

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**PERFILES HORMONALES Y METABÓLICOS EN
OVEJAS MERINO PREÑADAS CON Y SIN ESQUILA
PREPARTO**

por

**Victoria CAPURRO BAZZANO
Nadia CARDOZO ORNELLA**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por

Director: -----
Dra. Elize Van Lier

Ing. Agr. Daniel Fernández Abella

Ing. Agr. Ignacio De Barbieri

Fecha: 20 de diciembre de 2010

Autor: -----
Victoria Capurro Bazzano

Nadia Cardozo Ornella

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer especialmente a nuestras familias quienes nos brindaron su apoyo durante toda la carrera. De igual manera a nuestros amigos que siempre nos acompañaron.

Gracias papá y mamá, Diego y Pierana, por su esfuerzo y contención que me permitió seguir adelante. Gracias a la familia Botana Umpierrez, por haberme abierto las puertas de su casa y hacerme sentir parte de la familia.

Gracias a papá, mery y alvarito, por ser mi sustento y familia inseparable. Un enorme agradecimiento y recuerdo a mamá, mi pilar como persona y mi permanente compañía. A los cuatro, un ejemplo de fuerza, voluntad y corazón.

Agradecerle a docentes y funcionarios de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS) por habernos recibido tan amablemente y haber colaborado en la realización de nuestra tesis. Especialmente al Director de la EEFAS, el Ing. Agr. Carlos Moltini; los docentes, Ing. Agr. Ricardo Rodríguez Palma e Ing. Agr. Celmira Saravia. Al Sr. Ernesto Hernández, por su ayuda en las tareas de campo. A él y a su familia un personal agradecimiento. Agradecemos a la Ing. Agr. Helena Guerra y Lic. Noelia Zambra por su orientación y participación a lo largo de todo este trabajo.

A los involucrados que colaboraron en los análisis químicos, del Laboratorio de Técnicas Nucleares de la Facultad de Veterinaria, en especial a la Dra. Gretel Ruperecht, al Dr. Gonzalo Uriarte de la Dirección de Laboratorios de Veterinarios y a la Ing. Agr. Graciela Quintans de INIA Treinta y Tres.

A la biblioteca de la Facultad de Agronomía por su continua disponibilidad así como a la Lic. Sully Toledo por su dedicación en la corrección de la tesis.

Agradecer al Ing. Agr. Ignacio De Barbieri por colaborar en la corrección e integrar el tribunal.

Agradecerle al Ing. Agr. Daniel Fernández Abella, quien además de brindarnos la posibilidad de llevar a cabo nuestro trabajo final en un área de interés para nosotras nos aportó sus conocimientos y colaboración durante todo el proceso.

Finalmente, gracias a nuestra directora de tesis, Dra. Elize Van Lier, quien también nos dio la posibilidad de realizar nuestra tesis en esta área; por su constante dedicación, su tiempo y permanente enseñanza. Por guiarnos y apoyarnos incondicionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
 1 <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1 <u>MORTALIDAD NENONATAL DE CORDEROS</u>	4
2.1.1 <u>Causas de la mortalidad de corderos</u>	4
2.1.1.1 Complejo clima-inanición.....	4
2.1.1.2 Distocia.....	5
2.1.1.3 Otras causas de mortalidad de corderos.....	6
2.1.2 <u>Factores que afectan la supervivencia de los corderos</u>	6
2.1.2.1 Peso al nacer.....	6
2.1.2.2 Sexo.....	7
2.1.2.3 Edad de la madre.....	7
2.1.2.4 Tipo de parto.....	7
2.1.2.5 Alimentación.....	8
2.1.2.6 Época de parición.....	8
2.2 <u>HERRAMIENTAS PARA REDUCIR LA MORTALIDAD NEONATAL</u>	9
2.2.1 <u>Diagnóstico de gestación: Ecografía</u>	9
2.2.2 <u>Condición Corporal (CC) y Peso Vivo (PV)</u>	10
2.2.2.1 Condición Corporal: ¿Qué es? ¿Cómo se evalúa?.....	10
2.2.2.2 Fortalezas y debilidades de la utilización de Condición Corporal.....	13
2.2.2.3 Evolución de la Condición Corporal y Peso Vivo.....	13
2.2.2.4 Efecto de la Condición Corporal de la madre en el cordero.....	16
2.2.3 <u>Suplementación estratégica</u>	16
2.2.4 <u>Esquila pre-parto</u>	18
2.3 <u>MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA ESQUILA PRE-PARTO</u>	20
2.3.1 <u>Respuesta fisiológica provocada por el frío</u>	20
2.3.1.1 Efectos sobre la temperatura corporal.....	22
2.3.1.2 Zona termoneutral.....	23
2.3.1.3 Producción de calor.....	26
2.3.1.4 Modificaciones de los requerimientos nutricionales y consumo voluntario.....	26
2.3.2 <u>Efectos sobre la oveja gestante</u>	28
2.3.3 <u>Efectos sobre el cordero</u>	29

2.3.4	<u>Hormonas afectadas</u>	34
2.3.4.1	Hormonas tiroideas.....	34
2.3.4.2	Insulina.....	35
2.3.4.3	Cortisol.....	35
2.3.5	<u>Respuestas metabólicas y hormonales en ovejas y corderos</u> ..	35
3	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	45
3.1	UBICACIÓN.....	45
3.2	ANIMALES.....	45
3.3	ALIMENTACIÓN.....	45
3.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	46
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	47
3.6	VARIABLES ANALIZADAS.....	51
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	53
4	<u>RESULTADOS</u>	54
4.1	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	54
4.2	TEMPERATURA RECTAL (TR).....	56
4.3	PESO VIVO (PV).....	57
4.4	CONDICIÓN CORPORAL (CC).....	58
4.5	METABOLITOS.....	59
4.5.1	<u>Glucosa</u>	59
4.5.2	<u>Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE)</u>	60
4.5.3	<u>β-Hidroxibutirato (BOHB)</u>	61
4.6	HORMONAS.....	62
4.6.1	<u>Insulina</u>	62
4.6.2	<u>Triyodotironina (T3)</u>	63
4.6.3	<u>Tiroxina (T4)</u>	64
5	<u>DISCUSIÓN</u>	65
6	<u>CONCLUSIONES</u>	72
7	<u>RESUMEN</u>	73
8	<u>SUMMARY</u>	74
9	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	75
10	<u>ANEXOS</u>	84

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro	No.	Página
1	Temperaturas rectales medias y sus rangos normales de varias especies domésticas (°C).....	22
2	Condiciones climáticas promedio para el período 25 junio – 12 agosto 2010 registradas en la estación meteorológica de la EEFAS.....	53
Figura	No.	
1	Representación esquemática de la escala de condición corporal de ovinos.....	12
2	Respuesta fisiológica a la temperatura en el ovino esquilado.....	24
3	Lugar de pastoreo y suministro de fardos y bloques nutricionales para las ovejas.....	45
4	Esquila.....	47
5	Extracción de sangre por punción de vena yugular.....	48
6	Registro de la Temperatura Rectal.....	49
7	Representación esquemática del diseño experimental.....	50
8	Determinación de niveles hormonales de T3 y T4 a través de la técnica de Radioinmunoanálisis.....	51
9	Temperatura del aire (° C) media, máxima y mínima, y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	54
10	Temperatura Rectal (media ± EEM, ° C) de ovejas esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	55
11	Peso Vivo (media ± EEM, kg) de ovejas esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período 25 experimental (D-3 a D45).....	56
12	Condición Corporal (media ± EEM) de ovejas esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	57
13	Concentraciones (medias ± EEM) de Glucosa (mg/dL) de ovejas Esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	58
14	Concentraciones (medias ± EEM) de Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE) (mmol/L) de ovejas esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	59
15	Concentraciones (medias ± EEM) de β-Hidroxibutirato (mmol/L) de ovejas esquiladas y sin esquila y Chill Index (KJ/m ²) para el período experimental (D-3 a D45).....	60

16	Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Insulina (μ UI/mL) de ovejas esquiladas y sin esquilar y Chill Index (KJ/m^2) para el período experimental (D-3 a D45).....	61
17	Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Triyodotironina (T3) (nmol/mL) de ovejas ovejas esquiladas y sin esquilar y Chill Index (KJ/m^2) para el período experimental (D-3 a D45).....	62
18	Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Tiroxina (T4) (nmol/mL) de ovejas esquiladas y sin esquilar y Chill Index (KJ/m^2) para el período experimental (D-3 a D45).....	63

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el stock ovino en el Uruguay ha mostrado una tendencia a la disminución (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2009). Según DI.CO.SE para el año 2009 se registra un total de 8.637.291 animales; habiendo presentado en el año 1991 un récord histórico de 25.611.000. Esto significa que en casi 20 años desaparecieron cerca de 17 millones de lanares.

Esta continua reducción de las existencias ovinas en el país es explicada por la disminución en el precio de la lana en el mercado mundial sumada a la expansión del rubro agrícola, el cual ha desplazado a la ovinocultura a zonas menos favorecidas agroecológicamente (condiciones más extensivas y menor producción de forraje). El rubro queda por lo tanto restringido a regiones de Basalto, Cristalino y Sierras. Esta tendencia nacional también se da a nivel de predio, donde el productor destinó sus mejores recursos al ganado vacuno (Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina, 2005). Ello tiene implicancias directas sobre los resultados biológicos y económicos del rubro. Otra razón que favorece la disminución del stock es la elevada extracción provocada por una favorable situación de precios de la carne ovina (Acosta, 2010). A consecuencia de la disminución del precio de la lana y el aumento del precio de la carne, se produjo un cambio en la composición de las majadas, existiendo actualmente mayor número de ovejas que de capones. Nos encontramos, entonces, ante un escenario de características diferentes a las que se presentaban en la década del 90, que implica nuevos desafíos en lo que refiere al ámbito reproductivo y productivo. Para contrarrestar la actual tasa de extracción y de ésta manera aumentar el stock nacional, es necesaria una elevada eficiencia reproductiva.

La eficiencia reproductiva ovina ha sido una de las grandes limitantes para el desarrollo futuro de la Cadena Agroindustrial Ovina en el Uruguay (Montossi et al., citados por De Barbieri, 2008). Para contrarrestar esto se deben contemplar alternativas tecnológicas de alto impacto, de bajo costo e inversión y de sencilla aplicación, mejorando a su vez el ingreso a los productores ubicados en las principales regiones ganaderas donde se concentra la producción ovina del país. Entre ellas se destacan aquellas relacionadas al manejo como alternativas de alto impacto relativo en la productividad e ingreso al productor en comparación con la reducida demanda en inversión e infraestructura, menor riesgo y baja demanda en la capacitación de recursos humanos (manejo de campo natural, ajuste de la carga animal, empotrerramiento, manejo de condición corporal, esquila preparto, disminución de la edad al servicio, época de encarnerada). Existen otras alternativas de

mayor inversión y demanda de servicios y mano de obra más calificada, entre ellas el diagnóstico de gestación, utilización de pasturas mejoradas, suplementación y cruzamientos (Montossi et al., 2005c). La aplicación de una técnica no excluye otra, sino que son complementarias, y la aplicación de una u otra dependerá de cada productor y el manejo que realice en su establecimiento.

Datos nacionales indican que los porcentajes de señalada han oscilado entre 51 y 77%, para el período comprendido entre el año 1998 y el 2008 (Salgado, citado por Capurro y Souza, 2008) con un valor promedio de 64%. Los bajos niveles de señalada obtenidos promedialmente en los sistemas tradicionales de nuestro país constituyen una de las principales limitantes para el desarrollo de esquemas orientados hacia la producción de carne. Por otra parte, retrasan el progreso genético en función de que reducen marcadamente los diferenciales de selección (Ganzábal, 2005).

Los principales factores que reducen la eficiencia reproductiva son la baja fertilidad, escasa prolificidad, y la elevada mortalidad neonatal.

En Uruguay, la cifra promedio de mortalidad perinatal se estima en 20% de los corderos nacidos, con una variación del 14 al 32% según los años y los predios. El 90 a 95% de las muertes ocurren durante las primeras 72 horas de vida (Dutra, 2005). Teniendo en cuenta esto, sería de gran importancia disminuir la mortalidad neonatal de los corderos, lo que impactaría sobre el porcentaje de destete, mejorando los índices productivos de los establecimientos comerciales.

En el último tercio de gestación se determina aproximadamente el 70% del peso al nacer del cordero (Geenty, citado por Montossi et al., 2005a), por lo tanto, una nutrición adecuada durante este período, es esencial para asegurar un peso al nacer del cordero que aumente su probabilidad de supervivencia en nuestras condiciones en las primeras 72 horas críticas de vida (Montossi et al., 2005a). Otros factores que afectan el peso al nacer son el tipo de parto (único o múltiple), la edad de la madre, el biotipo y el sexo.

Hoy en día se dispone de una serie de herramientas para reducir la mortalidad de corderos, como ser el manejo de una condición corporal alta durante el último tercio de gestación para promover un mejor vigor en los corderos y/o una mejor lactogénesis o producción de calostro temprana en las ovejas (Banchero, citado por Banchero, 2003a); la suplementación estratégica con granos durante la última semana de gestación para promover una lactogénesis adecuada (Banchero et al., Banchero, citados por Banchero, 2003a); y por último la incorporación de la esquila preparto (60 a 90 días de

gestación). Esta última, a través de un incremento en la masa placentaria se traduce en una mayor supervivencia (con o sin aumento del peso vivo de los mismos al nacimiento) (Montossi et al., 2003). Esto estaría explicado por un efecto multifactorial; el aumento de flujo de nutrientes al feto, un aumento en la movilización de las reservas corporales de la oveja, así como un cambio en los patrones maternos de oferta y utilización de nutrientes del útero grávido (De Barbieri et al., 2008). Se producen cambios metabólicos y hormonales en la oveja como respuesta a la esquila, para lograr la homeostasis mediante mecanismos de termorregulación.

El presente trabajo se basó en una primera hipótesis la cual afirma que la esquila disminuye la Temperatura Rectal (TR), aumenta el Peso Vivo (PV) y la Condición Corporal (CC), en comparación con las ovejas no esquiladas. La segunda hipótesis fue que las mencionadas diferencias se logran a través del aumento de las concentraciones de Glucosa, Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE), β -Hidroxibutirato (BOHB), Triyodotironina (T3) y Tiroxina (T4), e Insulina, en las ovejas esquiladas en comparación con las ovejas no esquiladas. Para poder contribuir al conocimiento de los mecanismos implicados en el aumento de la supervivencia de los corderos, este trabajo tuvo el objetivo de analizar el efecto de la esquila preparto en las variables TR, PV, y CC; así como en las concentraciones de metabolitos (Glucosa, AGNE, BOHB) y hormonas (Insulina, T3 y T4) en la oveja gestante.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 MORTALIDAD NEONATAL DE CORDEROS

La mortalidad neonatal de corderos es un factor importante dentro de las pérdidas de la eficiencia reproductiva (Fernández Abella, 1995). No solo es un problema económico importante sino que lo es desde el punto de vista del bienestar animal ya que muchos de los corderos sufren de hambre varias horas a días antes de morir (Banchero, 2003a).

2.1.1 Causas de la mortalidad de corderos

Los factores que afectan la mortalidad de corderos son los siguientes: clima-inanición, predadores, partos distócicos, infecciones, accidentes y anomalías (Fernández Abella, 1995).

2.1.1.1 Complejo clima-inanición

El complejo clima-inanición representa un 61.2% de las muertes neonatales (Fernández Abella, 1995). Este complejo provoca en los corderos la pérdida de temperatura que lleva a la muerte por hipotermia (Capurro y Souza, 2008).

La causa primaria y común de la muerte neonatal es la inanición en los corderos recién nacidos. Esto puede ser consecuencia de factores como falta de vigor del cordero recién nacido, falla de la relación madre-hijo, mal comportamiento materno con abandono, y falta de calostro al momento del parto (Mari, citado por Banchero, 2003a).

En el cordero, la tasa de producción de calor por unidad de peso vivo está establecida por la interacción del clima con el consumo de leche. Los fenómenos atmosféricos inducen un aumento en la pérdida de calor, provocando hipotermia y muerte del animal (Fernández Abella, 1995).

El cordero a partir del nacimiento, enfrenta un importante shock térmico, pasando de 39°C en el vientre de la madre a la temperatura exterior, éste

cambio puede provocar una disminución de hasta 11°C en su temperatura corporal. Para balancear la pérdida de calor, el sistema termorregulador aumenta el metabolismo con el fin de asegurar el mantenimiento de la temperatura corporal necesario para el normal cumplimiento de las funciones vitales (Cueto et al., 1994). El cordero para poder elevar su metabolismo basal (2 o 3 veces), lo hace a expensas de la oxidación de sus reservas energéticas, como la “grasa parda”, tejido adiposo de alta tasa energética y de rápido metabolismo (Gibbons, 1996). Los corderos pequeños son más propensos al enfriamiento ya que presentan una alta relación superficie corporal/peso vivo (Alexander, citado por Fernández Abella, 1995).

La primera causa de la hipotermia es provocada por una excesiva pérdida de calor en las primeras horas de vida (Alexander, Eales y Small, citados por Fernández Abella, 1995), debido a un agotamiento de las reservas corporales para producir energía (Ramos et al., 2006). A esto se le agrega la depresión de la producción de calor provocada por la inanición de los animales, generalmente entre 12 y 48 horas después del nacimiento; lo que se presenta como otra causa de la hipotermia (Alexander, Mc Cutcheon et al., Eales et al., citados por Fernández Abella, 1995).

Los animales hipotérmicos se caracterizan por presentar movimientos débiles y lentos lo que les dificulta la toma de alimento. Cuando la temperatura rectal de un cordero alcanza los 37-38.8° C puede considerarse hipotérmico, siendo una hipotermia muy grave o mortal si la temperatura llega a los 37° C (Ramos et al., 2006).

2.1.1.2 Distocia

Corderos que nacen vivos luego de un parto laborioso, presentan una inhibición de los centros de termorregulación y disminuye la temperatura rectal. Al presentar éstos escaso vigor y una menor tendencia a mamar, la adquisición de la inmunidad pasiva aportada por el calostro puede resultar insuficiente o tardía. Aquellos corderos que han necesitado asistencia en el momento del parto presentan una mayor mortalidad en la primera semana de vida (Ramos et al., 2006).

En general los partos distócicos se producen por tres causas: tamaño excesivo del feto, mala presentación del feto y debilidad de la madre. Cuando las condiciones de alimentación en el último tercio de gestación son muy elevadas o al trabajar con razas carniceras, la incidencia de distocia adquiere

gran importancia. Los partos distócicos llevan a que la madre abandone el cordero o que éste o ambos mueran en el parto. En condiciones de cría extensiva la mortalidad causada por partos distócicos es de baja magnitud (Scott, Denllis, citados por Fernández Abella, 1995).

2.1.1.3 Otras causas de mortalidad de corderos

Estudios realizados en la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (EEFAS), determinaron que los predadores son la segunda causa de la mortalidad neonatal, con un promedio de 18.2%. Los ataques son principalmente debidos a zorros, perros salvajes, jabalíes, cerdos y aves de rapiña (especialmente caranchos) (Fernández Abella, 1995).

En nuestro país la incidencia de las enfermedades infecciosas es de escasa significación, así como la de accidentes y anormalidades (Fernández Abella, 1995).

2.1.2 Factores que afectan la supervivencia de los corderos

Entre los factores tendientes a modificar la supervivencia de los corderos se encuentran aquellos que pertenecen a los corderos, tales como: peso al nacer y sexo; así como los pertenecientes a la madre: edad, genotipo, largo de gestación, tipo de parto, alimentación, época de parición (Fernández Abella, 1995).

2.1.2.1 Peso al nacer

El peso al nacer tiene una marcada influencia sobre la supervivencia del cordero. A bajos pesos al nacer la supervivencia es muy baja, lo que puede estar causado por: pocas reservas corporales, menor relación peso vivo/superficie corporal, inadecuado peso corporal de la madre al parto, no bajada de la leche al parto, debilidad del cordero para mamar. A medida que incrementa el peso al nacer, la mortalidad disminuye hasta un mínimo. Como ejemplo, para la raza Merino se obtiene el peso óptimo a los 4.5 kg; sin embargo existe un rango entre 4.1 y 4.8 kg en el que la mortalidad es menor al 10%. A partir de 5.2 kg aumentan los partos distócicos (Fernández Abella,

1995). Peso al nacer y mortalidad neonatal presentan una correlación fenotípica negativa y de magnitud media a alta (Piper y Bindon, Smith, citados por Fernández Abella, 1995).

2.1.2.2 Sexo

Algunos trabajos citan una mayor supervivencia neonatal de las hembras. Al presentar los machos un mayor tamaño, provocarían una mayor dificultad al parto; este y otros factores explicarían una mortalidad algo más elevada en corderos que en corderas (Gunn y Robinson, Veter et al., citados por Fernández Abella, 1995).

2.1.2.3 Edad de la madre

La edad de la madre también afecta el peso al nacer de los corderos, a igual tamaño de camada, los corderos hijos de borregas son más livianos, lo que estaría determinando mayores pérdidas (Fernández Abella, 1995). La supervivencia de corderos mellizos aumenta con la edad de la madre, llega a un máximo a los cinco años y luego decrece (Fernández Abella, 1995).

