.** Relation of birth weight to fasting insulin, insulin resistance, and body size in adolescence. *Diabetes Care*, 26:187–192.
- Oliver MH, Breier BH, Gluckman PD, Harding JE. 2002.** Birth weight rather than maternal nutrition influences glucose tolerance, blood pressure, and IGF-I levels in sheep. *Pediatric Res.*, 52:516-524.
- Ong KK, Duger DB. 2004.** Birth weight, infant growth and insulin resistance. *Europ. J. Endocrinol.*, 151:131-139.
- Ozanne SE, Jensen CB, Tingey KJ, Martin-Gronert MS, Grunnet L, Brons C, Storgaard H, Vaag AA. 2006.** Decreased protein levels of key insulin signalling molecules in adipose tissue from young men with a low birthweight – potential link to increased risk of diabetes? *Diabetologia*, 49:2993–2999.
- Ozanne SE, Jensen CB, Tingey KJ, Storgaard H, Madsbad S, Vaag AA. 2005.** Low birthweight is associated with specific changes in muscle insulin-signalling protein expression. *Diabetologia*, 48:547–552.
- Peart JN, Doney JM, MacDonald AJ. 1975.** The influence of lamb genotype on the milk production of Blackface ewes. *J. Agr. Sci.*, 84:313-316.
- Peeters R, Kox G, Isterdael J Van. 1995.** Environmental and genetic influences on growth performance of lambs in different fattening systems. *Small. Rumin. Res.*, 18:57–67.
- Peeters R, Kox G, Isterdael J Van. 1996.** Environmental and maternal effects on early postnatal growth of lambs of different genotypes. *Small. Rumin. Res.*, 19:45–53.
- Phillips DI, Barker JP, Fall HD, Seckl JR, Whorwood CB, Wood PJ, Walker BR. 1998.** Elevated plasma cortisol concentrations: a link between low birth weight and the insulin resistance syndrome? *J. Clin. Endocrinol. Metabol.*, 83:757-760.
- Phillips DI, Barker DJ, Hales CN, Hirst S, Osmond C. 1994.** Thinness at birth and insulin resistance in adult life. *Diabetologia*, 37:150–154.
- Poore KR, Fowden AL. 2002.** The effect of birth weight on glucose tolerance in pigs at 3

- and 12 months of age. *Diabetologia*, 45:1247–1254.
- Poore KR, Fowden AL. 2004.** Insulin sensitivity in juvenile and adult Large White pigs of low and high birthweight. *Diabetologia*, 47:340-348.
- Poore KR, Forhead AJ, Gardner GS, Giussani DA, Fowden AL. 2002.** The effects of birth weight on basal cardiovascular function in pigs at 3 months of age. *J. Physiol.*, 539:969–978.
- Rajab MH, Cartwright TH, Dahm PF, Figueiredo AP. 1992.** Performance of three tropical hair sheep breeds. *J. Anim. Sci.*, 70:3351-3359.
- Ramadhani MK, Grobbee DE, Bots ML, Cabezas C, Vos LE, Oren A, Uiterwaal M. 2006.** Lower birth weight predicts metabolic syndrome in young adults: The Atherosclerosis Risk in Young Adults (ARYA)-study. *Atherosclerosis*, 184:21-27.
- Recabarren A, Schneider C, Nuñez R, Cox J, Parilo J. 2000.** A fasting in ewe sheep tissue before, during and after insulin sensitivity. *Arch. Med. Vet.*, 32:139-146.
- Rostler S. 2001.** Low birth weight may be marker of insulin resistance, type 2 diabetes. *Diabètes Care*, 24:2035-2042.
- Thériez M. 1991.** Conséquences de l'augmentation de la prolificité sur l'élevage des agneaux et sur la production de viande. *INRA Prod. Animal*, 4:161-168.
- Škorjanc D, Brus M, Čandek PM. 2007.** Effect of birth weight and sex on pre-weaning growth rate of piglets. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 50:476-486.
- Sir-Petermann T, López G, Castillo T, Muñoz S, Durruty P, Calvillán M. 1997.** Biochemical markers and methods to assess insulin resistance in normal, obese and hyperandrogenic women. *Rev. Med. Chil.*, 125:977–985.

V. CONCLUSIÓN GENERAL

V. CONCLUSIÓN GENERAL

En ovino, el incremento de la prolificidad es una de las vías fundamentales para mejorar la productividad y la rentabilidad de las explotaciones, aunque esta mejora conlleva otros efectos que repercuten negativamente en la alimentación de las madres y nivel fisiológico en los corderos.

En este sentido, el estudio realizado en la raza Ripollesa, ha mostrado que los aumentos de la prolificidad tienen un mayor efecto en los ingresos que en los costes, lo que se traduce en un aumento de la rentabilidad de la explotación. La mejora de los aspectos técnicos y estructurales (número de ovejas por UTA, la viabilidad de los corderos, optimizar los costes de alimentación...) también son básicos para aumentar la rentabilidad.

Por otro lado, se ha observado que el bajo peso al nacimiento de los corderos, producido como una consecuencia del aumento de la prolificidad, tiene repercusiones sobre su velocidad de crecimiento y fisiología. Así, los corderos de bajo peso al nacimiento procedentes de partos gemelares presentan una baja velocidad de crecimiento y necesitan más tiempo para alcanzar el peso objetivo de sacrificio.

Respecto al aspecto fisiológico, a una edad joven (3 meses) se han observado diferencias en algunos parámetros metabólicos, tal como la concentración basal de glucosa, según su peso al nacimiento. Así mismo, se destaca que corderos de diferentes pesos al nacimiento, parecen comportarse de forma distinta en relación a la resistencia a la insulina durante el resto de su vida, aunque este aspecto deberá ser estudiado a mayores edades y en ovejas adultas.

Con la finalidad de explotar el carácter de la prolificidad elevada con mayor eficiencia, resulta recomendable asegurar una alimentación adecuada para los fetos durante la gestación a fin de minimizar sus diferencias y conseguir pesos al nacimiento elevados, de acuerdo con el óptimo biológico de cada raza.

VI. REFERENCES BIBLIOGRÁFICAS

- Abecia JA, Valares JA, Forcada F, Palacin I, Martin S, Martino A. 2006.** The effect of melatonin on t
Rum. Res., 69:10-16.
- Abella DF, Cognié Y, Thimonier J, Seck M, Blanc MR. 2005.** Effects of the FecB gene on birth weight, p
 lambs. *Anim. Res.*, 54:283-288.
- Afolayan RA, Fogarty NM, Gilmour AR, Ingham VM, Gaunt GM, Cummins LJ. 2007.** Reproductive p
 maternal genotypes. *J. Anim. Sci.*, 86:804-814.
- Awemu EM, Nwakalor LN, Abubakar BY. 1999.** Environmental influences on pre-weaning mortality an
 34:161-165.
- Benito G. 2007.** La difícil situación del ovino de carne. *Agricultura Familiar en España*. p 241-244.
- Berger Y. 2011.** Lamb mortality at the spooner agricultural. Proceedings of the 5th biennial Spooner dair
 Wisconsin -Madison. 10-17. Consultado en:
[http://fyi.uwex.edu/wisheepandgoat/files/2010/12/Proceedings-Spooner-Sheep- Day-2011-with-cover.](http://fyi.uwex.edu/wisheepandgoat/files/2010/12/Proceedings-Spooner-Sheep- Day-2011-with-cover)
- Black JL. 1983.** Growth and development of lambs, Sheep Production. W. Haresign, ed. Butterworths, Lond
- Blasco ME, Ciudad MA, Galeote AI, Lazaro D, Fantova E, Alabart JL, y Equipo Veterinario de Carn**
 inseminación artificial, dentro del programa de selección por prolificidad de la Upa Carne-Oviaragón
SEOC. p. 992.
- Becerril AC. 1999.** Cómo saber si padeces diabetes. Una de las pruebas para diagnosticar la di
<http://www.fitness.com.mx/medicina0157.htm>
- Bodin L. 1979.** Estimation des paramètres génétiques de la taille de portée des agnelles Lacaune après fécor
 424.
- Borg RC, Notter DR., Kuehn LA, Kott RW. 2007.** Breeding objectives for Targhee sheep. *J. Anim. Sci.*, 85
- Bouwman AF, Van Der Hoek KW, Eickhout B, Soenario I. 2005.** Exploring changes in world ruminant pr
- Brash LD, Fogarty NM, Gilmour AR. 1994.** Reproductive performance and genetic
 parameters for Australian Dorset sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, 45:427-441.
- Brunet AG, López Sebastián A, Picazo RA, Cabellos B, Goddard S. 1995.** Reproductive response and L
 ovulate with the ram effect. *Anim. Reprod. Sci.*, 39:23-34.
- Buratovich OF. 2010.** Eficiencia reproductiva en ovinos. Carpeta Técnica, Ganadería N° 36, EEA INTA Esc
- Buratovich OF. 2010.** Eficiencia reproductiva en ovinos: factores que la afectan. Otros factores no
<http://www.inta.gov.ar/esquel/info/documentos/animal/ovinos36.htm>