La oveja primípara manifiesta generalmente problemas de comportamiento, que se incrementan con la densidad de la majada y el tamaño de camada (Alexander, Shelley, Arnold y Morgan, citados por Fernández Abella, 1995). Esto, junto con una menor producción de leche de dicha oveja, explica que, a igual peso al nacer de los corderos, las borregas presenten menores porcentajes de supervivencia (Fernández Abella, 1995).

2.1.2.4 Tipo de parto

Un aumento en la prolificidad implica una reducción del peso al nacer, esto incrementa el porcentaje de mortalidad. Los corderos mellizos son 20% más livianos que los únicos (Bichard y Cooper, Fernández Abella, citados por Fernández Abella, 1995). La magnitud de la diferencia entre los porcentajes de mortalidad según el tipo de parto es de 6-10% (Shelton, Hight y Jury, Fredella, Fernández Abella, citados por Fernández Abella, 1995). Para los corderos mellizos se observa una relación inversa entre el peso al nacer y mortalidad.

Por otro lado, a igual peso al nacer la supervivencia de los corderos mellizos es superior a la de los únicos (Fernández Abella, 1995).

Gestaciones con más de un cordero podría repercutir en el largo de la misma (Fernández Abella, Durán del Campo, citados por De Barbieri et al., 2005b), donde gestaciones de mellizos afectarían disminuyendo un día el largo de gestación. Habitualmente no existen diferencias entre gestaciones múltiples y únicas en el largo de gestación (Boshier et al., Carrillo et al., citados por De Barbieri et al., 2005b).

2.1.2.5 Alimentación

La nutrición es un factor no genético que modifica la duración de la gestación (Alexander, Fernández Abella, Durán del Campo, citados por De Barbieri et al., 2005b). La subnutrición en las últimas etapas de la preñez puede acortar la gestación 4 a 7 días (Alexander, Fernández Abella, citados por De Barbieri et al., 2005b). Esta disminución provoca el nacimiento de cordero prematuro con pocas reservas y poca capacidad para responder a los estímulos externos, principalmente el interés por levantarse y mamar (Mari, citado por Banchemo, 2003a). El comportamiento materno puede verse deprimido si la madre recibió una mala alimentación durante la gestación, resultando en un incremento en la mortalidad de corderos únicos y mellizos (Thomson y Thomson, citados por Banchemo et al., 2005). Este incremento puede ser aún mayor en condiciones climáticas adversas (Ramos et al., 2006).

La producción de calostro en ovejas se ve afectada según sea la condición corporal de la misma, ovejas de condición corporal baja (< 2) puede ser la mitad o nula en comparación a aquellas de condición corporal normal. Al nacer, el cordero tiene un período de autonomía energética de 5 horas, donde el mismo suele tener suficiente energía para producir calor. El cordero debe ingerir suficiente calostro para que este período de autonomía no se reduzca (Ramos et al., 2006).

2.1.2.6 Época de parición

El momento del año en que se producen los nacimientos estaría determinando la probabilidad de supervivencia de los corderos, actuando

directamente el factor climático (Wiener et al., citados por Fernández Abella, 1995).

2.2 HERRAMIENTAS PARA REDUCIR LA MORTALIDAD NEONATAL

2.2.1 Diagnóstico de gestación: Ecografía

El diagnóstico de gestación es una de las herramientas básicas en la mejora de la rentabilidad de las explotaciones ovinas (Quintela et al., 1999).

Poder determinar en forma temprana cuales animales se encuentran gestando uno o más corderos y cuáles no quedaron preñados resulta interesante de manera de incrementar los ingresos del sistema productivo. El diagnóstico de gestación por medio de la ultrasonografía, permite realizar una serie de manejos diferenciales de lotes tendiente a aumentar la productividad de la majada (Sales Zlatar, 2002). En todos los sistemas de producción ovina es importante el conocimiento del resultado de un período de apareamiento o de inseminación artificial, ya que permite tomar decisiones por anticipado y mejorar los niveles de alimentación según el estado o el período fisiológico de los animales (Fernández Abella, 1995).

Se puede detectar la preñez a través de dos métodos por ecografía: vía rectal o transabdominal. La ecografía rectal requiere que los animales tengan un ayuno previo de 12 a 18 horas, y consiste en inmovilizar a la hembra en un cepo o contra las tablas de una manga e introducir el transductor en el recto. La ecografía transrectal se recomienda para gestaciones de 30 a 60 días. La materia fecal en el tracto digestivo suele generar interferencia en la imagen, lo que se puede evitar mediante la utilización de la ecografía transabdominal. Esta vía se recomienda para gestaciones de 40 a 110 días siendo el intervalo de 45 a 85 óptimo. Para esta vía se coloca el transductor en la zona inguinal (entre la ubre y la pierna) con la oveja de pie o en una camilla (Manazza, 2007).

A partir del día 26 de gestación el diagnóstico tiene una certeza muy alta (95 a 100%), antes de este período el resultado puede ser incierto. A partir de los 40 días de gestación se evidencia la presencia de cotiledones placentarios. Luego del día 60 resulta más práctica la vía transabdominal, por el tamaño fetal. Entre los 42 y 56 días de gestación es posible la detección de mellizos, tarea que requiere más tiempo de observación y experiencia (Manazza, 2007).

Esta práctica permite hacer un manejo más eficiente de la majada ya que permite identificar hembras preñadas de únicos o mellizos, así como las no preñadas. Se logra así planificar un mejor aprovechamiento del recurso pradera y un uso más racional y económico de la suplementación en el último tercio de la gestación optimizando la nutrición durante la preñez, y favoreciendo las categorías con mayores requerimientos. Se destaca la importancia del manejo diferencial de las categorías con mayores requerimientos al ser uno de los factores determinantes del peso de los corderos al nacimiento, lo que está relacionado directamente con la supervivencia perinatal y con la producción postnatal (Thomson y Aitken, Russel et al., Ensminger, Robinson, Fogarty, citados por Saelzer et al., 1989).

Por otra parte, permite la eliminación de hembras vacías, y por lo tanto no productivas, las que además de poder ser vendidas en una temporada estratégica, permite la liberación del recurso forrajero para las hembras restantes, además de disminución de costos (antiparasitario, etc.) (Sales Zlatar, 2002). Esto también mejora progresivamente la fertilidad de la majada (Cueto et al., 2001).

Entre otras aplicaciones prácticas de ésta técnica al manejo de la majada pueden mencionarse las siguientes: detectar anomalías reproductivas, estimar fechas de parición (para ajustar el manejo en sistemas extensivos), conocer el porcentaje de preñez (para desligar problemas reproductivos frente a un bajo porcentaje de señalada en la majada debido a otras causas: predación, clima, etc.) (Cueto et al., 2001).

2.2.2 Condición Corporal (CC) y Peso Vivo (PV)

2.2.2.1 Condición Corporal: ¿Qué es? ¿Cómo se evalúa?

La estimación de la condición corporal (CC) es una de las herramientas disponibles para monitorear el estado alimenticio de la oveja de cría. Permite diseñar estrategias de alimentación y manejo, en especial en los momentos más críticos de requerimientos de esta categoría, con el objetivo de mejorar su eficiencia reproductiva a lo largo de su vida productiva (Montossi et al., 2005a).

La técnica de medición de CC permite estimar in vivo el estado nutricional de los animales, se basa en la apreciación de las reservas

corporales y es independiente del "frame" de los animales (Jaurena et al., 2008).

Es una medida subjetiva del estado nutricional o "grado de gordura" de un animal por la palpación de la columna vertebral y los procesos lumbares detrás de la última costilla y encima de los riñones, sintiendo la prominencia y filo de las estructuras óseas (apófisis) y la cantidad de músculo y grasa de cobertura presente (Montossi et al., 2005a). Su exactitud depende de la destreza del evaluador (De Gea, 2007).

El rango utilizado para la medición de la CC se ubica entre 1 y 5, siendo CC = 1 un animal extremadamente flaco próximo a la muerte y CC = 5 un animal con un grado de engrasamiento excesivo (Montossi et al., 2005a). (Figura 1).

Su correcta evaluación indica la cantidad de reservas energéticas del animal. Este método ha sido desarrollado por Jefferies (1961) y modificado por Russel et al. (1969) presentando un nivel de predicción ($r=0.94$) superior al aportado por el peso vivo (PV) ($r=0.81$).

Este método no debe considerarse a nivel individual sino a nivel de la majada, por lo tanto se debe realizar sobre una muestra representativa de ovejas (15 a 20%). Se debe considerar períodos mínimos de 30 días para detectar cambios en la CC (debido a que la movilización de grasa es lenta), siendo variable según el estado fisiológico de la oveja (Gibbons, 1996).

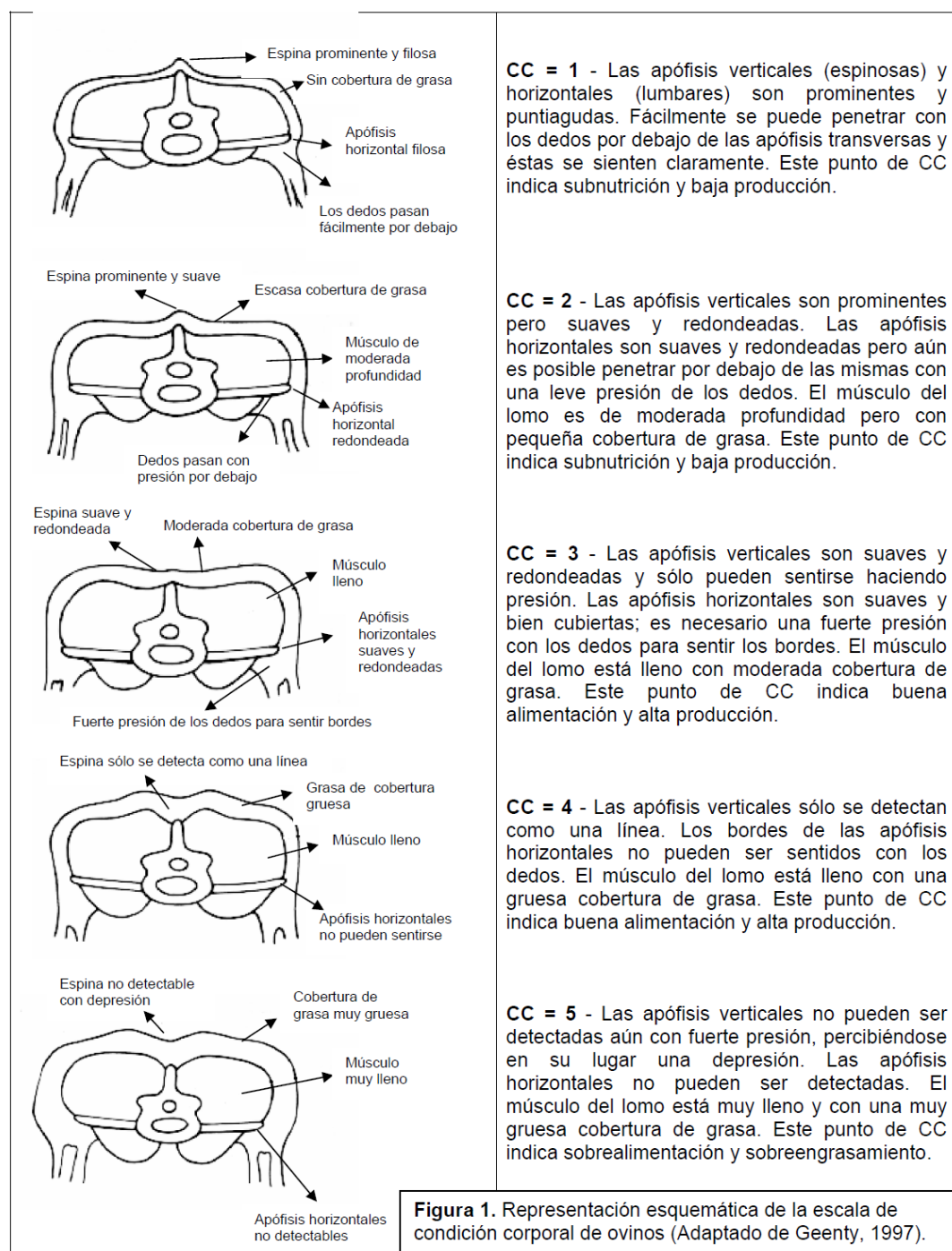


Figura 1. Representación esquemática de la escala de condición corporal de ovinos (Adaptado de Geenty, 1997).

Figura 1: Representación esquemática de la escala de condición corporal de ovinos (tomado de Montossi et al., 1998b).

2.2.2.2 Fortalezas y debilidades de la utilización de Condición Corporal

La estimación de la condición corporal es una técnica de fácil aprendizaje y aplicación a campo, con escasa necesidad de infraestructura, de bajo costo y sin utilización de equipos para su medición. Permite comparar el estado nutricional de ovinos, independientemente de las diferencias debidas al efecto de: la raza, el tamaño corporal, la categoría ovina, el estado fisiológico (oveja preñada vs. oveja vacía), el llenado del tracto gastrointestinal, la cantidad de lana presente en cada animal, así como del grado de humedad de la misma y del sistema productivo (intensivo vs. extensivo) (Montossi et al. 1998b, Manazza 2006).

Se trata además de una técnica consistente y precisa, que permite planificar el manejo alimenticio de los ovinos y posibilita a través de su aplicación incrementos en la producción ovina de carne y lana de los sistemas productivos (Montossi et al., 1998b).

La ventaja que la condición corporal posee sobre la determinación del peso vivo se basa en el menor sesgo durante el último tercio de gestación debido al peso del feto, el contenido líquido del útero y la placenta (Gibbons, 1996). Esta técnica tampoco es afectada por el tamaño del animal y el llenado del tracto digestivo. Las diferencias en el tamaño de los animales, el llenado del tracto digestivo y el estado gestacional de la oveja, pueden determinar que animales de igual peso se encuentren en un estado nutricional muy distinto (De Gea, 2007). El peso vivo es probablemente el criterio más difundido debido a la facilidad con la que puede determinarse (Orcasberro, citado por De Gea, 2007).

Como debilidad más importante se menciona que aquellas situaciones de pérdidas de peso repentinas asociadas a estrés importante de tipo nutricional o sanitario no puedan ser detectadas rápidamente por la escala de CC (Montossi et al., 1998b). A esto se agrega que se trata de técnica de naturaleza subjetiva y requiere de un adecuado entrenamiento para su correcta aplicación (Jaurena et al., 2008).

2.2.2.3 Evolución de la Condición Corporal y Peso Vivo

Para cada una de las etapas fisiológicas de la oveja existe una condición corporal óptima de manera de lograr una máxima productividad animal. El período destete-encarnerada es una etapa de gran importancia. Durante el mismo se debe recuperar el peso perdido durante la lactancia, para

poder lograr los objetivos de peso y CC de las etapas subsiguientes, con el propósito de mejorar la eficiencia reproductiva de la majada (Montossi et al., 2005a).

Para el inicio de la encarnerada se recomienda, en caso de ovejas adultas, una CC superior a 3 (evitando exceso de estado). Las borregas deben comenzar la misma con 36 – 38 kg de peso vivo. Para aumentar la fertilidad y prolificidad (número de corderos nacidos/oveja parida) se aconseja que ambas categorías sigan ganando peso durante la encarnerada (Montossi et al., 2005a).

En cuanto a la pérdida de la CC entre el servicio y el parto, se considera que las ovejas en gestación pueden tolerar la pérdida de un punto en su CC, sin que se vea afectada su producción (siempre que se encuentre en valores superiores a 3.5 al inicio) (Russell et al., citados por Gibbons, 1996). Según la Commission of Meat and Livestock, citado por Gibbons (1996) para evitar limitaciones del crecimiento, recomienda que las ovejas deben tener una CC de 3 a 3.5 al momento de la encarnerada; pudiendo perder medio punto (menos de 5% de su peso vivo) en el segundo y tercer mes de preñez. En las últimas seis semanas de gestación se recomienda que las ovejas no sufran una pérdida mayor a 0.5 puntos de CC.

La baja eficiencia reproductiva está relacionada con el bajo peso “estático” y “dinámico” que alcanzan las ovejas de cría al momento de la encarnerada, lo cual repercute negativamente en el potencial reproductivo (fertilidad y prolificidad) (Montossi et al., 2005a). La tasa ovulatoria se incrementa con los aumentos de peso vivo o condición corporal. El efecto del “peso estático” establece que por encima de un peso crítico variable según la raza y majada (38 kg: Ideal, Merino; 45 kg: Corriedale, Merilin; 50 kg Romney) se aumenta la tasa ovulatoria determinando un aumento en el número de partos múltiples (% de ovejas melliceras) y en la fertilidad (reducción del % de ovejas falladas). La evolución del peso vivo semanas previas al servicio (3 a 6 semanas) es de suma importancia, ya que determina la probabilidad de que las ovejas tengan ovulaciones múltiples. A esto se lo denomina “efecto dinámico” del peso y el mismo es positivo si las ovejas alcanzan superar al servicio el “peso estático” o crítico (Fernandez Abella, 2007).

Para aumentar el peso de la oveja a la encarnerada (efecto “dinámico”), se destaca como opción el uso de mejoramiento durante los meses de enero y/o febrero; teniendo la ventaja de ser una alternativa de bajo costo y utilizada por un período corto de tiempo, sin que se afecte la productividad del mismo (Montossi et al., 2005a)

Por cada kg de incremento en el peso vivo a la encarnerada (marzo-abril), se incrementa en 1.94 y 1.74 el porcentaje de parición (corderos nacidos/oveja servida) para ovejas y borregas primíparas de la raza Corriedale, respectivamente (Ganzábal et al., citados por Montossi et al., 2005a).

Una mayor CC al parto de la oveja también permite un incremento en la producción de lana y leche de la misma y el peso de los corderos al destete. Con una CC óptima al parto de 3 para Corriedale y de 3.5 para Merino (presentadas para reducir la tasa de mortalidad de corderos a valores cercanos al 10%) se vuelve inevitable el uso de estrategias de alimentación y manejo durante el último tercio de gestación que aseguren un peso al nacer (PN) adecuado (mayores a 3.5 kg. y 4 kg para Corriedale y Merino respectivamente) (Montossi et al. 1998b, Montossi et al. 2005a).

Se observan mayores tasas de mortalidad de corderos en la raza Merino que en los de Corriedale. Para lograr obtener resultados similares en las tasas de mortalidad de corderos, se hace necesario el manejo de mayores Condiciones Corporales al parto en Merino que en Corriedale (Montossi et al., 1998a).

El estado alimenticio (evaluado a través de la CC) de la oveja en el momento del parto es una de las “llaves” más importantes para reducir la tasa de mortalidad de corderos de los sistemas ganaderos del país (Montossi et al., 2005a). Al momento del parto, ambas variables están altamente correlacionadas, presentando esta asociación para ovejas Corriedale y Merino un valor aproximado de 7 y 8.7 kg de PV, respectivamente, por cada cambio en una unidad de CC (Montossi et al., 1998b).

A diferencia de las ovejas que no han recibido una alimentación adecuada, aquellas que se encuentren en buena condición corporal y bien alimentadas, cuidarán más y se mantendrán más cerca de sus hijos (Banchero et al., 2005). Las ovejas mal alimentadas se ven más atraídas por la comida que por sus hijos y se ven tentadas a moverse rápidamente del lugar del parto para pastorear. Esto trae como consecuencia una mayor frecuencia de separación de sus hijos y una mayor mortalidad de corderos mellizos (Nowak, 1996).

2.2.2.4 Efecto de la Condición Corporal de la madre en el cordero

Cuando las ovejas paren con una mala Condición Corporal (menores o iguales a 2.5 al momento del parto) se obtienen bajos pesos al nacer. Consecuentemente aumentan las posibilidades de pérdidas principalmente de corderos durante los primeros 10 a 14 días. Estos corderos tienen una baja vitalidad, con débil impulso a mamar y establecer el rápido vínculo con su madre. Además, debido a su baja capacidad de regulación térmica, se ve disminuida su resistencia a las condiciones climáticas adversas (“complejo climático-inanición”) incrementándose aún más la probabilidad de mortalidad (Hight et al., citados por Montossi et al., 1998a). Los corderos demasiado grandes (>5 kilos según la raza) suelen tener un nacimiento dificultoso y también muestran menor vitalidad (Ramos et al., 2006).

Las ovejas con mejor condición corporal poseen más reservas corporales. Esto puede ser muy beneficioso para las ovejas gestando mellizos, ya que estas necesitan más energía para cuidar dos corderos y para permanecer cerca de ellos al menos por 6 horas, sin abandonarlos en búsqueda de alimento (Putu et al., citados por Banchemo et al., 2005).

2.2.3 Suplementación estratégica

La supervivencia neonatal de corderos depende de una exitosa interacción entre la madre y su cría. Esta interacción permite a la oveja identificar a su cría y a la cría identificar a su madre. Sin embargo, la creación de este vínculo madre-cría no es suficiente. El cordero necesita además un suministro adecuado de calostro en las primeras horas de vida (Nowak, 1996).

La oveja produce calostro durante varias horas luego del parto pero el calostro disponible al parto es el más importante para cubrir los requerimientos de inmunoglobulinas del cordero (Pattinson, citado por Banchemo, 2007a). Esto se debe a que la permeabilidad del intestino del cordero, que normalmente es permeable a las macromoléculas de inmunoglobulinas durante las primeras 24 horas de vida, comienza a decrecer a partir de las 6 horas de haber nacido. El calostro también provee al cordero con energía y agua. Los corderos nacen con sus propias reservas de energía (tejido adiposo marrón, glucógeno) pero ésta es limitada y necesita ser reemplazada cuanto antes por otra fuente de energía (Banchemo, 2007a).