- Caja G. 2001.** Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. Producció Ovina i Ca (España).
- Caja G, Bach R, Piedrafita J, Rufí J, Casellas J. 2009.** Performance of the Ripollesa sheep breeds under c Barcelona. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands. p 86.
- Caja G, Bach R, Piedrafita J, Milán MJ, Casellas J. 2010.** Ovella Ripollesa. *Dossier Tècnic* 43:17-20.
- Canova C, Castañeda O, Coloma E, Cruzado R, Díaz E. 2002.** Resistencia a la insulina. *Rev. Peruana E*
- Casellas J. 2006.** Millora genètica de la productivitat numèrica en ovins de raça Ripollesa. Universitat Autòn
- Casellas J, Caja G. 2012.** Long-term effects of intrauterine rivalry on the reproductive performances of co USA (en prensa)
- Casellas J, Piedrafita J, Caja G, Ferret A. 2004.** Análisis de la supervivencia de corderos de raza Ripollesa y VIII Jornadas Internacionales de SEOC, Lleida.
- Casellas J, Caja G, Ferret A, Piedrafita J. 2007a.** Analysis of litter size and days to lambing in the I approaches. *J. Anim. Sci.*, 85:618-624.
- Casellas J, Caja G, Ferret A, Piedrafita J. 2007b.** Analysis of litter size and days to lambing in the Rip phenotypic selection on litter size. *J. Anim. Sci.*, 85:625-631.
- Casellas J, Caja G, Bach R, Francino O, Piedrafita J. 2007c.** Association analyses between the prion prot *J. Anim. Sci.*, 85:592-597.
- Claro MD. 2007.** Mejoramiento de la prolificidad del rebaño ovino. Consultado en: http://www.agronomos.cl/2007/mar/htm/pro_cordero.htm
- Clark PM. 1998.** Programming of the hypothalamo-pituitary-adrenal axis and the fetal origins of adult diseas
- Clément V, Poivey JP, Faugère O, Tillard E, Lancelot R, Gueye A, Richard D, Bibé B. 1997.** Etude de l en milieu d'élevage traditionnel au Sénégal. *Revue Elev. Med. Vét. Pays trop.*, 50: 235-249.
- Confederación de Cooperativas Agrarias de España (CCAIE). 2007.** Actuaciones para la adaptación y de alimentarias.coop/ficheros/doc/02203.pdf
- Coniglio RI, Dahinten E, Boeri M, Lebrun F, Monsalve AM. 2004.** Alteraciones en el eje hipotálam coronaria. *Medicina (Buenos Aires)*, 64:155-162.
- Curtis H, Barnes S, Schnek A, y Massarini A. 2008.** El sistema endocrino (Capítulo 34). *Biología*. 7ª Edici
- Davis GH, McEwan JC, Fennessy PF, Dodds KG, Farquhar PA. 1991.** Evidence for the presence of a m *Biol. Reprod.*, 44:620–624.

- Davis GH. 2005.** Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genet. Sel. Evol.*, 37: 11-23.
- Daza A. 2002.** Mejora de la productividad y planificación de explotaciones ovinas. *Editorial Agrícola Española*
- Efeagro. 2011.** Debido a la baja rentabilidad: España ha perdido 23.000 explotaciones de
<http://www.efegro.com/multimedia/espana-pierde-23-000-explotaciones-de-ovino-en-cinco-anos/3-16>
- Elisondo N, Gómez RL, Maidana P, Brites F. 2008.** Adiponectin: an adipocytokine with multiple protective
- European Union Directorate-General for Agriculture and Rural Development. 2010.** Agriculture in
Consultado en: http://ec.europa.eu/agriculture/agrista/2009/table_en/2009enfinal.pdf
- Eurostat. 2008.** Eurostat Pocketbooks. Food: from farm to fork. Consultado en:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-30-08-339/EN/KS-30-08-339-EN.PDF
- Esquivelzeta C, Fina M, Bach R, Madruga C, Caja G, Piedrafita J. 2011.** Variabilidad morfológica
<http://acteon.webs.upv.es/CONGRESOS/AIDA%202009/Esquivelzeta%20et%20al.pdf>
- FAOSTAT. 2011.** Production. Livestock Primary. Production meat sheep World. Consultado en: <http://faostat>
- Fabre S, Pierre1 A, Mulsant P, Bodin L, Di Pasquale E, Persani L, Monget P, Monniaux D. 2006.** Reg
models. *Reprod. Biol. Endoc.*, 12:4-20.
- Fadili M. 2005.** La race prolifique ovine D’Man : Productivité et voies de valorisation en dehors de l’oasis. *A*
130:1-4.
- Fanlo R. 1998.** La explotación de la raza Ripollesa ovina en condiciones semiextensivas. Resultados
Barcelona, 1:21-27.
- Fantova E, Pardos L, Bru CH, Buñuel M, Santander L, Moreno J. 2008.** Pérdida de rentabilidad en explot
SEOC, p. 515-520.
- Fierroa S, Olivera-Muzantea J, Gilc J, Viñoles C. 2011.** Effects of prostaglandin administration on ov
sheep. *Theriogenology*, 76:630-639.
- Fogarty NM. 2009.** A review of the effects of the Booroola gene (FecB) on sheep production. *Small Rumin.*
- Fuentes JL, Cognie Y, Lima T. 1984.** The effect of oestrus synchronization and mating season on the produ
- Gabiña D. 1989.** Improvement of the reproductive performance of Rasa Aragonesa flocks in frequent lambing
Livest. Prod. Sci., 22: 69-85
- Gabiña D. 2006.** The future of sheep and goat production in Europe: prospects within the framework of new
165.
- Gabiña D. 2011.** Perspectives pour le secteur ovin en Europe. Mutations des systèmes d'élevage des ovins

97:23-28.

- Gama LT, Dickerson GE, Young LD, Leymaster KA. 1991.** Effects of breed, heterosis, age of dam, litter size and sex on lamb survival. *Small Rumin. Res.*, 4:273-280.
- Garnier JP. 2010.** Análisis del mercado mundial de la carne de ovino. *Informe Eurocarne* 184:115-122.
- Gaspar P, Escribano M, Mesias FJ, Rodriguez de Ledesma A, Pulido F. 2008.** Sheep farms in the north of Spain: production, management and economic indicators. *Small Rumin. Res.*, 74:52-63.
- Godfrey K, Robinson S, Barker JP, Osmond C, Cox V. 1996.** Maternal nutrition in early and late pregnancy and its effect on lamb growth. *Small Rumin. Res.*, 17:411-414.
- Guillaumet J, Caja G. 2001.** La raza ovina Ripollesa características productivas y organización de la mejora genética. *Revista de la Asociación Española de Productores de Carne de Ovinos*, 10:1-10.
- Hales CN, Barker DJ, Clark PM, Cox LJ, Fall C, Osmond C, Winter PD. 1991.** Fetal and infant growth in the sheep. *Small Rumin. Res.*, 2:101-102.
- Jemmali B, Bedhief S, Djemali M. 2010.** Identification of the prolificacy gene (GDF9) in the Tunisian Barb sheep. *Small Rumin. Res.*, 92:1-6.
- Jornada JV. 2005.** Ovella Ripollesa. Universitat de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. <http://www.rac.uab.es/origen/ripollesaorigen.htm>
- Jurado JJ, Martinez-Royo A, Clavo JH. 2008.** Efecto fenotípico del alelo BMP15/FecXR en la prolificidad de la raza ovina Ripollesa. *Small Rumin. Res.*, 80:1-6.
- Katz A, Nambi SS, Mather K, Baron AD, Follmann DA, Sullivan G, Quon MJ. 2000.** Quantitative insulin sensitivity in Humans. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 85:2402-2410.
- Kleef DJ. 1996.** A new system for continuous intravenous infusion in pigs. *Lab. Anim.*, 30: 75-78.
- Knights M, Maze TD, Bridges PJ, Lewis PE, Inskoop EK. 2001.** Short-term treatment with a controlled release progesterone and increase prolificacy in anestrous ewes. *Theriogenology*, 55:1181-1191.
- Kumar S, Mishra AK, Kolte AP, Dash SK, Karim SA. 2008.** Screening for Booroola (*FecB*) and Galway (*FecX*) genes in Indian sheep. *Small Rumin. Res.*, 80:1-6.
- Labrada MCP, Alemán GMJ, Pérez RG, Reyes WG. 2001.** Estado nutricional materno y peso al nacer. *Revista de la Asociación Española de Productores de Carne de Ovinos*, 10:1-10.
- Laster DB, Glimp HA, Dickerson GE. 1972.** Factors affecting reproduction in ewe lambs. *J. Anim. Sci.*, 35:1-10.
- Lavín G. 1997.** Los sistemas de producción ovina en la provincia de León: Factores condicionantes de su desarrollo. *Revista de la Asociación Española de Productores de Carne de Ovinos*, 6:1-10. Universidad de León, España.
- Ludemann C. 2009.** Is increasing ewe prolificacy the key to increasing canterbury dry land farm profitability? *Small Rumin. Res.*, 85:1-10.
- Macedo R, Alvarado A. 2005.** Efecto del sistema de alimentación y la época de empadre sobre la prolificidad de la raza ovina Ripollesa. *Small Rumin. Res.*, 57:57-62.
- Macedo R, Arredondo V. 2008.** Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos. *Small Rumin. Res.*, 80:1-6.