Existe una fuerte relación entre la nutrición durante la gestación y el inicio de la lactación. Una mala alimentación durante las últimas seis semanas de gestación deprime el desarrollo de la ubre y la acumulación prenatal de calostro, así como la producción subsiguiente de leche durante las 18 horas posteriores al parto (Mellor y Murray, citados por Banchemo, 2007a).

En el último tercio de la gestación la madre tiene altísimos requerimientos para el desarrollo fetal y la glándula mamaria y para la síntesis de calostro. Sin embargo y a pesar del incremento en la demanda de nutrientes, el consumo voluntario de la oveja, sobre todo de forraje, generalmente disminuye durante la última semana de gestación agravando el déficit energético. Esto es aún más grave en condiciones de pastoreo extensivo como las que se registran en los países ovejeros del hemisferio Sur (Banchemo, 2007a).

Durante las últimas semanas de gestación los fetos limitarían el volumen del rumen por compresión y ésta reduciría el consumo voluntario de la oveja, sobre todo de dietas basadas en forraje verde o seco. Esto no sucedería si a la oveja se le suministra un concentrado ya que la densidad energética y/o proteica del mismo siempre puede ser mayor que la de un forraje (Weston, citado por Banchemo et al., 2003b).

Las ovejas manejadas bajo condiciones de pastoreo generalmente no pueden alcanzar sus requerimientos energéticos para la gestación tardía (Banchemo, 2007a)

Una suplementación estratégica de corta duración previo al parto permite revertir el problema ya que las ovejas suplementadas con concentrados energéticos en los últimos días de gestación duplican y hasta triplican la producción de calostro. Es importante destacar que con una cantidad limitada o baja de grano por animal (entre 7 y 10 Kg.), tienen un mejor comportamiento maternal al parto, el parto puede ser más rápido y en consecuencia sus corderos tienen una mayor supervivencia respecto a ovejas alimentadas sólo con forraje (Banchemo, 2007a).

Tanto la suplementación con maíz o con cebada previo al parto incrementó el calostro acumulado al parto y su subsecuente producción luego del parto en ovejas gestando corderos únicos o mellizos. Las ovejas suplementadas con maíz o con cebada no sólo produjeron más calostro sino que este fue más líquido, lo que hace que el cordero pueda mamarlo más fácilmente que calostros más viscosos (Banchemo et al., 2003b).

El almidón presente en ambos granos (cebada o maíz) puede ser el responsable de la alta producción de calostro y la baja viscosidad del mismo observada en los animales suplementados. Parte del almidón se digiere en el rumen para producir ácido propiónico y luego en hígado ser convertido a glucosa. Otra parte del almidón puede pasar a intestino y allí se digiere y convierte inmediatamente en glucosa. Esta glucosa por la cual hay una muy alta demanda en los últimos días de gestación, sería el principal sustrato para la lactosa que es el azúcar de la leche (Banchero et al., 2003b).

2.2.4 Esquila pre-parto

La esquila preparto es una tecnología que paulatinamente se ha venido incorporando entre los criadores de lanares. La esquila preparto además de facilitar el manejo de las ovejas durante el período de partos, permite reducir significativamente la mortalidad de corderos, particularmente en las primeras 72 horas de vida, prolongándose este efecto hasta el destete con respecto a la de corderos nacidos de ovejas que no han sido esquiladas. La mayor supervivencia ha sido explicada principalmente por el mayor peso vivo al nacimiento que registran los corderos nacidos de ovejas esquiladas durante la gestación (Banchero et al., 2007b).

De acuerdo al momento que se realiza la esquila preparto se puede diferenciar en temprana (50 a 90 días de gestación) y tardía (a partir de los 100 días de gestación) (Banchero et al., 2005).

La esquila preparto por sí misma no implica una mejora en la eficiencia reproductiva, sino que depende del contexto donde esta tecnología se aplique. El éxito de implementar esta herramienta dependerá de la utilización de un paquete tecnológico integral, asociado a un adecuado manejo de los animales y las pasturas, que en conjunto con la esquila levanten las restricciones identificadas en el sistema de producción (De Barbieri et al., 2005a). Se deben tener en cuenta ciertos aspectos al momento de aplicar la esquila preparto: mayor ocurrencia de partos distócicos; se debe mejorar el manejo alimenticio de la majada; contemplar una reducción en la producción e ingreso en la primer esquila por concepto lana; y por último la necesidad de tomar precauciones en las ovejas (uso de peine alto y/o capas, abrigos, adecuado estado nutricional de los animales: Condición Corporal próxima a 3 unidades o superior) para evitar riesgos de mortalidad asociados a las condiciones climáticas adversas que ocurren al momento de la esquila preparto (Montossi et al., 2003).

En lo que refiere precisamente a la esquila preparto, existen varias alternativas y consideraciones en cuanto al uso de peines y capas. En Uruguay existen tres tipos de peines: el peine Standard o Bajo, el Cover (Cover comb) y el R13. Este último deja un remanente de lana de aproximadamente 1 cm (Pesce, citado por De Barbieri et al., 2005a) mientras que el Cover deja sobre el animal alrededor de 6 mm (Pesce, s.f.). Las capas protectoras son utilizadas por períodos de 20 a 30 días posesquila, en especial cuando se utilizan peines que dejan un menor remanente de lana (peine Bajo). Es una alternativa viable que permite disminuir el riesgo de mortandad posesquila aunque el uso de estas tiene ciertas desventajas: aumentos en los costos, incremento en el trabajo, lesiones en los animales y posible detrimento en el producto final (lana) cuando se trata de capas de polipropileno. Sin embargo, mediante la utilización de peines altos (Cover y R13) se minimizan los riesgos posesquila que se puedan generar por el empleo de la esquila preparto, logrando el estrés necesario para generar los cambios a metabólicos en el animal gestante, no siendo necesario el uso de capas ni peine Bajo (De Barbieri et al., 2005a).

Entre los beneficios que se obtienen mediante la aplicación de esta técnica se encuentran: aumento de la señalada de corderos, reducción de la mortalidad de ovejas, reducción de problemas sanitarios de ovejas (bicheras), mejora en el manejo de ovejas y corderos (esquila sin corderos, evitar limpieza de ubres), mejor distribución del ingreso, mejor uso de mano de obra, mejora de la calidad de la lana, recibir sobreprecio por entrada temprana en industria textil. El aumento en el porcentaje de señalada es una de las ventajas más significativas de esta técnica, efecto que se atribuye a: el mayor consumo de forraje por parte de la oveja, que impacta sobre su estado corporal, su producción de leche y el peso del cordero al nacimiento; una mejora en el comportamiento materno, puesto que la oveja busca lugares reparados para parir, está más liviana para levantarse y atender al cordero y su ubre esquilada es más fácil de encontrar (De Gea, 2005).

La esquila preparto podría aplicarse bajo las condiciones del Uruguay provocando un impacto positivo en la eficiencia reproductiva. En general, en nuestro país, el peso de los corderos que nacen se encuentra muy por debajo de los 4 kg, donde el potencial de respuesta de esta tecnología es mayor (más aún para partos múltiples). Esto adquiere mayor importancia si se considera la proporción de corderos nacidos de partos únicos (88%) en el total de corderos producidos por ovejas adultas. Además, los corderos nacidos de las borregas de año y medio de edad, constituyen un grupo minoritario y sensible a esta tecnología. Se concluye entonces, que los corderos únicos representan la principal pérdida económica por su elevada mortalidad neonatal (Montossi et al., 2005b).

2.3 MECANISMOS DE ACCIÓN DE LA ESQUILA PRE-PARTO

2.3.1 Respuesta fisiológica provocada por el frío

Todos los animales homeotermos requieren mantener una temperatura corporal más o menos estable, para el ovino ésta temperatura se sitúa en torno a 39.5° C. Es necesario que el animal mantenga su temperatura corporal para cumplir normalmente sus funciones vitales, esto lo logra a través de mecanismos de producción y disipación de calor (Azzarini, 1983).

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas y de producción en nuestro país, el aspecto que debe interesar es aquel que refiere a la respuesta al frío. Sin embargo situaciones de estrés por calor también son importantes, sobre todo en la reproducción y en algunos casos en la producción de lana (Azzarini, 1983).

En condiciones de temperaturas bajas los animales reaccionan primero reduciendo las pérdidas de calor. Para esto ocurren cambios en el comportamiento para reducir el área de exposición (echándose, encogiéndose o agrupándose); así como la vasoconstricción periférica, de manera de hacerse más lento el flujo sanguíneo, reducir la temperatura de la piel y así disminuir el gradiente de temperatura entre la piel y el ambiente. En términos de mediano plazo, como es el cambio de estación, el crecimiento de la lana como el depósito de la grasa subcutánea juegan un papel importante dado su capacidad aislante (García Sacristán et al., 1995).

Luego de disminuir la pérdida de calor, se producen en el animal otros mecanismos que consisten en el incremento de la producción de calor (termogénesis). El animal recurre primero al proceso de escalofrío, siendo este más eficaz que mediante el ejercicio físico, y luego a un aumento en el consumo (hiperfagia), ocasionando a su vez un incremento en el metabolismo. Por último ocurre un aumento en la secreción de adrenalina, lo que favorece la glucógenolisis hepática. También se incrementa la secreción de Tiroxina (T4), que estimula la oxidación celular y la absorción intestinal. Esta a su vez potencia la acción calorígena de la adrenalina. La grasa parda o tejido adiposo marrón (BAT) produce calor de manera inmediata y en grandes cantidades, contribuyendo a la termogénesis sin escalofrío. Este es un tejido muy vascularizado, lo que favorece la rápida distribución del calor producido a través del incremento en el metabolismo lipídico. La cantidad de grasa parda que almacena un animal determina su capacidad de aclimatación (García Sacristán et al., 1995).

Existe una contribución diferencial de los distintos tejidos del cuerpo al metabolismo energético de la oveja. Ovejas esquiladas derivan significativamente más energía de los tejidos maternos que aquellas sin esquila. Además, el aumento de la producción de calor observado en esquiladas es casi totalmente atribuible a un aumento de la energía, aparentemente derivado de la oxidación de la grasa (Symonds et al., 1986). El aumento de la producción de calor de las ovejas no gestantes expuestas al frío fue el resultado del aumento del catabolismo de la grasa, sin cambios en las proteínas o la oxidación de carbohidratos (Graham et al., citados por Symonds et al., 1986).

Cuando la producción de calor del feto y la pérdida de calor están en equilibrio, la temperatura corporal del feto está 0.5° C por encima de su madre en todas las especies estudiadas hasta ahora (Assali y Westin, Gilbert et al., Hart y Faber, Morishima et al., Schröder et al., citados por Laburn et al., 2002). El feto produce grandes cantidades de calor metabólico por gramo de masa corporal (Orr et al., citados por Laburn et al., 2002) y se basa en el intercambio de calor de la placenta (85% de la pérdida de calor) (Gilbert et al., Schröder et al., citados por Laburn et al., 2002). Por lo tanto, aumentos o disminuciones del flujo sanguíneo umbilical y/o uterino, aumentarían o disminuirían, respectivamente, la tasa a la cual el feto pierde calor a través de la vía placentaria (Schröder y Power, citados por Laburn et al., 2002). Cuando las madres están bajo un estrés térmico activan mecanismos para atenuar las alteraciones en la temperatura corporal del feto, es decir, un aumento en el flujo sanguíneo útero-placentario durante la exposición al calor suave y una disminución de ese flujo sanguíneo durante la exposición al frío leve (Laburn, Laburn et al., citados por Laburn et al., 2002).

Sin embargo, la regulación del flujo de sangre conlleva un costo. El aumento de flujo requiere un aumento del gasto cardíaco fetal o materno o la desviación de sangre ya destinada a otros tejidos. La disminución en el flujo compromete potencialmente la nutrición del feto y la placenta, la oxigenación y la eliminación de desechos metabólicos. Así, ovejas preñadas bajo un estrés térmico pueden proteger a su feto a través de la regulación del suministro de sangre uteroplacentaria o puede abandonar homeotermia fetal y preservar otras funciones fisiológicas. Un aumento en el estrés por frío reducirá la hipotermia, pero la demanda de energía aumentará (Laburn et al., 2002)

La temperatura corporal se eleva menos en el feto que en la oveja durante la exposición al calor y cae menos durante la exposición materna al frío (Laburn et al., 2002). La menor tasa de pérdida de calor del feto durante la caída de la temperatura corporal materna, provocada por la exposición al frío, puede ser explicada por una vasoconstricción de las arterias uterinas maternas

(Laburn et al., 2002). Los fetos pueden tener acceso a otros medios para mantener la homeostasis térmica durante la exposición al frío materna, por ejemplo, la vasoconstricción en vasos de la piel (Kawamura et al., citados por Laburn et al., 2002), lo que reduciría la disipación de calor del feto a través de vías no placentarias (Gilbert et al., Schröder y Power, citados por Laburn et al., 2002).

2.3.1.1 Efectos sobre la temperatura corporal

La temperatura de la piel de un ovino luego de esquilado es más baja que antes de la esquila, lo que se explica por la remoción del vellón que resultaba un aislante, aumentando el gradiente de temperatura entre el animal y el ambiente (García Pintos y Garrido, 1987)

La temperatura rectal permite medir la temperatura corporal, ya que a diferencia de otros tejidos del cuerpo alcanza más lentamente el equilibrio térmico, es más fácil de medir y refleja los cambios de temperatura que ocurren en el núcleo central del cuerpo. Estas temperaturas varían según la especie (Cuadro 1), y de acuerdo a la hora del día, la edad, sexo y tamaño corporal (García Sacristán et al., 1995).

Cuadro 1: Temperaturas rectales medias y sus rangos normales de varias especies domésticas (° C) (adaptado de García Sacristán et al., 1995)

Especie	Temperatura media (° C)	Rangos
Bovino	38.5	37.5 - 39.5
Equino	37.8	37.5 - 38.1
Ovino	39.3	38.5 - 39.8
Caprino	39.5	38.5 - 40.0
Porcino	39.0	38.0 - 40.0
Canino (grande)	38.6	37.4 - 39.0
Canino (pequeño)	38.8	38.0 - 39.0
Felino	38.6	38.0 - 39.3
Aviar	41.0	40.6 - 42.2

Midiendo la temperatura rectal y de la piel a capones, 3 semanas pre-esquila y 3 semanas pos-esquila, se encontró que las temperaturas rectales

promedio (39° C) se mantuvieron durante todo el período, mientras que las temperaturas de la piel, durante los 10 días pos esquila eran generalmente más bajas que las registradas en las semanas pre esquila, además de que se elevó considerablemente en un día cálido (Wodzicka-Tomaszewska, citado por García Pintos y Garrido, 1987).

Comparando el impacto del tipo de peine en ovejas con esquila preparto vs no esquiladas; se encontró que la temperatura corporal (determinada en el recto) fue inferior en los animales esquilados. Esta diferencia fue máxima a la semana pos esquila, disminuyendo paulatinamente hasta la última medición (27 días pos esquila) (De Barbieri et al., 2005a).

En trabajos similares se observaron diferencias apreciables en la temperatura de la piel (12° C vs. 21° C), y pequeñas diferencias en la temperatura rectal (38.0° C vs. 38.5° C) (Hutchinson et al., citados por García Pintos y Garrido, 1987).

2.3.1.2 Zona termoneutral

Para todos los animales existe una zona termoneutral de temperatura ambiente. Esta implica que el animal no necesita realizar grandes esfuerzos por los mecanismos termorreguladores para mantener la temperatura corporal. La zona termoneutral posee un límite inferior (Temperatura Crítica Inferior [TCI]) y un límite superior (Temperatura Crítica Superior [TCS]) (García Sacristán et al., 1995).

La TCI, es la temperatura a partir de la cual los animales aumentan su tasa metabólica para protegerse del frío. Se produce un aumento en el consumo debido a la energía extra que el animal necesita, sin embargo se reduce la actividad productiva. La TCS es aquella a partir de la cual el animal comienza un incremento en las pérdidas de calor a través de mecanismos tales como sudoración, jadeo, o vasodilatación para evitar la sobrecarga calórica (García Sacristán et al., 1995). La figura 2 representa una serie de comportamientos que ocurren como respuesta a las variaciones de la temperatura ambiente en animales esquilados.

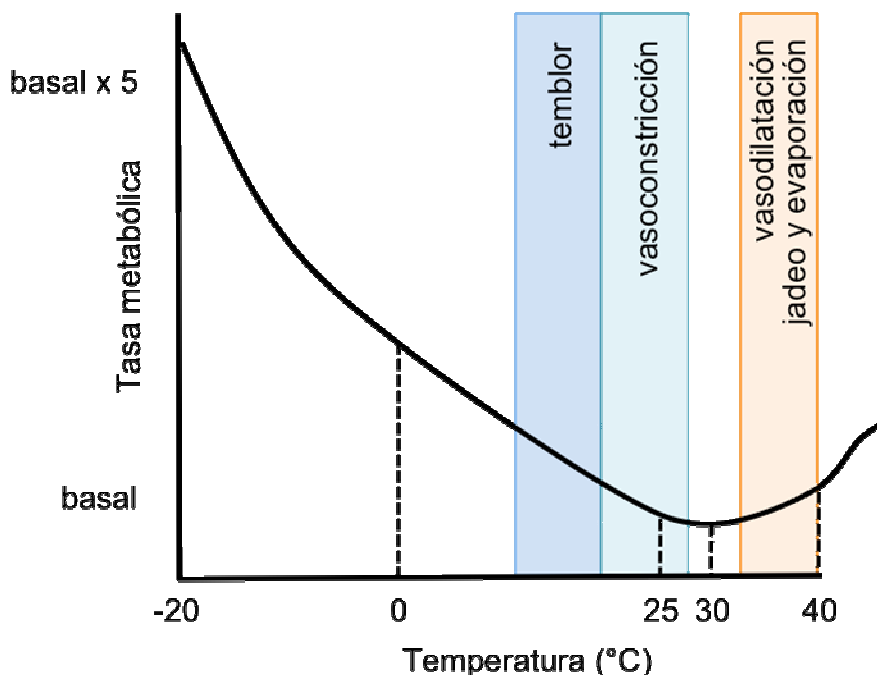


Figura 2: Respuesta fisiológica a la temperatura en el ovino esquilado (adaptado de Slee, citado por Azzarini, 1983).

El valor de la TCI no es único y absoluto, sino que depende de una serie de factores que lo modifica. Entre ellos se encuentran el nivel nutricional, grado de aislación (largo de lana), el viento y la lluvia (Azzarini, 1983).

Existen diferentes TCI para ovejas sometidas a distintos planos nutricionales, y con igual espesor de vellón. A medida que aumenta el nivel alimenticio se registra un aumento del calor producido y desciende la TCI (Blaxter et al., citados por Cancela, 1988). A través de un plano alimenticio alto, la TCI se reduce, lo que es explicado por el incremento calórico generado por el alimento, donde la disipación del calor se sobrecarga, siendo los animales con mayor reserva de grasa más resistentes al frío (García Pintos y Garrido, 1987).

El espesor de vellón influye en la TCI, existiendo mayor aislación del ambiente cuanto más largo es el vellón (Slee, citado por García Pintos y Garrido, 1987). El vellón posee una gran capacidad aislante. Tal es dicha capacidad, que aún bajo temperaturas ambiente moderadas la esquila es un cambio brusco para el animal. Luego de la esquila la pérdida de calor aumenta marcadamente, por lo tanto la producción de calor debe aumentar con el fin de mantener la temperatura corporal. Los ovinos presentan limitada capacidad para sostener altas tasas metabólicas por largos períodos, por lo que morirían

en caso de que el aumento en la producción de calor sea insuficiente o si debe mantenerse por mucho tiempo (Azzarini, 1983). Entonces luego de la esquila, el ovino presentará TCI superiores a aquel animal sin esquila, pudiendo superar éste valor los 45° C (Slee, citado por García Pintos y Garrido, 1987). Para ovejas de 1, 10, 50 y 100 mm de espesor de vellón, se obtuvo TCI de 28, 22, 9 y 3° C respectivamente (Blaxter, citado por Cancela et al., 1988). A mayor espesor de vellón menor TCI, estando el animal mejor aislado del ambiente (Slee, citado por García Pintos y Garrido, 1987).

El viento es otro factor influyente en la TCI, ya que el mismo interfiere en la capacidad que tiene el vellón como aislante anulándola o disminuyéndola. La capacidad de aislar de un vellón puede verse disminuida en un 40% y aumentar la TCI por más de 5° C, en caso de registrarse un viento de 14.4 km/h (Joyce, citado por Cancela et al., 1988). Aún para vientos suaves del orden de 7.2 km/h, la TCI se incrementa en 3 a 5° C (Faichney et al., citados por Cancela et al., 1988).

Se ha estudiado la variación de la TCI a través de las diferentes combinaciones de los siguientes factores; se consideraron dos grados de aislación (2 y 8 cm de largo de lana), diferentes condiciones de viento y de alimentación. Se observó que la TCI puede modificarse de 30° C para una oveja en mantenimiento, con 32 km/h y 2 cm de lana, hasta -30° C cuando ésta se encuentra ganando 2 kg por semana, con 8 cm de largo de mecha y viento de 10 km/h (Blaxter et al., citados por García Pintos y Garrido, 1987).