- Martínez R, Reyna L, Torres G, Agustín A, Casimiro A. 2011.** Evaluación de la fertilidad y prolificidad de ovejitas Pelibuey en el trópico seco mexicano. *Revista Científica*, 21:383-387.
- Martínez-Royo A, Jurado JJ, Smulders JP, Martí JI, Alabart JL, Roche A, Fantova E, Bodin L, M. 2011.** A bone morphogenetic protein 15 gene causes sterility and increased prolificacy in Rasa Aragonesa sheep.
- Matamoros R, Gómez C, Andaur M. 2002.** Hormones of diagnostic value in Veterinary Medicine. *Arch. m*
- McCann JP, Ullmann MB, Temple MR, Reimers TJ, Bergman EN. 1986.** Insulin and glucose responses in sheep. *J. Anim. Sci.* 116:1287-1297.
- Mellado M, Meza-Herrera CA. 2002.** Influence of season and environment on fertility of goats in a hot-arid region of Mexico. *J. Anim. Sci.* 95:123-128.
- Milagro F, Marques-Lopes I. 2002.** Sistema nervioso y obesidad. *An. Sis. San. Navarra (España)*, 25(Supl. 1):1-10.
- Milán MJ, Taixé JM, Ferret A, Caja G. 1991.** Primeros resultados del control de producciones en distintas explotaciones ovinas. *Rev. Vet. Esp.* 11:388-390.
- Milán MJ, Ferret A, Caja G, Fanlo R. 1993.** Resultados del control de producciones en explotaciones ovinas. *Rev. Vet. Esp.* 13:388-390.
- Milán MJ, Caja G. 1999.** Caracterización estructural de las explotaciones ovinas de raza Ripollesa en Cataluña. *Rev. Vet. Esp.* 19:388-390.
- Milán MJ, Arnalte E, Caja G. 2003.** Economic profitability and typology of Ripollesa breed sheep farms in Catalonia. *J. Anim. Sci.* 97:123-128.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2009.** Caracterización del sector ovino y caprino en España. http://www.marm.es/app/vocwai/documentos/Adjuntos_AreaPublica/Caracterizaci%C3%B3n%20del%20sector%20ovino%20y%20caprino%20en%20Espa%C3%B1a.pdf. Consultado en: 10/05/2011.
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2009.** Estudio de la cadena de valor y de los alimentos. Realizado por Gapgemini consulting. Consultado en: <http://www.eurocarne.com/informe>
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2010.** Actividades del MARM durante el primer trimestre de 2010. http://www.marm.es/es/ministerio/servicios-generales/publicaciones/IGanader%C3%ADa_tcm7-16493.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2011.** Efectivos y producciones ganaderas en España. http://www.marm.es/estadistica/pags/anuario/2009/AE_2009_14.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2011.** Efectivos y producciones ganaderas en España. http://www.marm.es/estadistica/pags/anuario/2009/AE_2009_14.pdf
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2011.** Efectivos y producciones ganaderas en España. <http://aplicaciones.mapa.es/es/estadistica/temas/anuario-de-estadistica/2010/default.aspx?parte=3&capitulo=1>

- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2011.** Raza Segureña. Infocarne. Consultado en: <http://www.infocarne.es/raza-segurena>
- Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM). 2011.** Raza Gallega. Infocarne. Consultado en: <http://www.infocarne.es/raza-gallega>
- Mora-Valverde D. 2010.** Estudio bioeconómico en el establecimiento de una explotación caprina en Costa Rica. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 47:103-110.
- Murtaugh MA, Jacobs DR, Moran A, Steinberger J, Sinaiko AR. 2003.** Relation of birth weight to fasting insulin in children. *Diabetes Care*. 26:187-192.
- Mulsant P, Lecerf F, Fabre S, Bodin L, Thimonier J, Monget P, Laneluc I, Monniaux D, Teyssier P. 2008.** Les programmes de sélection génétique des ovins. *Reprod. Suppl.*, 61:353-359.
- Notter DR. 2000.** Effects of ewe age and season of lambing on prolificacy in US Targhee, Suffolk, and Polyplymouth ewes. *J Anim Sci*, 91:103-110.
- Notter DR. 2008.** Genetic Aspects of Reproduction in Sheep. *Reprod. Dom. Anim.*, 43:122-128.
- Olivan A, Pardos L. 2000.** Importance of a sheep selection programme for prolificacy. *Options Méditerranéennes, séminaires Méditerranéens, Série A*, 43. 93-100.
- Oliver MH, Breier BH, Gluckman PD, Harding JE. 2002.** Birth weight rather than maternal nutrition influences adult insulin sensitivity. *Pediatric Research*, 52: 516-524.
- Okut H, Bromley CM, Dale Van Vleckz DL. 1999.** Snowder genotypic expression at different ages: I. Prolificacy. *J Anim Sci*, 89:103-110.
- Oregui LM, Falagán A. 2006.** Spécificité et diversité des systèmes de production ovine et caprine dans les Eaux de France. *Revue d'Élevage Méditerranéen*, 83:103-110.
- Pardos L, Fantova E. 2007.** Influencia de los diferentes factores productivos en los resultados económicos de las explotaciones ganaderas de ovino de carne. TE-115-2007 2ª edición.
- Pardos L, Maza Rubio MT, Fantova E. 2007.** Influencia de la prolificidad en explotaciones ovinas de carne. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 44:103-110.
- Pardos L. 2008.** Hacia un Nuevo modelo de producción en el ovino de carne. Tierras de Castilla y León. *Ganadería Ecológica e Integrada*, 1:103-110.
- Pardos L, Fantova E. 2010.** Evolución de la rentabilidad económica en explotaciones de ovino de carne en Aragón. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 47:103-110.
Consultado en: www.albeitar.grupoasis.com/bibliografis/perdidarentaovin122.doc
- Peart JN, Edwards RA, Donaldson E. 1975.** The yield and composition of the milk of Finnish Landrace ewes. *Anim Sci*, 85:315-324.
- Poore KR, Fowden AL. 2004.** Insulin sensitivity in juvenile and adult Large White pigs of low and high birth weight. *Anim Sci*, 79:103-110.
- Puntas JA. 2011.** Estimación de parámetros genéticos de los criterios de selección del ovino Segureño. *Trabajo de Grado de Ingeniería Agrónoma*. Ganadería ecológica e integrada. Consultado en: http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/28_14_39_Pepe_Puntas.pdf
- Recabarren S, Lobos A, Schneider C, COX J, Parilo JA. 2000.** Sensibilidad tisular a la insulina antes, durante y después del parto en ovinos de raza Segureña. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 47:103-110.

Med. Vet., 32:139-146.

- Recabarren SE, Lobos A, Araya M, Díaz V, Parilo JA. 2004.** Evaluación de la acción de un antagonista d antes, durante y después de un ayuno en ovejas prepúberes. *Arch. Med. Vet.*, 24:21-29.
- Recabarren SE, Lobos A, Muñoz P, Calvillán M, Parilo J. 2005.** Insulin sensitivity in prepubertal grow 37:111-116.
- Riedel JL, Casasús I, Bernués A. 2007.** Sheep farming intensification and utilization of natural resources in
- Rodríguez AE. 2004.** Comparación de sistemas de producción. Ovino de carne Navarra. *ITG Ganadero*. P. 5
- Rosado J, Silva E, Galina MA. 1998.** Reproductive management of hair sheep with progesterone and gonad
- Rostler S. 2001.** Low birth weight may be marker of insulin resistance, type 2 diabetes. *Diabetes Care*; 24:20
- Santaliestra-Pasías MA. 2010.** La carne en la alimentación española: importancia de la carne de cordero. M
- Sánchez Rodríguez M. 2009.** Tema 30: Producción ovina de carne. Producción Animal e Higiene Veterinaria http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/15_14_00_tema_30_2.pdf
- Scott PR, Sargison ND, Macrae AI, Gough MR. 2009.** Melatonin treatment prior to the normal breeding s *J.*, 182:198-202.
- Sears PM. 1983.** Coccygeal vein catheterization in cattle. *Mod. Vet. Pract.*, 64:801-803.
- Sierra I. 1996.** Raciones económicas en ganado ovino. Com. XXI. *Jornadas SEOC*, pp. 375-381.
- Sierra AI. 2003.** Evolución y cambios socioeconómicos del sector ovino-caprino en España durante la últ páginas.
- Smith NA, McAuliffe FM, Quinn K, Lonergan P, Evans ACO. 2010.** The negative effects of a short peri system of offspring in sheep. *Anim. Reprod. Sci.*, 121:94-100.
- Solanes D, Milán MJ, Fanlo R, Caja G, Ferret A. 1997.** Resultados del control de producciones en explot (vol. extra 18):788-790.
- Spurlock SL, Spurlock GH, Parker G, Ward MV. 1990.** Long term jugular vein catheterization in horses.
- Stumvoll M, Goldstein, BJ, Haeften TW. 2006.** Type 2 diabetes: principles of pathogenesis and therapy. *L*
- Swan A. 2009.** Use of the FecB (Booroola) gene in sheep-breeding programs. The economics of litter size i the wider population. The economics of litter size in meat sheep. Proceed. Helen Newton Turner Mem

- Therriez M. 1991.** Conséquences de l'augmentation de la prolificité sur l'élevage des agneaux et sur la production de viande. *Proceed. Helen Newton Turner Memorial Int. Workshop. Pune, Maharashtra, India.* p. 128-131.
- Teyssier J, Bodin L, Maton C, Bouquet PM, Elsen JM. 2009.** Biological and economic consequences of high prolificity in sheep. *Proceed. Helen Newton Turner Memorial Int. Workshop. Pune, Maharashtra, India.* p. 128-131.
- Torres E. 1991.** Características productivas de ovejas de raza Ripollesa en pureza y en cruzamiento con morrón. *Veterinària. Universitat Autònoma de Barcelona (España).*
- Torres E. 2007.** Las razas autóctonas catalanas y su recuperación. p. 333-343.
Consultado en <http://www.rac.uab.es/bibliografia/articulos/Bruna/CNV.pdf>
- Viñoles C, Meikle A, Martin GB. 2009.** Short-term nutritional treatments grazing legumes or feeding concentrate. *Proceed. Helen Newton Turner Memorial Int. Workshop. Pune, Maharashtra, India.* p. 113:82-92.
- Villette Y, Arousseau B. 1981.** Influence du poids à la naissance et du génotype sur la composition chimique du fœtus et du nouveau-né. *Proceed. Helen Newton Turner Memorial Int. Workshop. Pune, Maharashtra, India.* p. 128-131.
- Villette Y, Therriez M. 1984.** Note sur l'évolution de la composition chimique du fœtus et du nouveau-né. *Proceed. Helen Newton Turner Memorial Int. Workshop. Pune, Maharashtra, India.* p. 128-131.

ANEXOS

CARACTERIZACIÓN DE EXPLOTACIONES CON RAZA RIPOLLESA

Ganadero:..... Teléfono:.....
 Explotación:..... Código postal:.....
 Localidad:..... Provincia:.....
 (Marque con una X lo que proceda)
 ¿Está asociado? () No
 () A una cooperativa
 () A la asociación de la raza

1. Características de la explotación:

Distancia al núcleo urbano:..... km
 (Marque con una X lo que proceda)
 Acceso a la granja: () Carretera () Camino rural
 Energía eléctrica: () Red pública () Grupo electrógeno
 Agua potable: () Red pública () Servicio propio
 Estado de la vivienda: () Vieja () Renovada () Nueva

2. Base territorial:

Este cuadro se refiere a la superficie estable de la explotación:

	Propiedad (ha)	Arrendamiento		La producción se consume (C) o vende (V)
		Superficie (ha)	Costes (€)	
Superficie Total:				
Superficie cultivada:				
Cereales				
Cultivos forrajeros				
Otros cultivos				
Superficie no cultivada:				
Prados y pastos naturales				
Bosque o monte pastable				
Forestal				

Indique los forrajes que produce y si estos son consumidos en la explotación o vendidos:

	<i>Ha, productividad y precio</i>	Consumido (C) o Vendido (V)
Alfalfa		
Raygrass		
Veza		
Maíz		
Veza-avena		
Cereales en verde		
Otros:		

Indique si además de la superficie de la explotación los animales pastan en alguna otra superficie no estable:

Tipo	Época
Rastrojera de cereal	
Rastrojera de maíz	
Rastrojera de alfalfa	
Otras:	

3. Composición del rebaño y estructura racial:

	Nº de cabezas			
Ovejas (>1 año)				
Corderas de reposición/año				
Machos				
La edad media del rebaño				

¿Cuántos derechos a la prima tiene?:

En los últimos 5 años, ¿ha tenido variaciones en el censo ovino?

No

Si, he aumentado

Si, he disminuido

¿Tiene otro tipo de ganado en la explotación? Percibe subvenciones por el mismo?:).....

4. Organización de la reproducción y la reposición del ganado ovino

4.1 Reproducción

¿Qué sistema utiliza en la cubrición de las ovejas?

Monta continua

libre

por lotes

Monta discontinua

libre

lotes sin esponjas

lotes con esponjas

Inseminación artificial, indique en que porcentaje del rebaño:..... %

Sistema de organización de la cubrición:.....

¿Cuándo retira los machos del rebaño? Nunca De.....a.....

¿A cuantos meses post-parto realiza la cubrición?

¿Considera que este sistema afecta a la Prolificidad del rebaño?.....

¿Cómo?:.....

4.2 Parto:

Edad media a la que paren por primera vez las corderas.....

Época de parto, distribución a lo largo del año:.....

Intervalo entre partos:.....

4.3 Prolificidad:

Prolificidad:.....