Existen trabajos experimentales que permiten suponer, en términos de pérdida de calor, que precipitaciones de 10 mm equivalen a vientos de 15 km/h (Joyce, citado por Cancela et al., 1988).

Para corderos, dependiendo del peso vivo y edad, la TCI mínima se ubica alrededor de los 22 y 31° C con viento moderado (Slee, citado por Cancela et al., 1988). La temperatura letal para corderos, se ubica por debajo de la TCI, y está determinada por la capacidad que tenga el individuo para producir calor (máxima tasa metabólico), que es de 5 a 6 veces la producción normal (Sykes, citado por Cancela et al., 1988).

2.3.1.3 Producción de calor

La esquila representa un acontecimiento donde se reduce bruscamente el efecto aislante (térmico) característico del vellón (Wodzicka-Tomaszewska, citado por García Pintos y Garrido, 1987). Se provoca por lo tanto un cambio violento en el ambiente interno propio de los ovinos; aún en climas cálidos (Cancela et al., 1988).

El remanente de lana presente luego de la esquila proporciona un aislamiento sensiblemente menor, por lo cual el ovino deberá quemar energía, aumentando la producción de calor y metabolismo, de esta forma poder sobrevivir del frío (Cancela et al., 1988).

El aumento en la producción de calor puede lograrse a través de la movilización de grasas y/o aumentando el consumo. Se ha encontrado incremento en la producción de calor luego de 2 meses realizada la esquila en ovinos bajo régimen de pastoreo (Azzarini, 1983).

A 20° C la diferencia entre un animal sin esquilar y otro esquilado, el incremento en la producción de calor se situaba en un 30% más para éste último; mientras que bajo condiciones de 7.8° C la producción de calor del ovino esquilado se encontraba en torno al 100% (Blaxter et al., citados por García Pintos y Garrido, 1987). Entonces, la esquila trae aparejado una serie de cambios fisiológicos en el animal tales como: la producción de calor, espesor de la piel, frecuencia cardíaca, entre otros (Wodzicka-Tomaszewska, citado por García Pintos y Garrido, 1987).

2.3.1.4 Modificaciones de los requerimientos nutricionales y consumo voluntario

La magnitud del desequilibrio térmico provocado por la esquila, así como los mecanismos utilizados por el animal para compensarlo, se relacionan íntimamente con la temperatura ambiente, el estado nutricional y fisiológico del ovino y el tiempo transcurrido desde la esquila (García Pintos y Garrido, 1987).

Algunos trabajos señalan que no se ha encontrado aumento del consumo como respuesta a la esquila preparto (Husain et al., Revell et al., citados por Sherlock et al., 2003). Esto tal vez sea debido a la restricción en el rumen en las últimas etapas de gestación (Forbes, citado por Sherlock et al., 2003).

A través de la esquila en tiempo frío, donde el remanente de lana es mínima, el ovino se ve obligado a utilizar más energía con el objetivo de mantener su temperatura corporal y como consecuencia se registra un consumo de mayor cantidad de alimentos en comparación con aquel animal sin esquilar (Prucoli, citado por Cancela et al., 1988).

El primer mes pos esquila, con temperaturas cercanas a los 16-17° C los ovinos esquilados aumentan un 24% sus requerimientos nutricionales en comparación con los no esquilados. Sin embargo, en situaciones de 8° C y sin abrigo, sus requerimientos nutricionales pueden verse incrementados en un 77% (Coop y Drew, Elvidge y Coop, citados por Cancela et al., 1988). El aumento en los requerimientos puede ser aún mayor cuando el tiempo transcurrido desde la esquila es menor, registrándose el primer día pos esquila el doble de requerimientos nutricionales con respecto a ovejas no esquiladas (Faichney et al., citados por Cancela et al., 1988).

El calor producido por reacciones metabólicas normales y principalmente las generadas por la preñez y lactancia influyen en los requerimientos nutricionales. Esta relación provoca una fuerte interacción entre fecha de esquila y el parto, debido a que la oveja preñada al consumir más, provoca un efecto beneficioso en la producción de calor (incremento calórico) (Black y Bottomley, citados por Cancela et al., 1988).

Ovejas que paren en julio y son esquiladas en junio, el incremento nutricional es solo de un 18% por encima de la esquila de octubre; sin embargo pariciones de octubre y esquila en junio el incremento es de 61% (Black y Bottomley, citados por García Pintos y Garrido, 1987).

Por causa de los mayores requerimientos es lógico que el ovino recién esquilado incremente su consumo tanto en pastoreo como estabulado (Azzarini, 1983). El pico más alto del consumo existe al mes luego de la esquila, siendo un 40-60% superior que el de los animales no esquilados, volviendo gradualmente a valores normales (Webster y Lynch, citados por Cancela et al., 1988).

Existe una serie de coincidencias en la mayoría de los trabajos referidos a este tema, donde se cita la ocurrencia de una depresión inicial en el consumo, donde la duración y magnitud del consumo son inversamente proporcionales a la temperatura ambiente existiendo grandes variaciones entre individuos. En cuanto al hábito de pastoreo, se registra una reducción en la duración del pastoreo nocturno, y un aumento en la velocidad de pastoreo (Azzarini, 1983).

En la primera semana pos esquila no se registra aumento en el consumo, aumentando en promedio un 12% en la segunda, tercera y cuarta semana, retornando a niveles de pre esquila en la sexta semana (Weston, citado por García Pintos y Garrido, 1987). En todos los ovinos esquilados, el consumo se ve deprimido en los dos primeros días pos esquila (Donnelly et al., citados por Cancela et al., 1988).

El incremento del consumo no es un simple y directo ajuste compensatorio del frío, por lo que el estímulo del apetito no se ve reflejado instantáneamente (Webster y Lynch, citados por Cancela et al., 1988). En situaciones donde la disponibilidad o calidad del alimento es baja, el incremento en el consumo podría verse reducido (Summer et al., Blaxter et al., Wheeler et al., Slee et al., citados por García Pintos y Garrido, 1987). Animales alimentados con consumo controlado, luego de la esquila, registran una pérdida de peso en comparación a aquellos que están alimentados *ad libitum* los cuales mostraron ganancia de peso (Wodzicka-Tomaszewska, citado por García Pintos y Garrido, 1987).

El aumento en el consumo voluntario por parte de la oveja como resultado de la esquila preparto, podría aportar, además, al incremento en el peso al nacimiento de los corderos (Thompson et al., Morris, citados por González, 2002).

2.3.2 Efectos sobre la oveja gestante

La esquila preparto temprana provoca un incremento en el peso vivo y un descenso en la condición corporal de la oveja gestante desde este momento hasta el parto, de manera más marcada que en aquellas ovejas gestantes no esquiladas. Esto ocurre siempre y cuando existan condiciones positivas de la interacción entre el ambiente, nivel de alimentación y estado nutricional de los animales al momento de la esquila (Montossi et al., citados por De Barbieri et al., 2005a).

La duración de la gestación en ovejas oscila entre 142 y 154 días, variando la misma por varios factores tales como la edad de la oveja, tipo de parto, raza y subnutrición severa en la parte final de la gestación (Kelly, Davies et al., citados por García Pintos y Garrido, 1987). Ovejas bajo una severa subnutrición reducen el largo de gestación en 3 a 6 días, al pasar de un elevado nivel de alimentación a otro deficitario (Alexander, citado por Cancela et al., 1988).

Varios autores han estudiado la incidencia de la esquila preparto en el largo de la gestación como consecuencia de la relación existente entre la esquila y el aumento en el consumo voluntario del ovino. En la mayoría de los trabajos encontraron un alargue de 1 a 2 días en aquellas ovejas con esquila preparto con respecto a las esquiladas posparto, el hecho de que ocurra un alargue en la gestación contribuye a un mayor peso al nacer del cordero y aumento de la probabilidad de supervivencia (Nedkivnitne, Adalsteinsson, Prucole, Gonzalez, citados por Cancela et al., 1988).

La esquila preparto incrementa en 1.2 días el largo de gestación, lo que puede deberse a un descenso del estrés por calor que tendrían los animales esquilados con respecto a los no esquilados en los días previos al parto (De Barbieri et al., 2005).

Se puede resumir los efectos de la esquila preparto indicando que es una práctica que alarga la duración de la gestación e incrementa el consumo voluntario de alimento. Esto último se debe a que el animal consume más energía de manera de compensar el desgaste producido por la pérdida de calor a nivel de la piel. Es importante que exista buena disponibilidad de alimento para poder cubrir las necesidades nutricionales, repercutiendo en el peso al nacer del cordero (Wodzicka-Tomaszewska, citado por Cancela et al., 1988).

2.3.3 Efectos sobre el cordero

Existen diversos trabajos que demuestran que corderos nacidos de ovejas con esquila preparto son más pesados al nacer que hijos de ovejas sin esquilar, pero aún no se ha identificado el mecanismo responsable (Morris et al. 2000, Kenyon et al. 2002b, 2002c).

La esquila preparto en ovejas gestando un cordero implica incrementos en el peso al nacer, así como cambios metabólicos en la madre, afectando la evolución del peso vivo y condición corporal previo y hasta el momento del parto. Sin embargo, para ovejas gestando mellizos estas variables no se ven modificadas (De Barbieri et al., 2005a).

La esquila preparto aumenta el peso al nacer de corderos nacidos mellizos, pero no tiene efecto significativo sobre el peso al nacer tanto de corderos nacidos únicos como trillizos. A pesar de que el incremento en peso al nacer de corderos mellizos fue significativo (0.4 kg, $P < 0.05$), no se presentaron

incrementos significativos en las tasas de supervivencia hasta el destete (Kenyon et al., 2002a).

Sin embargo, existe un incremento de hasta el 3% en la tasa de supervivencia en corderos mellizos a través de un aumento del peso al nacer de los corderos (4.5 a 4.8 kg) (Morris et al., citados por Kenyon et al., 2002a). Estos mismos autores demostraron que un aumento de 0.5 kg en el peso al nacer de corderos con un promedio aproximado de 3.7 kg de peso al nacer, aumentará las tasas de supervivencia en un 4 % (77.4 a 81.5%).

Al aplicar la esquila preparto entre los días 50 y 90 de gestación, se estaría provocando un estrés dentro del período de mayor crecimiento de la placenta, generando un incremento adicional en el tamaño de la misma, y por ende del feto y posteriormente del cordero al nacer (Banchero et al., 2007b).

El tamaño de la placenta influye marcadamente en el peso al nacer de los corderos, ya que la misma gobierna la oferta de nutrientes al feto en crecimiento. El manejo y la nutrición durante la gestación puede determinar el número y tamaño de los placentomas, incidiendo en el flujo de nutrientes al feto, lo que finalmente afecta el desarrollo y peso final del cordero. El desarrollo de la placenta se inicia en el día 30 de la gestación, y crece exponencialmente hasta estabilizarse en el día 90 (Geenty, citado por De Barbieri et al., 2008).

Desde el día 90 de gestación hasta el parto el crecimiento alcanzado por la placenta se mantiene relativamente constante. El incremento en el peso de sus componentes se contrarresta con una disminución en el peso de los placentomas (Robinson, citado por González 2002). A medida que avanza la gestación el desarrollo del feto se torna más dependiente del suministro de nutrientes por parte de la placenta (Croston y Pollot, citados por González, 2002).

Para corderos únicos, en condiciones de pastoreo, se ha atribuido a la esquila preparto un aumento en el peso al nacer de 0.7 kg (Morris, citado por González, 2002). Entre las causas y mecanismos que explican este efecto podría encontrarse el estrés por frío que ejercería la mayor influencia en el crecimiento fetal (Thompson et al. 1982, Symonds et al. 1986, Dabiri et al. 1995). Esto estaría explicado por cambios metabólicos que ocurren en la hembra preñada luego de esquilada donde ocurren incrementos en la concentración de glucosa y de ácidos grasos no esterificados (AGNE) en la sangre, permitiendo aumentar el aporte de glucosa a la placenta y consecuentemente su disponibilidad al feto (Thompson et al., 1982).

La exposición crónica al frío inducida por la esquila de invierno 4 semanas antes del parto, da como resultado una mayor concentración plasmática de glucosa en las ovejas esquiladas y la producción de corderos más pesados en comparación con aquellas sin esquila (Symonds et al., 1992). Un aumento en la tasa de suministro de la madre al feto puede ser responsable del mayor peso al nacer de los corderos en animales esquilados (Stevens et al., citados por Symonds et al., 1992). Como posibles causas del aumento en el nivel de glucosa en sangre en la oveja gestante, han sido destacadas la inhibición de la secreción de insulina, y un incremento en la movilización de las reservas corporales (Symonds et al., 1986).

La esquila de ovejas preñadas durante las últimas 10 semanas de gestación resulta en un significativo aumento en el peso al nacer de los corderos. Se confirma, sin embargo, que el incremento en peso al nacer ocurre independientemente de los efectos que tenga la esquila sobre el consumo voluntario de alimento. El consumo de Energía Metabolizable en dicho experimento fue similar en ambos grupos de esquiladas y no esquiladas (Symonds et al., 1986).

Otros trabajos aseguran que la esquila preparto no provocaría un aumento significativo del consumo, o que este explicaría parcialmente el incremento en el peso al nacer. Dicho aumento estaría involucrando el largo de gestación, el nivel de proteína no degradada que llega al intestino delgado y/o el nivel de glucosa en sangre. Por lo tanto a través de la esquila preparto se podría reducir la mortalidad neonatal, sin la necesidad de disponer de alimento abundante y de buena calidad para satisfacer el mayor consumo potencial de las ovejas esquiladas (Vipond et al., Black y Chesnutt, citados por Ciccioli et al., 2005).

Sin embargo otros autores, atribuyen el mayor peso al nacer de los corderos al mayor consumo de las madres con esquila preparto (Russel et al., citados por Ciccioli et al., 2005). Por lo tanto, para ellos esta práctica solo podría implementarse en aquellos establecimientos que cuenten con cantidad y calidad de forraje que permita aprovechar la mayor capacidad de consumo (Ciccioli et al., 2005).

El mayor peso al nacer del cordero ha sido adjudicado a un aumento del flujo de nutrientes al feto. Esto se da como consecuencia de un aumento en el consumo voluntario de la madre, la movilización de las reservas corporales de la oveja, y cambios en los patrones maternos de oferta y utilización de nutrientes del útero grávido. Sin embargo, a través de trabajos realizados por el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), se puede afirmar que esto no siempre es así, en especial en corderos con pesos menores a 3.5 o

mayores a 5.5 kg. (rangos en los que se registra la mayor mortalidad neonatal de corderos para las majadas del país). Independientemente del peso al nacer se obtuvo mayor supervivencia en corderos nacidos de ovejas esquiladas (Banchero et al., 2007b).

La mayor supervivencia neonatal de los corderos puede estar afectada por otros factores. Utilizando tomografía computada se demuestra una modificación en la conformación de los corderos, siendo estos más largos y menos altos, facilitando el trabajo al parto de las ovejas (Jopson et al., citados por De Barbieri, 2008).

Junto con un aumento en el peso al nacer de los corderos se logra un incremento en el vigor de los mismos, aumentando de esta manera las expectativas de supervivencia neonatal (Morris, citado por González, 2002). Por otro lado, corderos que superan el peso medio al nacer de su raza tienden a dificultar el parto, lo que disminuye su probabilidad de supervivencia. Así mismo, corderos más livianos presentan dificultad para regular su temperatura corporal en relación a sus reservas energéticas y temperatura ambiente (Alexander, citado por González, 2002).

El vigor del cordero en las primeras horas de vida es un mecanismo que podría estar implicado en la mayor supervivencia. El incremento en el vigor permitiría que los corderos se paren y mamen más rápido, estableciendo un vínculo fuerte con sus madres. Esto último permitiría una mayor probabilidad de supervivencia de los corderos, ya que las ovejas se sienten más atraídas por aquellos corderos de mayor movilidad y que balan con más frecuencia. El vigor del cordero durante las primeras horas de vida está afectado por la nutrición recibida por las madres entre los 80 y 135 días de gestación, independientemente del peso vivo de los corderos. Ovejas con esquila preparto aumentarían el consumo, siendo más capaces de movilizar sus reservas, lo que mejoraría el vigor de los corderos (Banchero et al., 2007b).

Cuando se realiza la esquila preparto entre los 70 y 120 días de gestación, el mayor vigor de los corderos nacidos de estas ovejas no se relaciona ni al biotipo ni al peso vivo al nacimiento, tampoco al largo del parto; siendo estos factores los que normalmente se relacionan con el vigor. Se concluye por lo tanto que el cambio en el largo de gestación provocado por la esquila preparto (1.2 y 1.8 días promedio) podría explicar el incremento en el vigor del cordero. El aumento en el largo de gestación permitiría que el cordero nazca más maduro. Esquilas luego del día 114 de gestación ya no tendrían efecto en el largo de gestación. De esto se desprende que exista otro mecanismo implicado en el efecto de la esquila preparto. Está la posibilidad de que el estrés de la esquila produzca cambios a nivel hormonal o de metabolitos,

y se han encontrado incrementos en los niveles de glucosa en la oveja en los últimos tres meses de gestación, como consecuencia de la esquila preparto. Esto provocaría en los corderos un mayor nivel de glucosa al parto, y por ende un comportamiento más energético (Banchero et al., 2007b).

El estrés por frío materno, inducido por la esquila de invierno de ovejas preñadas de mellizos, 8 semanas antes del parto, resulta en cambios en el ambiente metabólico materno que mejoran el peso al nacer y la tasa de crecimiento de los corderos (Symonds, Bryant y Lomax, citados por Symonds et al., 1992). A su vez el estrés materno por frío durante la preñez tardía estimula la capacidad in vivo de termogénesis sin escalofrío en los corderos recién nacidos (Stott y Slee, citados por Symonds et al., 1992).

Para producir el calor necesario para prevenir la hipotermia en un ambiente frío, los corderos recién nacidos se basan en el tejido adiposo marrón mediante la termogénesis sin escalofrío (Alexander y Williams, 1968)

El tejido adiposo marrón (BAT) es el único capaz de generar calor metabólico debido a la presencia de una proteína desacoplante mitocondrial, la termogenina, que desempeña un papel importante en las respuestas termorreguladoras de los mamíferos a un ambiente frío (Canon y Nedergaard, citados por Symonds et al., 1992). La capacidad para producir calor por termogénesis sin escalofrío disminuye rápidamente durante las primeras semanas después del nacimiento a medida que el BAT es reemplazado por tejido adiposo blanco (Thompson y Jenkinson, citados por Symonds et al., 1992).

En el feto ovino el BAT se encuentra principalmente en la región perirrenal y crece rápidamente en relación al peso corporal entre los 70-120 días de gestación. Después de esta etapa sólo crece una pequeña cantidad de tejido adiposo en comparación con el total del crecimiento fetal, y en caso de desnutrición materna puede darse una disminución (Alexander, citado por Symonds et al., 1992).

Cuando el tejido adiposo perirrenal se muestreó dentro de las 2 horas de nacido se encontró que corderos nacidos de ovejas esquiladas poseían 21% más de tejido adiposo perirrenal. Durante el primer mes de vida el peso del tejido adiposo perirrenal se redujo un 37% en corderos nacidos de ovejas no esquiladas, pero aumentó en un 12% en los nacidos de ovejas esquiladas como resultado del mayor contenido de lípidos del tejido. La actividad termogénica total del BAT, medida dentro de las 2 horas de nacimiento, se incrementó en un 40% para corderos de ovejas esquiladas (Symonds et al., 1992).

La exposición de la oveja gestante a un ambiente frío resulta en señales maternas al feto que causan en el cordero a punto de nacer ciertas ventajas de supervivencia. Estas incluyen un aumento en el peso al nacer del cordero, un aumento de la actividad termogénica del BAT, un aumento de la respuesta termogénica sin escalofrío a las bajas temperaturas y una disminución en la movilización del glucógeno durante la exposición al frío. A pesar de que estas respuestas al frío parecen desaparecer en gran parte los primeros días de vida, es evidente que las influencias maternas en el feto pueden afectar el desarrollo neonatal ya que los efectos en la temperatura del colon y deposición de grasa en el tejido adiposo perineal, se observaron aún varias semanas después del nacimiento (Symonds et al., 1992).

2.3.4 Hormonas afectadas

Las hormonas se pueden clasificar según su estructura química en polipeptídicas, esteroides y compuestos derivados de aminoácidos y ácidos grasos. Una segunda división consiste en agrupar las hormonas según la acción primaria que producen. En primer lugar se encuentran aquellas hormonas que actúan sobre la maquinaria genética de las células diana (esteroides y hormonas tiroideas), tienen la capacidad de atravesar la membrana celular fácilmente (liposolubles), reaccionan con receptores internos y tienen un efecto lento y duradero. El segundo grupo se trata de hormonas que no pueden atravesar la membrana celular por su pequeña liposolubilidad (hidrosolubles), por lo que interaccionan con proteínas receptoras de membrana (hormonas peptídicas y catecolaminas); incian reacciones en cascada que producen la respuesta celular a la hormona (García Sacristán et al., 1995).

2.3.4.1 Hormonas tiroideas

La triyodotironina (T3) y la tiroxina (T4), son hormonas metabólicas producidas en la glándula tiroides. En animales homeotermos, estas aumentan la producción de energía y el consumo de oxígeno en la mayoría de los tejidos (García Sacristán et al., 1995). Se clasifican como derivados de aminoácidos pero poseen comportamiento liposoluble.

2.3.4.2 Insulina

La insulina es una hormona peptídica, anabólica, que incrementa la oferta intracelular de sustratos para el almacenamiento de energía, activando sistemas de transporte, intensificando la absorción de glucosa, aminoácidos y ácidos grasos. Su síntesis y secreción se produce en el páncreas. La cantidad de insulina secretada depende de la cantidad de glucosa en la sangre. En rumiantes también depende del propionato y butirato en sangre. Para ovinos, la secreción de insulina es de alrededor de 0.7 mg/kg de peso vivo/hora (García Sacristán et al., 1995).

2.3.4.3 Cortisol

Es una hormona esteroide, producida en la zona fasciculata de la corteza de la glándula adrenal. Al ser lipofílica, atraviesa fácilmente la membrana, no existiendo reservas de hormona almacenada. Así como todas las hormonas esteroideas, tiene como precursor el colesterol. Interviene en el metabolismo de la mayoría de las células del organismo, y regulan procesos de adaptación a ambientes cambiantes en los animales. Asegura el aporte de glucosa al Sistema Nervioso Central, aún a costa del catabolismo; estimula la degradación de proteínas, la movilización de grasa y la gluconeogénesis (García Sacristán et al., 1995).

2.3.5 Respuestas metabólicas y hormonales en ovejas y corderos

Para poder aportar energía, amino ácidos esenciales y minerales al feto durante la gestación, la oveja debe elevar su consumo, movilizar sus reservas corporales, mejorar la eficiencia digestiva y utilización de los nutrientes por sus tejidos. Esto lo hace a través de un aumento de las hormonas esteroideas (como cortisol), del crecimiento y placentarias (Gibbons, 1996).

Hacia el final de la gestación ocurren modificaciones metabólicas, donde se incrementa el tránsito digestivo, absorción de ácidos grasos totales, nitrógeno no amoniacal en el intestino y en el agua fecal. A su vez se registra un descenso en el contenido líquido del retículo rumen, digestión de materia orgánica y concentración de ácidos grasos volátiles, amoníaco, sodio y potasio. Como se reduce la digestibilidad de los nutrientes, también decrece la energía

nutricional absorbida aumentando el aporte de proteínas al intestino delgado (Faichney y Write, citados por Gibbons, 1996).

El incremento en la ingesta y aumento en la glucogénesis a partir del propionato se da como forma de cubrir las necesidades energéticas (Wilson et al., 1983). Existe la posibilidad de un aumento en la actividad metabólica en los ciclos de Cori y de la alanina como respuesta a al alto requerimiento de glucosa. El crecimiento fetal determina la elevada demanda energética, incrementando la necesidad de piruvato y lactato como principales fuentes de energía (Oddy et al., Burd et al., citados por Gibbons, 1996).

El ovino posee una gran capacidad para enfrentar el incremento de la demanda fetal a través de un aumento en su metabolismo reflejado en el ascenso de la tasa de producción de glucosa (TPG) a niveles superiores al 50% (ovejas gestando mellizos a finales de la preñez). Éste incremento lo lleva a cabo a partir de glicerol y aminoácidos no esenciales. La posibilidad de cubrir los requerimientos fetales a través de la dieta y reservas corporales, depende en gran medida del incremento en la TPG, siendo un factor determinante del peso vivo al nacimiento (Wilson et al., 1983). Entre el día 94 y 125 de gestación se puede registrar un descenso de los valores de insulina y se duplican los aportes de glucosa (Gibbons, 1996).

El mayor peso vivo al nacimiento que se registra en corderos hijos de ovejas con esquila pre parto, se debe a la mayor concentración de nutrientes presentes en el torrente sanguíneo. Este incremento será aprovechado para aumentar el ritmo de crecimiento por parte del feto (Wodziecka et al., Webster et al., citados por Gibbons, 1996).

Cuando las ovejas están expuestas a una temperatura ambiente fría, aumentan las concentraciones de glucosa, ácidos grasos no esterificados (Halliday et al., citados por Thompson et al., 1982) y glicerol (Aulie et al., citados por Thompson et al., 1982) en su sangre. Parte, o todo el aumento de la glucosa se debe a un aumento de su salida desde el hígado hacia la circulación (Thompson et al., citados por Thompson et al., 1982) y los ácidos grasos no esterificados y glicerol son probablemente movilizados a partir de tejido adiposo. En el animal gestante, algunos de estos sustratos movilizados pueden atravesar la placenta y estar disponibles para el feto. Parte de la glucosa circulante adicional puede atravesar la placenta, el suministro de glucosa hacia el feto aumenta y se estimula la secreción de insulina del feto. La partición de nutrientes entre la madre y el feto por lo tanto puede cambiar a favor del feto (Thompson et al., 1982).

La utilización de glucosa por los tejidos útero-placentarios y fetales puede representar al menos el 35% de la producción de glucosa materna durante las últimas semanas de gestación en el ganado ovino (Hay et al., citados por Symonds et al., 1986).

El aumento de la concentración de glucosa plasmática como resultado de la exposición al frío puede deberse a un aumento de la producción hepática de glucosa (Thompson et al., citados por Symonds et al., 1986) posiblemente como resultado de elevadas concentraciones de cortisol plasmático (Bassett y Alexander, citados por Symonds et al., 1986). La alta concentración de los corticosteroides en el plasma materno no produce una alta concentración en el plasma fetal, y se ha mostrado que existe sólo una pequeña transferencia de cortisol materno hacia el feto (Dixon et al., citados por Thompson et al., 1982).

La glucosa juega un papel central en el metabolismo energético, la misma puede ser transferida desde la madre al feto muy fácilmente, por lo tanto el mayor crecimiento fetal podría ser explicado por la glucosa. Sin embargo, en otros estudios, las concentraciones plasmáticas de glucosa no fueron diferentes entre ovejas esquiladas y no esquiladas. Por lo tanto, el incremento del peso al nacer como respuesta de la esquila preparto no necesariamente dependería del aumento de las concentraciones de glucosa (Sherlock et al., 2003).

El estrés por frío inducido por la esquila también puede inhibir la secreción de insulina que resulta en un aumento de las concentraciones plasmáticas de glucosa (Symonds et al., 1986), estimula las concentraciones de glucosa en sangre tanto materna como fetal y provoca un aumento en la concentración de insulina en plasma fetal (Thompson et al., 1982). Estas observaciones llevaron a la hipótesis de que la esquila incrementa el flujo de glucosa al feto resultando en una tasa de crecimiento fetal mayor, quizás debido al aumento de las concentraciones de insulina fetal (Symonds et al., 1986).

Sin embargo, estos resultados deben ser interpretados con cautela debido a que otros autores (Weekes et al., citados por Symonds et al., 1986) han demostrado que ovejas no preñadas expuestas al frío presentan una mayor capacidad de respuesta a la insulina a pesar de la disminución de la tasa de secreción.

La concentración de glucosa en plasma en el día 127 de gestación mostró que los niveles promedio maternos fueron mayores en el grupo de animales esquilados durante todo el día a pesar de un supuesto requerimiento mayor de glucosa debido a un feto más pesado. Esto sugiere que las ovejas

esquiladas están mejor adaptadas para satisfacer los crecientes requerimientos de glucosa en la gestación tardía (Symonds et al., 1986).

Ovejas gestando mellizos, esquiladas 4 semanas antes del parto, muestran concentraciones plasmáticas de glucosa 17% mayores, mientras que los niveles de β -Hidroxibutirato (BOHB) parecen ser la mitad de los registrados en aquellas sin esquilar a pesar de no haber diferencia en las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados (AGNE) o lactato entre esquiladas y no esquiladas (Symonds et al., 1992)

El aporte nutricional hacia el feto se efectúa mediante la regulación placentaria. El lactógeno placentario (hormona hiperglucemiante y lipolítica), ayuda a regular el crecimiento del feto y metabolismo nutricional entre madre y feto (Thordarson et al., citados por Gibbons, 1996).

Existen bajos aportes proteicos al feto por parte de la madre, ésta situación se ve acentuada cuando la misma se encuentra en situación de bajos niveles energéticos (Sykes y Field, citados por Gibbons, 1996). No está bien definido cuales son los nutrientes específicos que limitan el crecimiento fetal, sin embargo la hipoglucemia por subnutrición retrasa el crecimiento fetal por causa de la disminución del aporte de glucosa maternal al feto. Esta situación lleva a que se produzca gluconeogénesis fetal, lo que puede duplicar el catabolismo de aminoácidos fetales, con el objetivo de mantener niveles glucémicos del feto (Simmons, citado por Gibbons, 1996).

La subnutrición tiene un efecto más acentuado en el peso vivo de la oveja en comparación al peso del feto, lo que demuestra la capacidad del ovino gestante en mantener los aportes nutricionales al feto a expensas de sus reservas corporales (Robinson, citado por Gibbons, 1996). Sin embargo frente a una subnutrición el aporte sanguíneo al útero se reduce aproximadamente entre un 25 a 30% (Bell et al., citados por Gibbons, 1996) lo que afectaría el suministro de glucosa y acetato, componentes fundamentales para formar las reservas de la grasa parda (BAT) del cordero (Gibbons, 1996).

Como respuesta al frío se registra un aumento en la concentración de glucosa plasmática, siendo ésta el combustible central del metabolismo energético. Al irse consumiendo las reservas de glucosa, el animal responde movilizando las reservas grasas con el fin de satisfacer las necesidades energéticas. La ocurrencia de movilización de grasa puede observarse a través de indicadores, que aumentan sus concentraciones plasmáticas, tales como AGNE y BOHB (Thompson et al., citados por Sherlock et al., 2003).

La movilización de las reservas grasas depende de cuánto tejido adiposo tenga la oveja y de la diferencia entre consumo y demanda de nutrientes, en especial de energía. La formación de cuerpos cetónicos se realizan en el hígado a partir de ácidos grasos libres, siendo la oveja muy susceptible a cetosis en el final de la gestación. El bajo aporte de glucosa provocado por una subnutrición, genera que la oveja movilice ácidos grasos libres que disminuyen el apetito y potencian la cetosis (Faulkner, citado por Gibbons, 1996).

La práctica de la esquila de invierno de ovejas preñadas 8 semanas antes del parto resulta en un aumento crónico de las necesidades de energía de todo el cuerpo, que son cubiertas por la oxidación de los depósitos de grasa corporales (Symonds et al., 1986). Sin embargo, el aumento de las necesidades de nutrientes para apoyar el rápido ritmo de crecimiento fetal en las últimas 2 semanas de gestación puede causar un desequilibrio metabólico, lo que resulta en la toxemia de preñez, hipoglucemia e hipercetonemia (Lindsay y Pethick, citados por Symonds et al., 1989).

Debido a la alta demanda de glucosa del feto y la unidad placenta-útero (Oddy et al., citados por Symonds et al., 1989), sería poca la glucosa disponible para la re-esterificación de AGNE en el tejido adiposo. Por tanto, es más probable que se produzca la degradación incompleta de los triglicéridos del tejido adiposo en la oveja a final de la preñez, la cual se encuentra movilizando importantes cantidades de depósitos de grasa corporal. Esto representa un mecanismo bioquímico por el cual los rumiantes en balance energético negativo pueden maximizar su tasa lipolítica cuando el requerimiento de glucosa con fines homeorréticos, como el desarrollo fetal o producción de leche, es máxima. Por lo tanto, su disponibilidad para re-esterificación de triglicéridos es mínima. La movilización de depósitos de grasa es mayor en las ovejas gestantes esquiladas alimentadas que, como resultado de las adaptaciones endócrinas y metabólicas a la exposición al frío crónica, presenta tasas más altas de movilización y oxidación de los AGNE en comparación con las ovejas no esquiladas, sin ningún tipo de diferencia en la concentración plasmática de AGNE (Symonds et al., 1989).

Se sugiere que en la oveja esquilada se producen adaptaciones metabólicas a largo plazo a la exposición al frío que mejoran la capacidad de la oveja para utilizar la grasa corporal como fuente de energía y mantienen el suministro de glucosa para el feto (Symonds et al., citados por Symonds et al., 1989). Este último efecto puede ser causado por la tasa significativamente más alta de entrada de glucosa de todo el cuerpo, registrada en los animales esquilados en comparación con los controles sin esquilar (Symonds et al., citados por Symonds et al., 1989). Estos estudios han indicado que a pesar de

un mayor gasto de energía al final de la gestación, la oveja esquilada puede adaptarse mejor a utilizar los AGNE como fuente de energía y permanecer normoglucémicos sin mostrar niveles elevados en plasma de AGNE y de cuerpos cetónicos. Esto está en contraste con el efecto en ovejas hambrientas no esquiladas durante 3-4 días, cuando la mayor entrada y la tasa de oxidación de AGNE están directamente relacionadas a un aumento en la concentración plasmática de AGNE (Pethick et al., citados por Symonds et al., 1989).

Además, para estos mismos autores los animales esquilados presentaron mayores concentraciones de gases en sangre, lo que confirma que se estaban realizando adaptaciones metabólicas a largo plazo a la exposición continua al frío (Symonds et al., citados por Symonds et al., 1989). Esto se asocia con un aumento del 58% en la contribución de AGNE a la producción total de calor.

La entrada total de AGNE y su tasa de oxidación fueron significativamente mayores en los animales esquilados, aunque no hubo diferencias en los niveles circulantes de AGNE entre los dos grupos de ovejas (Symonds et al., 1989). Esto confirma la propuesta de que la relación normal entre la concentración plasmática y la tasa de renovación de AGNE se ve alterada después de la exposición a un ambiente frío durante un período prolongado de tiempo (Graham y Phillips, citados por Symonds et al., 1989).

La concentración plasmática de AGNE no se ve aumentada en ovejas preñadas esquiladas en invierno, ya que la mayor tasa lipolítica se asocia con un aumento significativo en la tasa de AGNE para la oxidación (Symonds et al., 1989). Tampoco se observaron efectos de la esquila en la media de las concentraciones plasmáticas de BOHB, hormona del crecimiento (GH) y cortisol (Symonds et al., 1986). Sin embargo, se ha informado que ovejas esquiladas elevan las concentraciones plasmáticas de AGNE en comparación con aquellas sin esquilar (Elvidge y Coop, citados por Sherlock et al., 2003).

Los efectos de la esquila preparto sobre metabolitos tales como AGNE o BOHB no se prolongan hasta final de gestación. No se presentan diferencias significativas entre ovejas esquiladas y sin esquilar, mostrando ambos tratamientos elevadas concentraciones de AGNE y de BOHB al final de la preñez; lo que indica que se encuentran en déficit energético (Sherlock et al., 2003).

El nivel de nutrición del ovino es lo que determina su concentración de BOHB: un valor de nutrición normal (0.71 mmol/L), subnutrición moderada (1.1 mmol/L) y severa (1.6 mmol/L) (Russell et al., citados por Gibbons, 1996).

Los niveles de BOHB en sangre determinan el balance entre la movilización de grasa y la capacidad de utilizar los cuerpos cetónicos producidos. Por lo tanto, es un buen estimador que indica si la oveja cubre sus requerimientos nutricionales durante períodos de alta demanda energética. La concentración plasmática de BOHB, al final de la gestación en ovejas, se relaciona positivamente con el peso vivo al nacimiento ($r=0.63$; $p<0.001$) (Foot et al., citados por Gibbons, 1996).

Un índice sensible a los distintos grados moderados de subnutrición (inicio y mitad de gestación) sería la concentración de AGNE. Esta representaría el equilibrio entre lipólisis y lipogénesis, y su determinación es menos útil en subnutriciones prolongadas y severas (Russell, Stern, citados por Gibbons, 1996). Existe una correlación negativa entre concentración de AGNE y consumo de alimentos durante la preñez. Por lo tanto, alta concentración de AGNE indica lipólisis, y esta sería consecuencia de un déficit energético del consumo (Russell y Doney, citados por Gibbons, 1996).

La concentración de cuerpos cetónicos (BOHB y aceto acetato) frente a una subnutrición moderada se incrementan relativamente poco, siendo más sensibles frente a condiciones de subnutrición severa (final de gestación, principio de lactancia). La misma es más sensible en niveles donde la concentración de AGNE es menos útil. A diferencia de los AGNE los cuerpos cetónicos se ven menos afectados por cambios hormonales siendo un índice más efectivo del estado nutricional (Gibbons, 1996).

Niveles sanguíneos de insulina y AGNE están negativamente correlacionados ($r=-0.81$) variando según el estado de engrasamiento de la oveja (Basset et al., citados por Gibbons, 1996). Existe baja relación entre concentración de AGNE y peso al nacimiento ($r=0.43$) (Stern, citado por Gibbons, 1996). En ovejas con esquila preparto existe una mayor tasa de lipólisis y oxidación de AGNE (Symonds et al., 1989). Además pierden más grasa corporal y paren corderos más pesados que aquellas sin esquilar (Jopson et al., citados por Sherlock, 2003).

Ovejas esquiladas a los 70 días de gestación, presentan elevadas concentraciones de AGNE al día 81, volviendo a niveles similares a las no esquiladas al día 91 (Sherlock et al., 2003). Esto lleva a pensar, que las ovejas esquiladas movilizaron grasa durante un período de 20 días, desde la esquila al día 91 de la preñez. Dicho período coincide con el de mayor crecimiento de la placenta (Ehrhardt y Bell, citados por Sherlock et al., 2003), siendo el tamaño de la misma proporcional al peso al nacer de los corderos (Dingwall et al., citados por Sherlock et al., 2003), por lo tanto un incremento de nutrientes

disponibles podría explicar el aumento de peso al nacer de los corderos nacidos de ovejas con esquila preparto (Sherlock et al., 2003).

La transferencia de los AGNE de la oveja a su feto es pequeña (James et al., Elphick et al., citados por Thompson et al., 1982) y la exposición al frío materna no tiene efecto sobre la concentración de estos metabolitos en el plasma fetal. La exposición al frío tampoco afectó a la concentración de glicerol en el plasma fetal, aunque cantidades mensurables de glicerol cruzan la placenta (James et al., citados por Thompson et al., 1982).

Tanto el cortisol como las hormonas tiroideas se caracterizan por elevar la descomposición de grasa, provocando un aumento en las concentraciones de AGNE. Sin embargo, existen trabajos que muestran que no hubo diferencia entre las concentraciones de cortisol en plasma pos-esquila, lo que implicaría que el cortisol no es el responsable del aumento de AGNE. Las muestras de sangre fueron extraídas luego de los 11 días pos esquila, pudiendo haber estado afuera de la ventana crítica (Sherlock et al., 2003).

La esquila provoca un aumento en las concentraciones de cortisol. Este incremento de cortisol podría provocar un aumento tanto en la concentración de glucosa en sangre así como en la tasa de lipólisis del tejido adiposo (Pierzchala et al., citados por Sherlock et al., 2003). El metabolismo de carbohidratos y lípidos podría verse afectado por el aumento de consumo de oxígeno de los tejidos provocados por el incremento de las hormonas tiroideas (Greco y Stabenfeldt, citados por Sherlock et al., 2003).

La esquila preparto provoca una respuesta alta y prolongada en los niveles de triyodotironina (T3) y tiroxina (T4) en comparación con otras hormonas y metabolitos (Sherlock et al., 2003). Un aumento en la concentración circulante de las hormonas tiroideas maternas cambiarían la disponibilidad de nutrientes y de esta manera afectaría el crecimiento del feto (Fisher et al., citados por Sherlock et al., 2003).

Un aumento en la secreción de las hormonas tiroideas podría ser un posible mecanismo endócrino responsable de la adaptación al frío, ya que se han encontrado elevados niveles de hormonas tiroideas circulantes durante la exposición al frío de ovejas que no están gestando (Westra y Christopherson, citados por Symonds et al., 1986).

En ovejas esquiladas vacías, se encontró un aumento en las concentraciones de T4 dependiendo del nivel de enfriamiento. Las hormonas tiroideas provocan un aumento en el consumo de oxígeno por parte de los tejidos, aumentando la producción de calor. Por lo tanto, el aumento en los

niveles de T3 y T4 en ovejas preñadas y con esquila preparto, puede deberse a una respuesta a la exposición al frío (Pierzchala et al., citados por Sherlock et al., 2003).

Luego de la esquila preparto en un período de 20 días, tanto en ovejas gestando únicos como mellizos, se encontró elevadas concentraciones de triyodotironina materna (T3) y posteriormente encontraron un aumento de peso al nacer en los únicos (Morris et al., 2000). Se reportó concentraciones de T3 y T4 materna más alta en aquellas ovejas con esquila pre parto; sin embargo no se registró alteración en los pesos al nacer de los corderos (Symonds et al., 1989).

El aumento en la concentración de las hormonas tiroideas maternas registrado luego de la esquila preparto sería posiblemente el mecanismo responsable de los mayores pesos de los corderos al nacer. Éste aumento en la concentración de las hormonas tiroideas, provocaría un aumento en la movilización de grasa con subsecuente incremento en la concentración de AGNE en el suministro de sangre materna mejorando la nutrición de la placenta, y por ende el peso del cordero al nacimiento (Sherlock et al., 2003). Mayores concentraciones plasmáticas de T3 y T4, estarían involucradas en el incremento de la oxidación de AGNE y la lipólisis (Symonds et al., 1989).

Al no existir una clara relación entre los altos niveles de T3 y T4 materna y el aumento del peso al nacer de los corderos, se sugiere que existirían otros factores involucrados para que se genere una respuesta en el peso al nacer (Sherlock et al., 2003).