Tipo de parto: Simple:.....%, Doble:.....%, Triple:.....%

El peso medio al nacimiento y la ganancia diaria hasta el destete (si tiene idea).....

La mortalidad de los corderos: de 0 a 2 días:.....% Hasta destete:..... %

Prefiere tener 1, 2 ó más corderos / oveja?

Si;

Porqué?.....

No

Porqué?.....

¿Aplica o ha aplicado algún sistema para mejorar la Prolificidad? Si No

¿Cuál?.....

¿Cómo ha evolucionado la Prolificidad en los últimos 10 años?.....

Puede valorar el incremento de costes que supone incrementar la prolificidad (parto doble vs parto simple):.....€/oveja

En que conceptos se incrementan los costes:.....

- En relación a los corderos de parto doble:
- Tardan más en alcanzar el peso de venta Si No
 - Se observa una mayor mortalidad Si No
 - Necesitan más mano de obra Si No
 - Afecta al peso al nacimiento Si No
 - Suelen necesitar lactancia artificial Si No
 - Las madres necesitan mayor suplementación post-parto Si No
- ¿Qué problemas relaciona con las ovejas de mayor prolificidad?.....

4.4 Reposición:

- ¿Qué criterios utiliza para quedarse la reposición de las hembras?
- La Prolificidad
 - Valoración Genética
 - Morfológicos
 - EPP
 - Época de nacimiento
 - Valoración productiva (carne)
- Los machos de reposición proceden de: Propios Asociación o Cooperativa
 Ferias Otros ganaderos

Coste de los animales de reposición comprados.....

- Si son propios, ¿Qué criterios utiliza para quedarse la reposición de los machos?
- La Prolificidad
 - Valoración Genética
 - Morfológicos
 - EPP
 - Época de nacimiento
 - Valoración productiva (carne)

5. Alimentación del rebaño ovino

Complementación de las ovejas:

- ¿Con qué complementa la alimentación de las ovejas?
 Grano Pienso compuesto

En que épocas y con qué cantidades y duración alimenta a las ovejas (kg/oveja y día):

	Concentrado	Forraje
A la cubrición		
Final de la gestación		
Durante la cría de los corderos		
Después el destete		
Vacías y mantenimiento		

¿Decide el aporte de concentrado según la condición corporal de la oveja?

Complemento	Cantidad	Precio (€/Kg)
Concentrado		
Forraje		

Cría de Corderos

- ¿A qué edad practica el destete?¿Y con qué peso?
- Se hace lotes de corderos según el peso al nacimiento o según la Prolificidad?
- Hace control de peso de los corderos durante la cría? Si No
- ¿Cuál es la ganancia media diaria?.....

6. Características del trabajo

Titular de la explotación:

Año de nacimiento:.....

Sexo: () Hombre
() Mujer

Estado civil: () Soltero/a
() Casado/a
() Separado/a
() Viudo/a

Formación: () Estudios primarios
() Estudios secundarios
() Diplomado
() Licenciado

Dedicación a la explotación:.....media de horas/día

Otros trabajadores distintos al titular

	Relación con el titular Familiar (F), Asalariado (A)	Dedicación a la explotación (media de horas/día)
Trabajador 1		
Trabajador 2		

(Marque con una X cuando sea correcto)

La familia obtiene otras rentas que proceden del exterior de la explotación ()

El titular desarrolla otras actividades empresariales ()

El titular es asalariado en otra actividad profesional ()

El titular es pensionista ()

Caso de que el titular tenga más de 45 años, ¿tiene sucesor (familiar o colaborador)? () Si () No

7. Producción:

Tipo de cordero	Total/año	Precio venta €/Kg PV	Peso medio (kg PV)	Época d e venta	Destino (cebadero, matadero...)
Cordero lechal					
Cordero pascual					
Cordero carnero					

Hace control de calidad del producto (carne)?.....

Hace trazabilidad del producto?.....

¿Qué otros productos agrarios vende? (Describir)

.....

8. Instalaciones y maquinaria

Respecto a las naves para guardar el rebaño:

Metros cuadrados	Año de construcción	Valor de adquisición

Pueden hacer lotes: () Si () No

¿Puede limpiar la nave mecánicamente? () Si () No

9. Otros Aspectos

Utiliza la identificación electrónica en: () No la utilizo
() En todo el rebaño adulto
() Parte del rebaño
() Sólo en corderas

Aprovecha la identificación electrónica para: () Manejo
() Selección
() Control Sanitario

¿Cuáles son los principales puntos críticos de su explotación?

- Producción insuficiente
- Mucho trabajo
- Instalaciones antiguas
- Otros:.....
- Alimentación cara
- Precio bajo de la carne