La esquila aumentó el peso al nacer de los corderos mellizos en más de 350 g sin tener ningún efecto sobre el peso al nacer de los únicos. El mayor peso al nacer de los mellizos nacidos de ovejas esquiladas se asoció con una disminución de la concentración en el plasma materno de IGF-I desde el día 108 al día 136 de gestación. Estos resultados sugieren que la diferencia en el peso nacer entre los corderos mellizos de ovejas esquiladas y no esquiladas se vio mediada por una disminución las concentraciones en plasma de IGF-I de la madre al final de la preñez. Se produjo por lo tanto una relación inversa entre el nivel de IGF-I y el peso al nacer del cordero (Jenkinson et al., 2009).

Ésta relación ha sido observada y se sugiere que la misma puede reflejar un aumento en la expresión del receptor de IGF-I (Revell et al., citados por Jenkinson et al., 2009). El receptor de IGF-I se regula, en parte, por las hormonas tiroideas (Jenkinson et al., 2009), que, en ovejas esquiladas a mediados de la preñez, muestran un periodo de elevación durante varias semanas (Morris et al., 2000). Sin embargo, en condiciones en que la esquila

preparto tiende a aumentar el peso al nacer de corderos mellizos, la elevación de las hormonas tiroideas maternas no ha tenido efecto ni a corto ni a largo plazo (Kenyon et al., 2005).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN

El experimento se realizó en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto (EEFAS); Latitud: 31° 23' S; Longitud: 57° 57' W; durante el período comprendido entre el 25 de junio de 2010 y el 12 de agosto 2010. La misma se ubica sobre la ruta 31, Km 21, Sur del departamento de Salto, Uruguay; y comprende una superficie total de 1019 ha, con un promedio de Índice Coneat de 92.

3.2 ANIMALES

Se utilizaron 14 ovejas de la raza Merino Australiano de 2 a 6 años (4 dientes a boca llena) seleccionadas de la majada del la EEFAS. Las ovejas fueron inseminadas artificialmente (IA) el día 25 de marzo de 2010. La inseminación artificial se realizó vía cervical con semen puro (50 µL/oveja), proveniente de tres carneros de la misma raza. A esta fecha la condición corporal promedio de las ovejas fue de 2.64 ± 0.23 .

Se realizó un primer diagnóstico de gestación mediante ecografía transrectal el día 34 post-inseminación (28 de abril 2010). De las ovejas preñadas de la IA se seleccionaron 14 ovejas que gestaban un único embrión. Posteriormente se realizó una ecografía transabdominal el día 76 post-inseminación (9 de junio 2010) para confirmar la retención de la preñez.

Al inicio del experimento (25 junio) se registró una condición corporal (CC) promedio de 2.68 ± 0.18 según la escala de Jefferies (1961). El peso vivo (PV) promedio fue de 38.8 ± 5.9 kg (se registró el día 26 de junio debido a la ocurrencia de precipitaciones el día anterior).

3.3 ALIMENTACIÓN

Las ovejas se encontraban en condiciones de pastoreo sobre campo natural en una superficie de 1.6 ha. La disponibilidad de forraje fue de 1676 kg MS/ha, con un 45% MS, estimada a través del método doble muestreo. En

cuanto a la calidad de la pastura, se determinó una relación verde/seco de 0.7, representando 1173 kg de material muerto por hectárea, lo que indica una mala calidad. Además fueron suministrados en el potrero fardos de pradera *ad libitum* a partir de la última semana de junio a la totalidad de las ovejas, así como dos bloques nutricionales preparto Deambrosi (Figura 3). Se dispuso de agua sin restricción.



Figura 3: Lugar de pastoreo y suministro de fardos y bloques nutricionales para las ovejas.

3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas durante el período 25 junio – 12 agosto 2010 fueron registradas en la estación meteorológica de la EEFAS (Anexo 1). Se relevó la misma información para el promedio histórico (1961-1990) para el período junio-agosto, tomada de la Estación Meteorológica de Salto (Dirección Nacional de Meteorología), obteniéndose una temperatura promedio de 12.3° C.

Las precipitaciones acumuladas para el promedio histórico (1961-1990) para el mismo período fueron de 74.7 mm; la velocidad del viento horizontal promedio fue de 3.43 m/s; y la Humedad Relativa 77.3%.

Para el cálculo del Chill Index se utilizaron registros horarios de temperatura del aire (T), velocidad del viento (v) y precipitación (R) de una estación meteorológica automática (Watchdog Model 900ET, Spectrum Technologies Inc., Plainfield, IL) ubicada en el Parque Agrometeorológico de la EEFAS; para el período 25 junio – 12 agosto 2010. Se realizó a través de la fórmula $C = (11.7 + 3.1 v^{0.5})(40 - T) + 481 + R$ (Donnelly, 1984).

Dicho índice indica las pérdidas de calor por unidad de superficie del animal (expresadas en KJ/m²). Al integrar tres factores del ambiente sería más preciso para el análisis de los efectos de las condiciones ambientales sobre la respuesta animal.

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los animales fueron asignados a dos tratamientos (n=7, cada uno) bloqueando por edad, peso vivo y condición corporal, con la finalidad de distribuir los mismos en ambos tratamientos. Ambos grupos se mantuvieron siempre en un mismo lote bajo las mismas condiciones de alimentación, alojamiento y manejo.

Los tratamientos consistieron en esquila y no esquila. La esquila fue realizada con peine bajo, el día 95 de preñez (28 junio 2010), tomándose éste como día 0 del experimento (D0) (Figura 4).



Figura 4: Esquila.

Se dispuso de un período de adaptación en el que se comenzó a medir las variables analizadas. El mismo abarcó los tres días previos a la esquila desde el 25 junio hasta el 27 junio 2010 (D-3 a D-1).

Para tomar las muestras la majada fue trasladada diariamente hacia el lugar de trabajo, donde se las mantenía encerradas en un corral bajo techo (galpón de ovinos) durante aproximadamente 1 hora y media (hora de encierro: 7:30) en ausencia de factores estresantes. Los muestreos de sangre se realizaban entre las 9:00 y 10.00.

Las muestras de sangre (10 mL) fueron extraídas diariamente (D-3 a D15) a través de punción de vena yugular (Figura 5). Luego del día 15 se tomaron 3 muestras más con un intervalo de 10 días hasta el día 140 de la preñez. Inmediatamente luego de la extracción se midió el nivel de glucosa a través de un glucómetro (Contour TS, Bayer). Posteriormente fueron colocadas en tubos de ensayo con heparina identificados con el número de la caravana de la oveja correspondiente. El período utilizado para esta tarea comprendía una hora (9:00 a 10:00 am). Al finalizar éste, las muestras fueron centrifugadas durante 10 minutos a 4000 rpm. Se extrajo 3 mL de plasma que fueron ubicados en tubos Eppendorf previamente identificados con el número de caravana, número muestra por oveja, por duplicado. Dichas muestras de plasma se almacenaron a -20° C hasta el momento de su análisis.



Figura 5: Extracción de sangre por punción de vena yugular.

La temperatura rectal (TR) de las ovejas fue registrada inmediatamente después de la obtención de cada muestra de sangre, mediante la inserción de un termómetro digital en el recto durante aproximadamente 1 minuto hasta llegar a una lectura constante (Figura 6).



Figura 6: Registro de la Temperatura Rectal.

El peso vivo (PV) se relevó luego de finalizada la extracción de sangre de todas las ovejas. Se utilizó una balanza electrónica para bovinos (Tru Test) con una precisión de 0.5 kg. Los días de lluvia (D0 y D45) no se registró PV debido a que el vellón retiene mucha agua, falseando el PV.

La condición corporal (CC) se determinó antes de ser pesadas las ovejas, cada tres días (D-3, D0, D3, D6, D9, D12, D15) y luego cada 10 días (D25, D35 y D45) utilizando la escala de Jefferies (1961) a cargo de un mismo operario. Se realizó mediante palpación de apófisis espinosas y lumbares, detectando mediante presión la cobertura de las mismas (músculo y grasa). La determinación de la CC al momento de la inseminación fue llevada a cabo por otro operario.

Una vez finalizado el relevamiento de datos la majada fue nuevamente trasladada al lugar de pastoreo. La figura 7 muestra un esquema del diseño experimental.

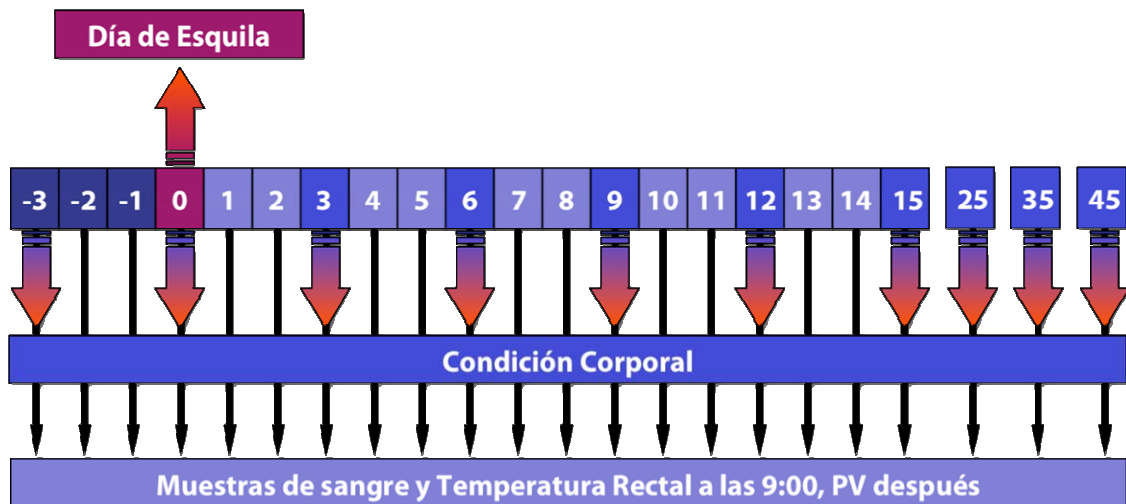


Figura 7: Representación esquemática del diseño experimental. El 0 corresponde al día de la esquila.

3.6 VARIABLES ANALIZADAS

Las variables analizadas en sangre fueron: Glucosa, Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE), β -hidroxibutirato (BOHB), Insulina, Triyodotironina (T3) y Tiroxina (T4).

Las concentraciones de BOHB y AGNE se determinaron utilizando kits comerciales Randox (Randox Laboratories Ltd, Ardmore, UK) y Wako (Wako Chemicals, Richmond, VA, USA), respectivamente en un autoanalizador Vitalab Spectra 2 en el DILAVE (Dirección de Laboratorios Veterinarios). Los coeficientes de variación intraensayo e interensayo para el control para AGNE fueron 4.57 y 3.94%, respectivamente, y los para BOHB fueron 2.02 y 3.45%, respectivamente.

Las hormonas (Insulina, T3 y T4) se determinaron en el Laboratorio de Técnicas Nucleares, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay. Las concentraciones de insulina se determinaron usando un ensayo inmunoradiométrico de un kit comercial (DIASource Immuno Assays S.A, Nivelles, Belgica). El límite analítico del ensayo fue 2.21 $\mu\text{UI/mL}$. Las muestras se analizaron en dos ensayos y el coeficiente de variación intraensayo para el control 1 (24.16 $\mu\text{UI/mL}$) y el control 2 (64.35 $\mu\text{UI/mL}$) fueron 6.38 % y 6.73 %, respectivamente. Los coeficientes de variación interensayo para los mismos controles fueron 10.57% 6.07%, respectivamente.

Los niveles hormonales de T3 y T4 fueron determinados a través del método de Radioinmunoanálisis (RIA) (Coat-A-Count kit radioinmunoensayo, Siemens, Los Angeles, CA, USA) (Figura 8). Las muestras, tanto de T3 como de T4, fueron procesadas en dos ensayos de RIA. Para la hormona T3 el coeficiente de variación intraensayo para el control bajo (0.40 nmol/mL) fue de 3.59%, y para el control alto (3.02 nmol/mL) 4.33%. Los coeficientes de variación interensayo fueron de 4.38% y 5.14% para los controles bajo y alto, respectivamente. El límite analítico del ensayo de T3 fue 0.268 nmol/L. En cuanto a la hormona T4, el coeficiente de variación intraensayo para el control medio (17.8 nmol/mL) fue de 14.28%, y para el control alto (192.1 nmol/mL) 5.37%. Los coeficientes de variación interensayo fueron de 11.99% y 5.25% para los controles medio y alto respectivamente. El límite analítico del ensayo de T4 fue 3.27 nmol/L.



Figura 8: Determinación de niveles hormonales de T3 y T4 a través de la técnica de Radioinmunoanálisis. Laboratorio de Técnicas Nucleares, Facultad de Veterinaria.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico SAS (del SAS Institute, versión 2006) para realizar el análisis de varianza de medidas repetidas de los datos de las siguientes variables: Peso Vivo, Condición Corporal, Temperatura Rectal, Glucosa, Ácidos Grasos No Esterificados, β -Hidroxibutirato, Triyodotironina, Tiroxina, e Insulina. Se utilizó el procedimiento MIXED, junto con el test de Tukey-Kramer.

Los efectos fijos estudiados fueron: tratamiento (con esquila y sin esquila), el efecto tiempo (días a partir del comienzo del experimento), y su interacción (día*tratamiento). El efecto del tiempo fue considerado como el factor de medidas repetidas y el animal fue el error experimental. Los resultados son reportados como medias estimadas con el error estándar de la media (EEM). Se utilizó un $P < 0.05$ para determinar significancia, y un $P < 0.1$ para tendencia.

4 RESULTADOS

4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Se registraron las condiciones climáticas para el período 25 junio – 12 agosto 2010 en la estación meteorológica de la EEFAS (Cuadro 2) (Anexo 1). Se registró la presencia de heladas agrometeorológicas, temperaturas mínimas menores o iguales a 0° C medida a una altura de 0.05 m, UDELAR (URUGUAY). FA (2007); los días 0, 1, 15-19, 22, 24-26, 28, 29, 36-38, 42 y 43.

Cuadro 2. Condiciones climáticas promedio para el período 25 junio – 12 agosto 2010 registradas en la estación meteorológica de la EEFAS.

Temperatura (° C)	
Media	10.1
Mínima	4.8
Máxima	16
RR (mm)	1.9
HR (%)	77.8
Vel viento (Km/h)	13.3

RR (mm): Precipitación acumulada

HR (%): Humedad relativa

Vel viento (Km/h): Velocidad del viento

Se calculó el Chill Index para el período, resultando en un valor promedio de 1028 KJ/m². En la figura 9 se representan los valores diarios de

Temperatura del aire (° C) media, máxima y mínima, y de Chill Index (KJ/m²),

para el período experimental.

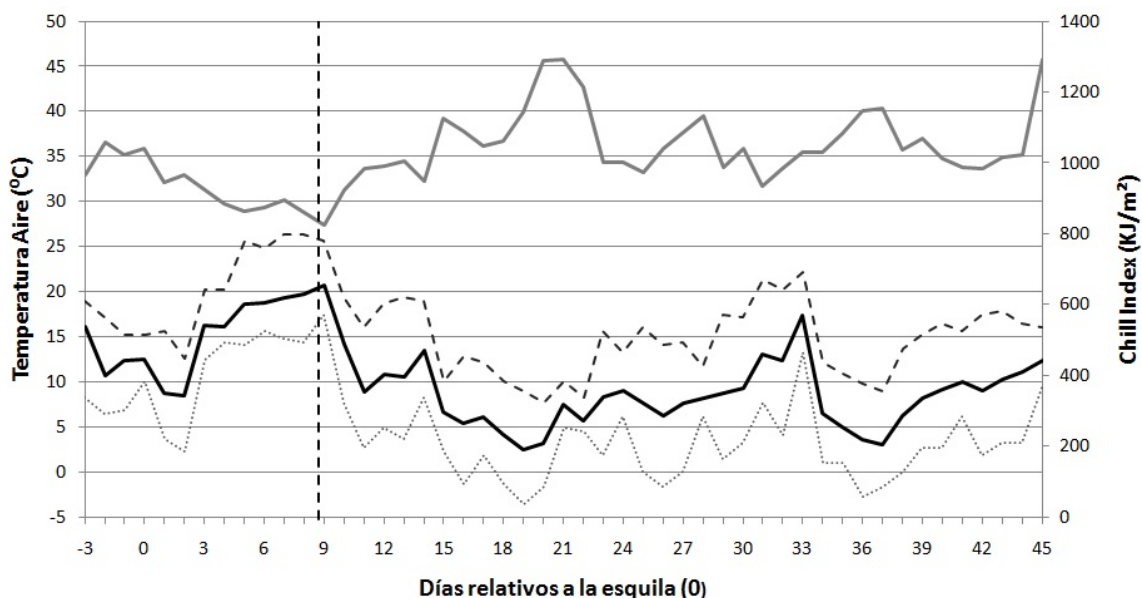


Figura 9: Temperatura del aire ($^{\circ}$ C) media (—), máxima (— · —) y mínima (.....), y Chill Index (KJ/m^2) (—) para el período experimental (D-3 a D45). Línea vertical: inflexión Chill Index (— —).

A partir del día 9 se registró un descenso en la Temperatura del aire ($^{\circ}$ C) que se continuó hasta el día 19. Esto fue acompañado por un aumento del Chill Index (KJ/m^2), lo que muestra la relación existente entre estos parámetros. Cabe destacar que no siempre sucede lo mismo, ya que el Chill Index considera otros dos factores: velocidad del viento y precipitaciones. Los valores más altos del índice se registraron los días 20, 21 y 45.

De manera de estudiar los efectos de las condiciones climáticas sobre la respuesta de las variables analizadas en los animales, se utilizó como

principal indicador este índice. Se incorporaron estos valores para el estudio del estrés térmico provocado en las ovejas por la esquila preparto.

4.2 TEMPERATURA RECTAL (TR)

Tanto el efecto tratamiento como el efecto día y su interacción fueron estadísticamente significativos ($P < 0.0001$). La TR fue igual para los dos grupos hasta el día 0, y después de la esquila se mantuvo diferente hasta el final del experimento (Figura 10).

La media general para el período experimental para las ovejas esquiladas fue de $38.3 \pm 0.07^{\circ}\text{C}$, y de $39.0 \pm 0.07^{\circ}\text{C}$ para las no esquiladas.

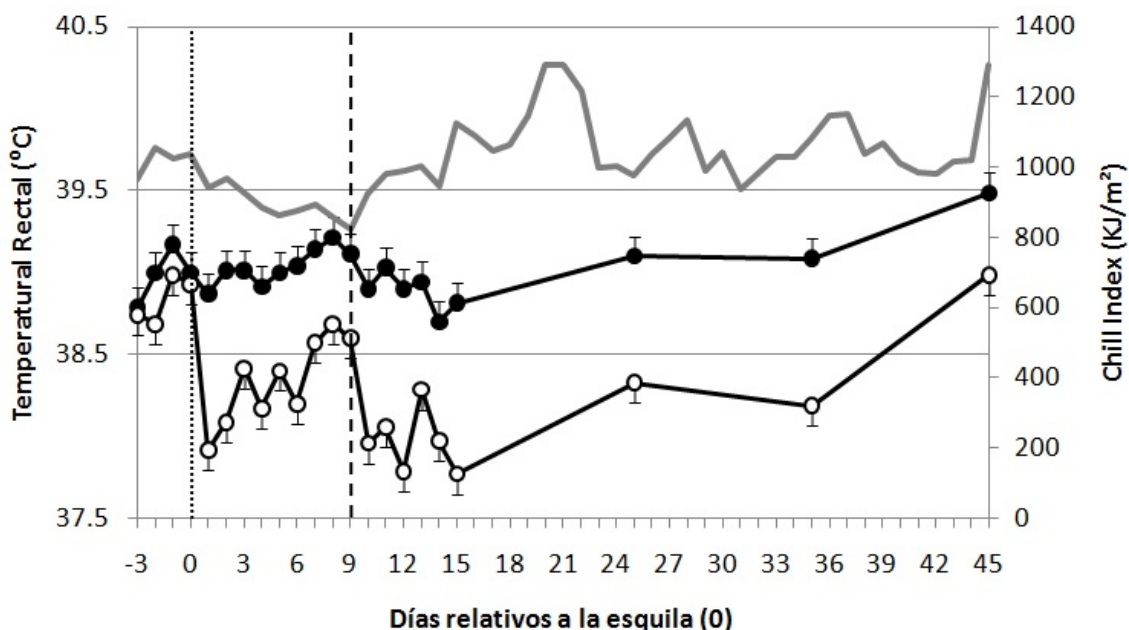


Figura 10: Temperatura Rectal (media $\pm$ EEM, $^{\circ}\text{C}$) de ovejas esquiladas (○) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m^2) (—) para el período experimental (D-3 a D45). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (— —). Nota: Eje “y” comienza en 37.5°C .

Se observa que a partir del día 0 (esquila) comienzan a diferenciarse las TR entre los tratamientos. Las ovejas esquiladas muestran un descenso más marcado en su TR, manteniendo la diferencia durante todo el período.

4.3 PESO VIVO (PV)

El efecto día fue estadísticamente significativo ($P < 0.0001$), y la interacción tratamiento*día, así como el efecto tratamiento no tuvieron significancia. No se dieron diferencias significativas ni tendencias entre esquiladas y sin esquilar durante todo el período experimental. Los valores de PV del tratamiento de esquiladas fueron corregidos por su peso de vellón (a partir del día 1). Es decir, a cada oveja esquilada se le sumó al PV su correspondiente peso de vellón (Figura 11).

Para PV, la media general correspondiente al período experimental para las ovejas esquiladas fue de 39.1 ± 2.16 kg, y de 39.0 ± 2.16 kg para las no esquiladas.

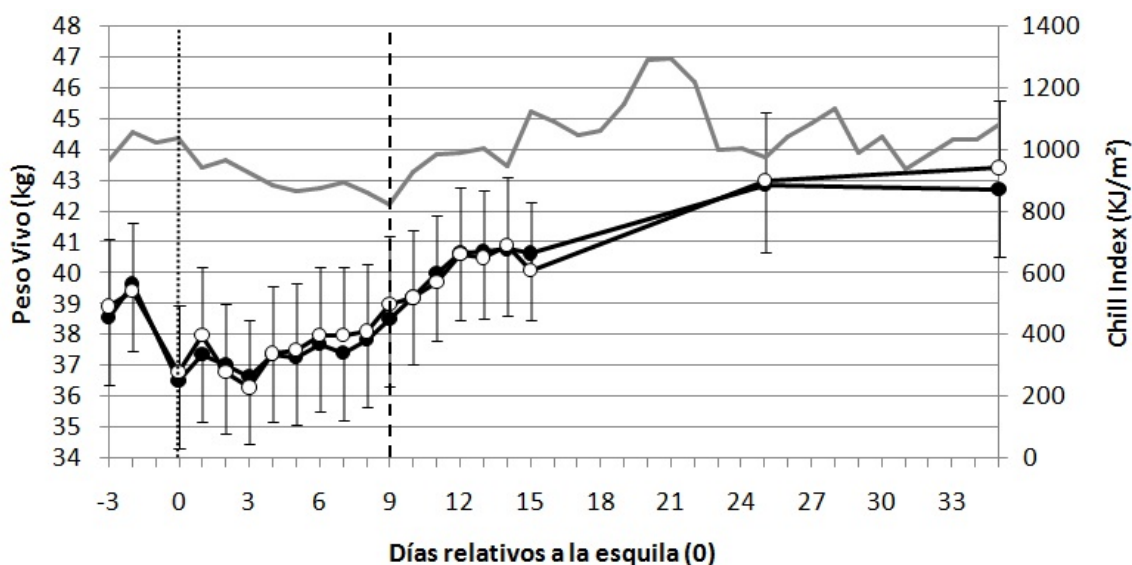


Figura 11: Peso Vivo (media $\pm$ EEM, kg) de ovejas esquiladas (○) (corregidos por peso de vellón) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período 25 experimental (D-3 a D45). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (—). Nota: Eje “y” comienza en 34 kg.

4.4 CONDICIÓN CORPORAL (CC)

El efecto tratamiento fue estadísticamente significativo, al igual que el efecto día y la interacción ($P < 0.0001$). La CC entre tratamientos fue diferente desde el día 3 hasta el día 35 (Figura 12).

La media general para el período experimental fue de 2.46 ± 0.052 para las ovejas esquiladas, y de 2.76 ± 0.052 para las no esquiladas.

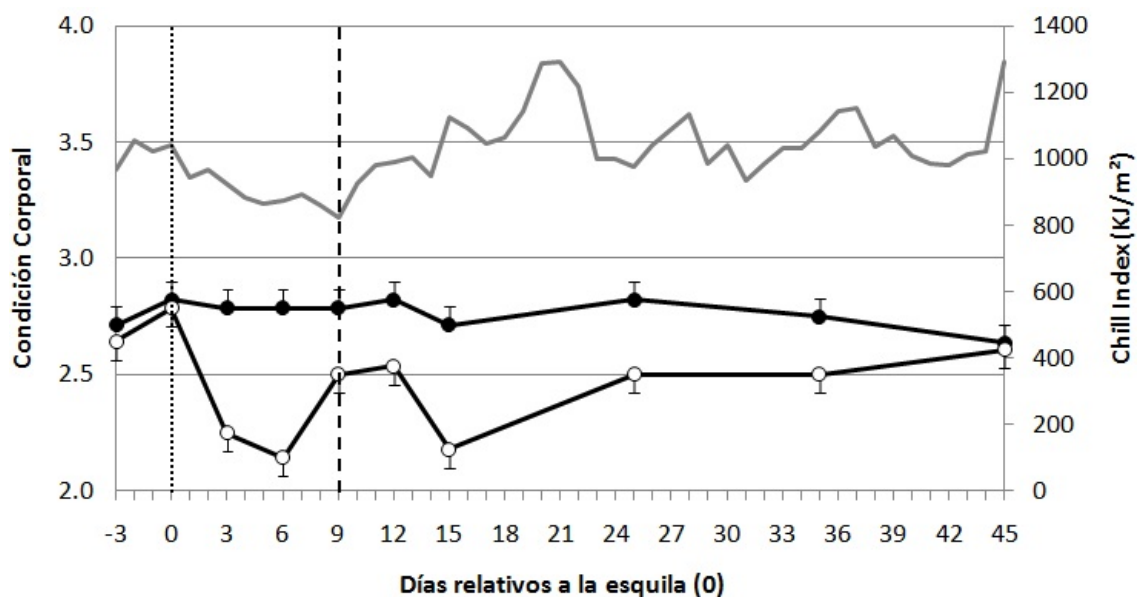


Figura 12: Condición Corporal (media $\pm$ EEM) de ovejas esquiladas ($\circ$) y sin esquila ($\bullet$) y Chill Index (KJ/m^2) (—) para el período experimental (D-3 a D45). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (— —). Nota: Eje “y” comienza en 2.0.

4.5 METABOLITOS

4.5.1 Glucosa

Para el nivel de glucosa, el efecto día fue significativo ($P < 0,0001$), así como su interacción con el tratamiento ($P < 0.05$); el efecto tratamiento presentó tendencia ($P < 0.1$). Las diferencias estadísticamente significativas para el nivel de glucosa se dieron únicamente en el día 1. Existió tendencia los días 2, 10, 15 y 25 (Figura 13).

Para las ovejas esquiladas la media general para el período experimental fue de 37.2 ± 1.2 mg/dL, mientras que para las ovejas sin esquilar fue de 34.1 ± 1.2 mg/dL.

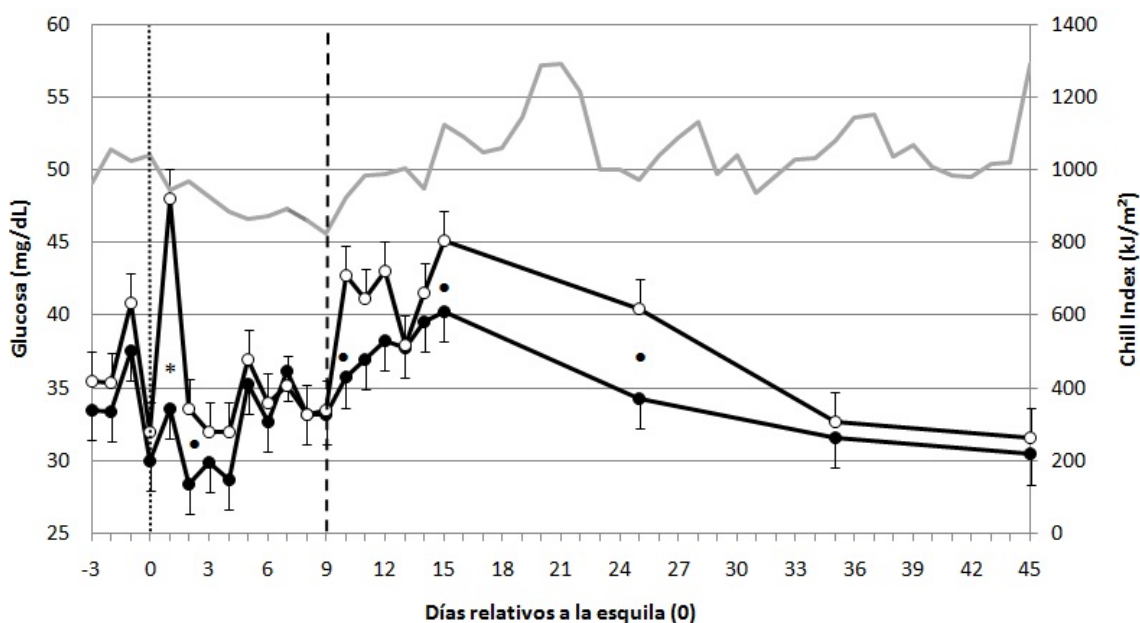


Figura 13: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Glucosa (mg/dL) de ovejas esquiladas ($\circ$) y sin esquilar ($\bullet$) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (* $P < 0.05$) ($\bullet P < 0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (— · —). Nota: Eje “y” comienza en 25 mg/dL.

4.5.2 Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE)

Para el nivel de AGNE, fueron significativos los efectos tratamiento y tratamiento*día ($P<0,05$), al igual que el efecto día ($P<0.0001$). Las diferencias fueron estadísticamente significativas desde el día -2 al 0, y en el día 45. Existió tendencia los días 25 y 35 (Figura 14).

Para el período experimental las medias generales fueron de 0.39 ± 0.036 y de 0.49 ± 0.036 mmol/L, para las ovejas esquiladas y sin esquilar respectivamente.

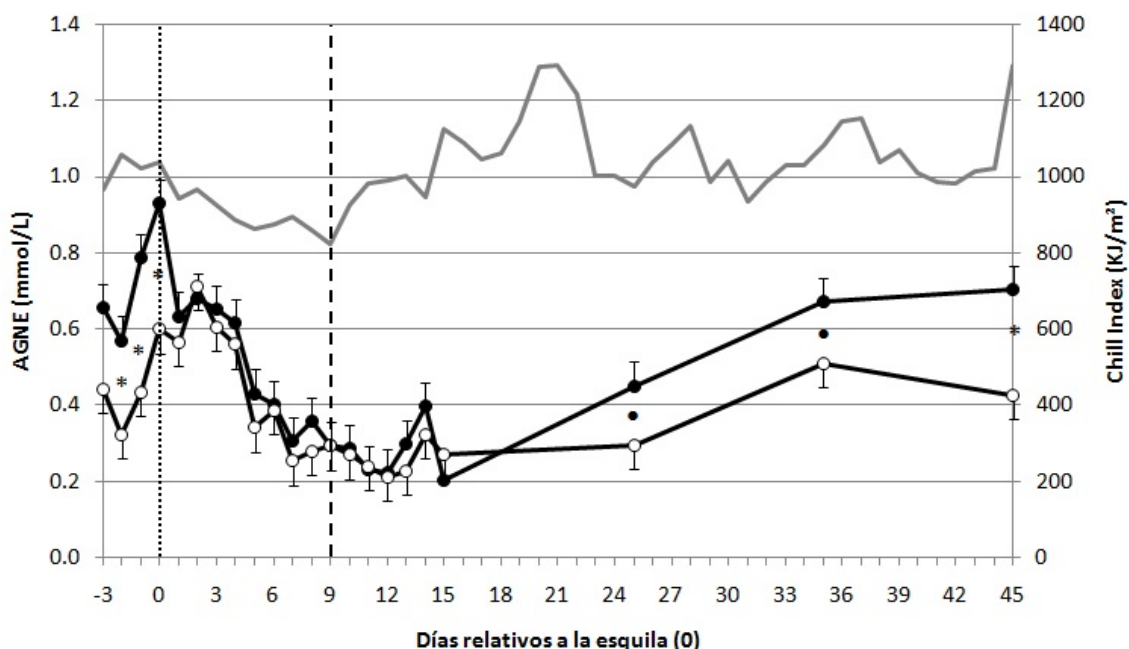


Figura 14: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE) (mmol/L) de ovejas esquiladas (○) y sin esquila (●) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (* $P<0.05$) (● $P<0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (— —).

4.5.3 β -Hidroxibutirato (BOHB)

En cuanto a los niveles de β -Hidroxibutirato, fueron significativos los efectos día y tratamiento ($P < 0.0001$ y $P < 0.05$ respectivamente), pero no su interacción. Las diferencias estadísticamente significativas se dan en torno a la esquila, los días -1, 0 y 1. A partir del día 9 hasta el día 12 se observa tendencia (Figura 15).

Las medias generales para el período experimental fueron, para las ovejas esquiladas de 0.19 ± 0.029 mmol/L, y para las sin esquilar de 0.29 ± 0.029 mmol/L.

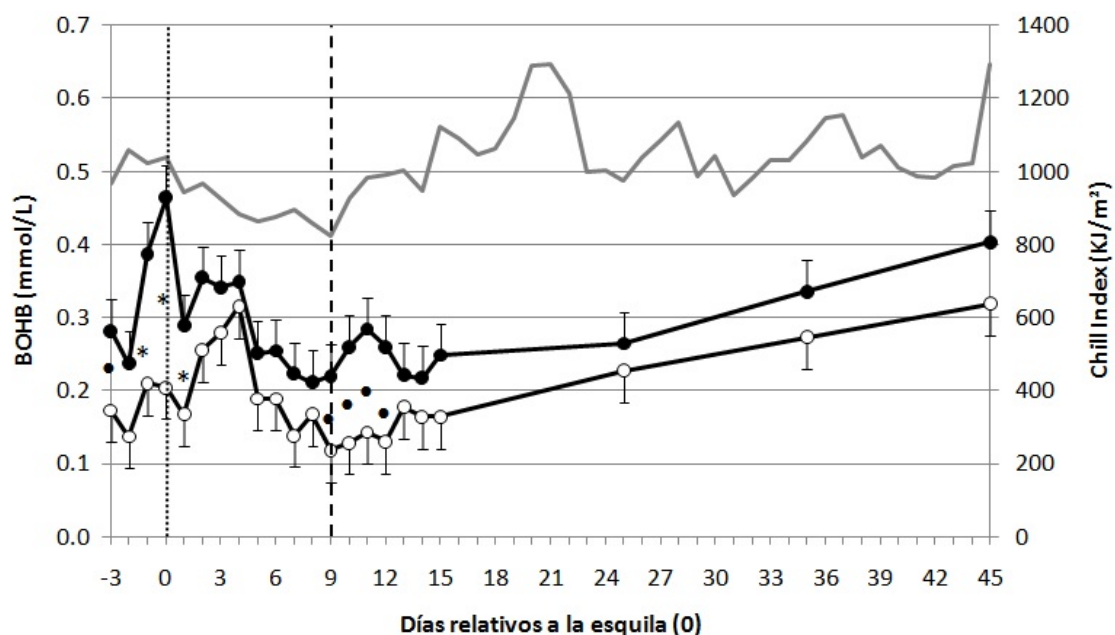


Figura 15: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de β -Hidroxibutirato (mmol/L) de ovejas esquiladas (○) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (* $P < 0.05$) (● $P < 0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (—).

4.6 HORMONAS

4.6.1 Insulina

La Insulina mostró significancia únicamente para el efecto día ($P < 0.0001$). Las diferencias estadísticamente significativas se dieron los días -2, 5 y 7. El día 25 tendió a ser diferente (Figura 16).

Para Insulina, las medias generales durante el período experimental para esquiladas y sin esquilar fueron de 14.2 ± 1.3 y 16.4 ± 1.3 $\mu\text{UI/mL}$ respectivamente.

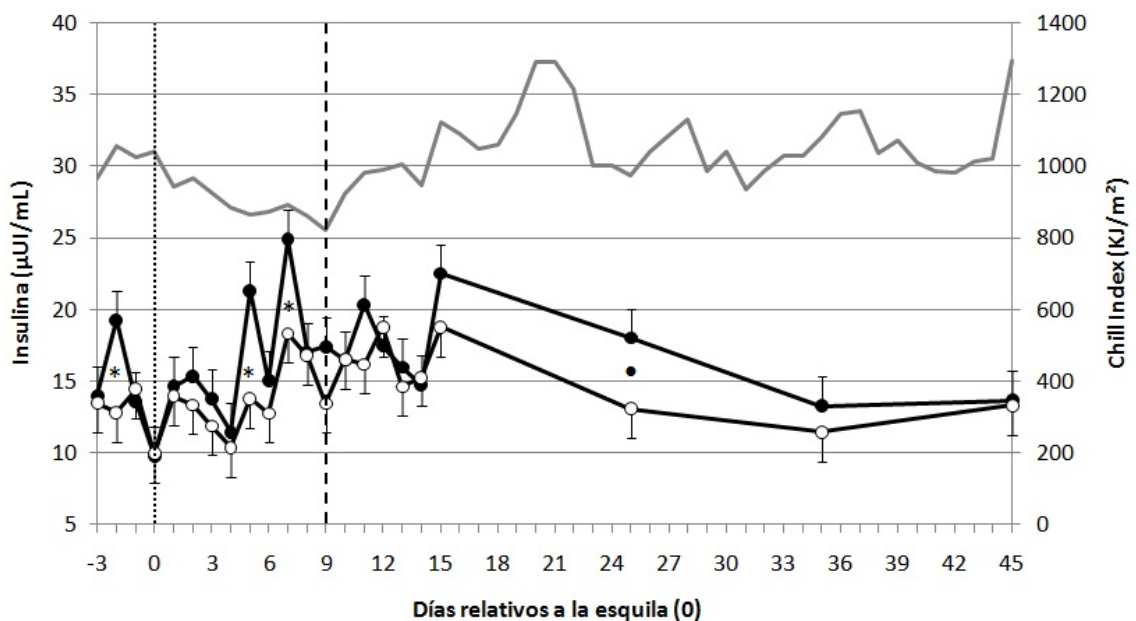


Figura 16: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Insulina ($\mu\text{UI/mL}$) de ovejas esquiladas (○) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m^2) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (* $P < 0.05$) (● $P < 0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (—). Nota: Eje “y” comienza en 5 $\mu\text{UI/mL}$.

4.6.2 Triyodotironina (T3)

Para T3, tanto el efecto día como el efecto tratamiento*día resultaron significativos ($P < 0.0001$ y $P < 0.05$ respectivamente). No existieron diferencias significativas para tratamiento para ésta hormona durante todo el experimento (Figura 17).

Las medias generales fueron de 1.07 ± 0.059 nmol/mL para el caso de esquiladas y de 1.1 ± 0.059 nmol/mL para las ovejas sin esquilar, para el período experimental.

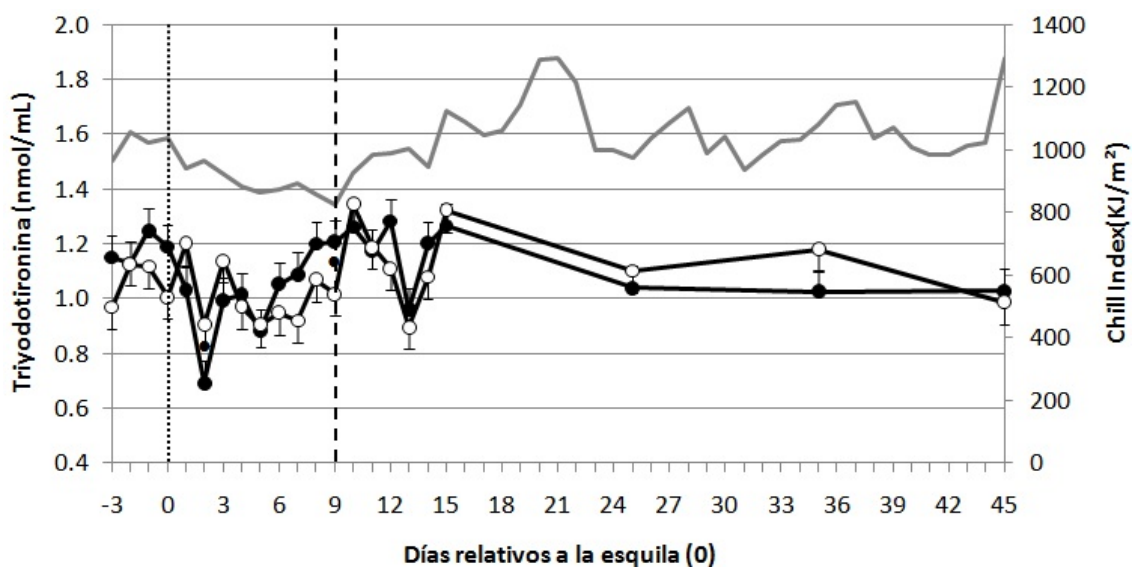


Figura 17: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Triyodotironina (T3) (nmol/mL) de ovejas esquiladas (○) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (● $P < 0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (—). Nota: Eje “y” comienza en 0.4 nmol/mL.

4.6.3 Tiroxina (T4)

Con respecto a la hormona T4 se observa que fueron significativos los efectos día ($P < 0.0001$) y tratamiento*día ($P < 0.05$) (Figura 18).

Los valores de las medias generales para el período experimental fueron de 52.5 ± 6.01 y 47.3 ± 6.5 nmol/mL, para las ovejas esquiladas y sin esquilar respectivamente.

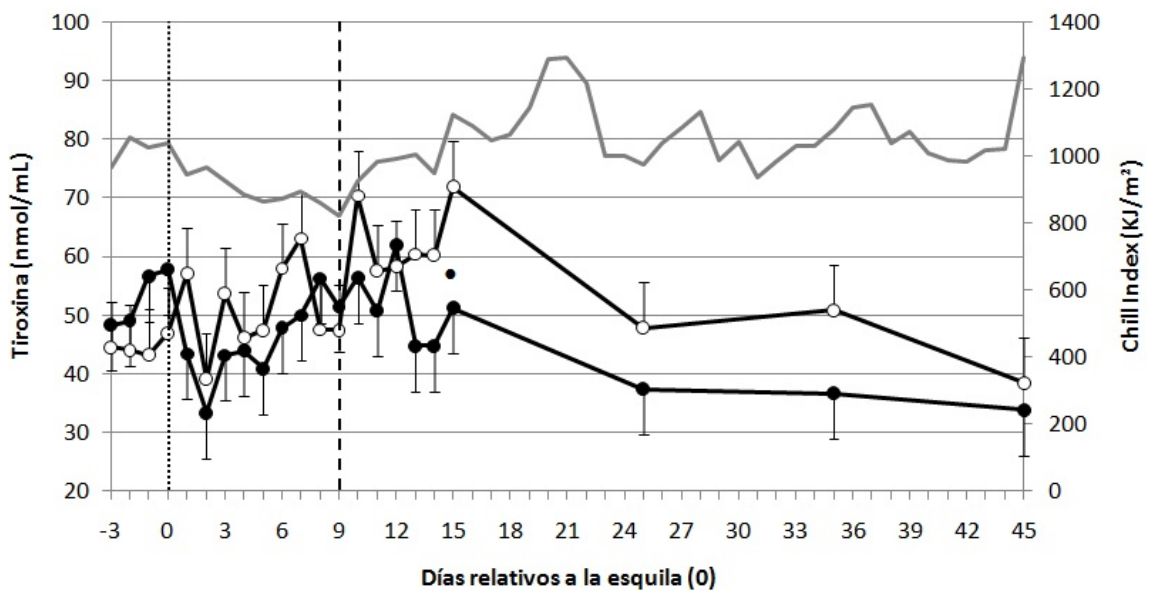


Figura 18: Concentraciones (medias $\pm$ EEM) de Tiroxina (T4) (nmol/mL) de ovejas esquiladas (○) y sin esquilar (●) y Chill Index (KJ/m²) (—) para el período experimental (D-3 a D45) (● $P < 0.1$). Líneas verticales: Esquila (.....), Inflexión Chill Index (— —). Nota: Eje “y” comienza en 20 nmol/mL.

5 DISCUSIÓN

La esquila preparto provocó un efecto inmediato en la Temperatura Rectal (TR), disminuyendo la misma y manteniéndose diferente entre tratamientos durante todo el período experimental.

La media general para el tratamiento sin esquilar se encontró dentro del rango de TR de la especie (38.5-39.8° C) (García Sacristán et al., 1995), la misma fue de 39.0° C. Para el grupo de esquiladas, sin embargo, su media general fue de 38.3° C, valor que se encuentra por debajo del límite inferior del rango. Durante todo el período la TR del tratamiento sin esquilar se mantuvo dentro del rango, mientras que la TR de las ovejas esquiladas presentó valores por debajo del límite inferior siempre, a excepción de tres días, en los que fueron levemente superiores a dicho límite. Estos días se corresponden con las mayores temperaturas del aire promedio registradas y un descenso en el Chill Index. A partir del día 45 los animales esquilados presentaron TR dentro del rango normal para la especie, siendo la misma menos afectada por las condiciones ambientales.

Las TR del grupo de esquiladas presentan una mayor variación frente a un mismo cambio en las condiciones ambientales que aquellas no esquiladas. En el período comprendido entre los días 0 y 9 se da un descenso en el Chill Index, lo que se corresponde con un aumento en la TR de ambos tratamientos (de día 1 a 9). A partir del día 9 el Chill Index aumenta, provocando la disminución en la TR de ambos grupos de ovejas. Esta variación más pronunciada en la TR de las ovejas esquiladas indica que las condiciones ambientales tuvieron mayor efecto sobre las mismas. Lo anterior puede ser explicado por un aumento en la Temperatura Crítica Inferior (TCI) de dicho grupo, al retirar el vellón, coincidiendo con lo reportado por Armstrong et al. (1959), donde la TCI se modifica de 0° C a 24 y 38° C al pasar de vellón completo a 1 mm de espesor de lana, para animales con alto y bajo nivel alimenticio, respectivamente.

El descenso en TR debido a la esquila registrado el día 1, podría ser explicado además por la presencia de helada (días 0 y 1), ya que ocurre un pequeño descenso en la TR del grupo de no esquiladas. El día 15 se da nuevamente la ocurrencia de helada, afectando al grupo de esquiladas.

Hacia el final del experimento el efecto esquila podría estar disminuyendo, dado el crecimiento de la lana. Para ambos tratamientos aumenta la TR, la diferencia entre ellos es cada vez menor, pero nunca deja de

ser significativa. Este incremento en ambos tratamientos podría ser explicado por el aumento en la TR que se manifiesta en las hembras durante las últimas semanas de gestación (García Sacristán et al., 1995).

En cuanto al Peso Vivo (PV), no hubo diferencias entre los tratamientos, dándose una evolución similar durante todo el período. A medida que avanza la edad gestacional el PV aumenta. Con estos resultados se puede concluir que la esquila no tuvo efecto sobre el PV de los animales. Como respuesta a la esquila preparto temprana debería verse un incremento en PV (Montossi et al., citados por De Barbieri et al., 2005a). La esquila preparto en ovejas gestando un cordero provoca cambios metabólicos afectando la evolución del PV y Condición Corporal (CC) previo y hasta el momento del parto (De Barbieri et al., 2005a).

Previo a la esquila se registró un marcado descenso en el PV de ambos tratamientos, lo que podría estar explicado parcialmente por el encierro de los animales el día -1 por la mañana hasta el momento de la esquila, debido a la ocurrencia de precipitaciones.

A partir de la esquila la CC diferencia entre tratamientos, y continúa diferente hasta el día 35 del experimento, mostrándose los valores del grupo de esquiladas siempre por debajo de las no esquiladas. Se debe tener en cuenta que la CC es una medida subjetiva, y la quita de la lana puede alterar los resultados. Se ha demostrado que la esquila preparto provoca una disminución en la CC de las ovejas desde ese momento hasta el parto (Montossi et al., citados por De Barbieri et al., 2005a).

A pesar de observarse una disminución en la CC (no alcanza a ser de un punto) del tratamiento de esquiladas, diferenciándose con las no esquiladas, tal diferencia no se refleja en la evolución del PV entre tratamientos. Sin embargo otros trabajos reportan que la CC aumentó en los 15 días post esquila, aunque este efecto no fue inmediato; y fue además acompañado por un aumento en PV (Van Lier et al., 2008). De acuerdo a los resultados reportados por Van Lier et al. (2008), se esperaba una mejora sustancial en el PV y CC de las ovejas esquiladas, efecto que no fue observado en el presente estudio.

La CC óptima durante el último tercio de gestación se sitúa entre 2.5 y 3.25¹. Las ovejas sin esquila se encontraron por encima del límite inferior durante todo el experimento, a diferencia de las esquiladas, las cuales, a partir de la esquila, estuvieron siempre por debajo o cercanas a éste.

¹ Fernández Abella, D. 2009. Com. personal.

Según la escala de Jefferies (1961), y observando las medias generales del experimento para ambos tratamientos, las ovejas esquiladas siempre estuvieron más cercanas a la condición corporal 2, la cual indica subnutrición y baja producción.

La esquila no provocó un efecto en las concentraciones en plasma de glucosa en comparación con el tratamiento sin esquila. Estos resultados coinciden con estudios realizados por Sherlock et al. (2003), en los que las concentraciones plasmáticas de glucosa no fueron diferentes entre ovejas esquiladas y no esquiladas. A pesar de esto, varios trabajos reportan un estímulo en las concentraciones de dicho metabolito en el plasma materno como respuesta al estrés por frío provocado por la esquila (Thompson et al. 1982, Symonds et al. 1986, Symonds et al. 1992, Banchero et al. 2007b).

A pesar de que las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre tratamientos, los niveles de glucosa para las ovejas esquiladas siempre se mantuvieron por encima de las sin esquila. Los niveles registrados a lo largo de todo el experimento se encontraron dentro del rango de concentraciones normales para ovejas (30-50 mg/dL) (García Sacristán et al., 1995).

Se observó diferencia significativa entre tratamientos únicamente el día posterior a la esquila, dándose un pronunciado incremento en el grupo de esquiladas. Esto puede ser explicado por el estrés provocado por el evento esquila, lo que podría inducir un incremento en los niveles de cortisol plasmático. Esta hormona regula los procesos de adaptación a ambientes cambiantes en los animales, y el efecto neto de su actividad produce hiperglucemia por liberación de glucosa hepática. La esquila provoca un aumento en las concentraciones de cortisol; el cual podría provocar un aumento en la concentración de glucosa en sangre (Pierzchala et al., citados por Sherlock et al., 2003). La esquila induce una respuesta inmediata de cortisol de corta duración (Van Lier et al., 2008). El mismo efecto se pudo haber dado el día previo a la esquila, debido al encierro de los animales.

A partir del día 9, los cambios en las concentraciones de glucosa de los dos tratamientos estarían posiblemente respondiendo a variaciones en las condiciones climáticas. Como consecuencia de un aumento en el Chill Index se podría estar generando el ascenso en los niveles de glucosa de todas las ovejas. Cuando las ovejas están expuestas a una temperatura ambiente fría, aumentan las concentraciones de glucosa (Halliday et al., citados por Thompson et al., 1982).

No se pudo observar un efecto de la esquila en las concentraciones de AGNE de los tratamientos ya que las diferencias significativas se dan los días

previos a la misma. Podría darse una correspondencia con el ambiente entre los días 0 y 9, donde la disminución del Chill Index es acompañada por una disminución en los niveles de AGNE para ambos grupos. Los niveles normales de AGNE en sangre varían entre 0.35 y 0.38 mmol/L para ovejas expuestas a temperaturas normales (15° C), y presentan valores entre 0.51 y 0.69 mmol/L cuando son esquiladas y expuestas al frío ($-1 \pm 1^\circ \text{C}$) (Thompson et al., 1982). Los resultados obtenidos en el presente estudio no coinciden con los rangos mencionados, ya que los niveles medios de AGNE para el tratamiento de esquiladas se asemejan más a los valores adjudicados en condiciones normales, y las no esquiladas se acercan más a los niveles en condiciones de frío.

La exposición al frío aumenta las concentraciones de AGNE en el plasma materno, y dicho incremento es cada vez mayor a medida que aumenta el tiempo de exposición al ambiente frío (Thompson et al., 1982). Ovejas preñadas, luego de la esquila muestran un inmediato incremento en los niveles de AGNE en sangre (Van Lier et al., 2010).

Sin embargo, otros estudios demuestran que la concentración plasmática de AGNE no se ve aumentada en ovejas preñadas esquiladas en invierno, ya que la mayor tasa lipolítica se asocia con un aumento significativo en la tasa de AGNE para la oxidación. A pesar de un mayor gasto de energía al final de la gestación, la oveja esquilada puede adaptarse mejor a utilizar los AGNE como fuente de energía y permanecer normoglucémicos sin mostrar niveles elevados en plasma de AGNE y de cuerpos cetónicos (Symonds et al., 1989).

La movilización de las reservas grasas depende de cuánto tejido adiposo tenga la oveja y de la diferencia entre consumo y demanda de nutrientes, en especial de energía (Faulkner, citado por Gibbons, 1996). Esto podría estar explicando que no haya diferencia entre los tratamientos, debido a la baja CC que presentaban las ovejas.

La esquila no tuvo efecto en los niveles del metabolito BOHB, ya que las diferencias significativas se dieron en torno a la esquila y no continuó a lo largo del experimento. A pesar de esto, el tratamiento sin esquila se mantuvo siempre por encima de los valores del grupo de esquiladas. Los niveles normales reportados para BOHB varían de 0.47 a 0.62 (Radostits et al., citados por Caldeira, 2005). Según este rango, todas las ovejas se encontraron por debajo del límite inferior del mismo, durante prácticamente todo el experimento (a excepción del valor para no esquiladas el día de la esquila).

Tanto estos resultados como los obtenidos para AGNE, son similares a los reportados por Symonds et al. (1992), quienes afirman que ovejas gestando mellizos, esquiladas 4 semanas antes del parto, presentan niveles de β -Hidroxibutirato (BOHB) menores a los registrados en aquellas sin esquilar a pesar de no haber diferencia en las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados (AGNE) entre esquiladas y no esquiladas. No se observaron efectos de la esquila en la media de las concentraciones plasmáticas de BOHB (Symonds et al., 1986).

Se encontró una correlación positiva y elevada ($R^2=0.69$) entre AGNE y BOHB. Esto significa que aumentos en AGNE implicarían incrementos en los niveles de BOHB. Los resultados muestran que se dio una evolución similar en ambos metabolitos en lo que respecta a los cambios en sus concentraciones (Anexo 2).

No hubo efecto de la esquila en los niveles en plasma de Insulina. Los registros del grupo de ovejas no esquiladas fueron siempre más elevados que aquellos de las ovejas esquiladas, a pesar de no haber diferencias significativas. La concentración de insulina en ovejas preñados en el día 90 fue de $6.21 \mu\text{UI/L}$ (Husted et al., 2008) y en ovejas preñadas Merino en Uruguay en similar edad de gestación fue de $3.0 \mu\text{UI/L}^2$. Esto estaría indicando que las concentraciones medidas en nuestro trabajo fueron elevadas, aun que estas variaciones podrían ser debidas al método analítico que fue diferente en los tres casos.

En respuesta al estrés por frío inducido por la esquila preparto, podría haberse esperado la inhibición de la secreción de insulina, resultando en un aumento en las concentraciones plasmáticas de glucosa (Symonds et al., 1986). Sin embargo, existen evidencias de que los niveles de insulina aumentan los días posteriores a la esquila (días 1 y 2) en ovejas gestantes, no gestantes, carneros y capones (Van Lier et al., 2010).

Los niveles de insulina presentaron una correlación negativa con los niveles plasmáticos de AGNE ($R^2=-0.52$); por lo que a mayores niveles de AGNE, la concentración de insulina se vería disminuida (Anexo 2). Niveles sanguíneos de insulina y AGNE están negativamente correlacionados ($r=-0.81$) variando según el estado de engrasamiento de la oveja (Basset et al., citados por Gibbons, 1996). Se encontró una correlación negativa entre Insulina y BOHB ($R^2=0.45$), observándose disminuciones en dicha hormona en la medida que aumentó el nivel de BOHB (y viceversa) (Anexo 2). Una correlación positiva

² Van Lier, E. 2010. Com. personal.

pero baja fue encontrada entre insulina y glucosa, siendo esta de 0.31 (Anexo 2).

No se vio un efecto de la esquila en las concentraciones de las hormonas tiroideas. Tanto para Triyodotironina (T3) como para Tiroxina (T4) no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Las concentraciones de T3 y T4 en ovejas preñados en el día 90 fueron de aproximadamente 1.15 y 45 nmol/L, respectivamente (Sherlock et al., 2003). La concentración media de T4 en ovejas preñadas Merino en Uruguay en similar edad de gestación y antes de la esquila fue de 72 nmol/L³. Esto estaría indicando que las concentraciones medidas en nuestro trabajo estuvieron dentro de rangos normales para ovejas preñadas.

A pesar de la falta de efecto de esquila sobre el nivel de hormonas T3 y T4, se ha demostrado que sí existe una respuesta, siendo esta alta y prolongada (Sherlock et al., 2003). Para la hormona T4 existe una respuesta a corto plazo al estrés por frío provocado por la esquila, incrementando el metabolismo. Esto se asocia con un aumento en las concentraciones de AGNE debido a una mayor movilización de lípidos, y con un incremento en los niveles de insulina (Van Lier et al., 2010).

Otros autores coinciden con lo anterior, mencionando que las hormonas tiroideas se caracterizan por elevar la descomposición de grasa, provocando un aumento en las concentraciones de AGNE (Sherlock et al., 2003). La ausencia del efecto de la esquila en los niveles de estas hormonas podría contribuir a los resultados obtenidos para las concentraciones de AGNE en este trabajo, las cuales se mantienen sin diferencias. Por otro lado, la subnutrición disminuye la secreción de insulina, T3 y T4, resultando en una reducción de la oxidación tisular y metabolismo basal, con disminución de las tasas de recambio de proteína y grasa, de esa manera conservando energía y limitando la tasa de movilización de lípidos y proteínas (Chilliard et al., 1998).

En resumen, al verse afectada la TR de las ovejas esquiladas, y por lo tanto su homeostasis, se hubiese esperado un cambio en los niveles plasmáticos de los metabolitos (glucosa, AGNE y BOHB) y hormonas (insulina, T3 y T4) analizados debido a un aumento en el metabolismo con el objetivo de la producción de calor en respuesta al estrés por frío generado por la esquila. Dichos cambios, sin embargo, no se vieron reflejados. Como respuesta al aumento del metabolismo sería esperado un incremento en la nutrición placentaria y por ende fetal, lo que repercutiría en el peso al nacer del cordero y su supervivencia.

³ Van Lier, E. 2010. Com. personal.

Como resultado general se deduce que la esquila no tuvo efecto en ninguna de las variables medidas, a excepción de la Temperatura Rectal y la Condición Corporal. Resultados contrastantes se observan en trabajos que anteceden a éste (Van Lier et al. 2008, Van Lier et al. 2010) en los que se demuestra una respuesta a la esquila preparto en Peso Vivo, Condición Corporal, Ácidos Grasos No Esterificados, Insulina y Tiroxina. Las razones de la falta de respuesta en este experimento no están claras, pero podría surgir del mal plano nutritivo en el que se encontraban las ovejas. Para poder afirmar esto habría que seguir investigando en el tema.

6 CONCLUSIONES

Se comprobó que la esquila preparto afecta la Temperatura Rectal (TR) de las ovejas, provocando una disminución inmediata y prolongada en el tiempo. La misma es altamente afectada por las condiciones ambientales, mostrando un comportamiento inverso a la evolución del Chill Index.

Se concluye, según los resultados, que existe una respuesta en Condición Corporal (CC) a la esquila preparto, manteniéndose esta con valores menores a los de aquellas ovejas sin esquila. Esto, sin embargo, no se refleja en la evolución del Peso Vivo (PV).

Una respuesta al evento esquila como factor de estrés se observa en los niveles de glucosa inmediatos a la esquila.

En este trabajo no se reprodujeron los resultados de trabajos anteriores en donde se utilizaron ovejas Merino en la misma zona del país y en la misma época del año. La discrepancia entre estos trabajos, y también las discrepancias que existen en la literatura internacional hacen pensar que operan otros factores en la respuesta a la esquila que no están siendo tomados en cuenta.

Si bien no se siguieron las ovejas hasta el parto, resultarían necesarios estudios posteriores de manera de continuar investigando acerca de los mecanismos involucrados en el aumento de la supervivencia neonatal de corderos como respuesta a la esquila preparto.

7 RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue el estudio de los cambios que ocurren en la oveja gestante como respuesta a la esquila preparto, los cuales serían los responsables de incrementos en la nutrición fetal repercutiendo en la supervivencia neonatal. Se evaluó el efecto de la esquila sobre la Temperatura Rectal (TR), Peso Vivo (PV), Condición Corporal (CC), concentración plasmática de metabolitos (glucosa, Ácidos Grasos No Esterificados [AGNE], y β -Hidroxibutirato [BOHB]) y hormonas (Insulina, Triyodotironina [T3] y Tiroxina [T4]); en 14 ovejas gestantes (n=7 por tratamiento: esquiladas y sin esquilar), todas en igual edad gestacional. Los grupos fueron balanceados por edad, peso vivo y condición corporal. La esquila se realizó el día 95 de gestación (D0). Las mediciones de TR, PV y extracciones de muestras de sangre se realizaron diariamente desde el día -3 hasta el día 15; y luego los días 25, 35 y 45. La CC se evaluó cada tres días comenzando el día -3 hasta el día 15, y los días 25, 35 y 45. Las condiciones ambientales fueron registradas durante todo el período. No se observó efecto significativo de la esquila en las variables analizadas, a excepción de TR y CC. Las ovejas esquiladas mostraron una disminución en su TR, así como en su CC. La TR mostró, a su vez, una respuesta a las condiciones ambientales, representadas a partir del Chill Index. No se vieron reflejados cambios en los metabolitos y hormonas en respuesta a la esquila preparto, por lo que se sugieren estudios posteriores que permitan visualizar más claramente los mecanismos involucrados en las respuestas fisiológicas de la oveja gestante a la esquila preparto.

Palabras clave: Esquila preparto; Gestación; Temperatura rectal; Peso vivo; Condición corporal; Glucosa; Ácidos Grasos No Esterificados; β -Hidroxibutirato; Insulina; Triyodotironina; Tiroxina; Chill Index.

8 SUMMARY

The aim of this work was to study the metabolic and hormonal changes in the pregnant ewe in response to mid-pregnancy shearing, which are thought to be responsible for increases in fetal nutrition, having an impact in neonatal survival. The effect of shearing on Rectal Temperature (RT), Body Weight (BW), Body Condition Score (BCS), plasma metabolites (glucose, Non-Esterified Fatty Acids [NEFA] and β -Hydroxybutyrate [BOHB]) and hormones (insulin, Triiodothyronine [T3] and Thyroxine [T4]), in 14 pregnant ewes (n = 7 per treatment: shorn and unshorn), all of the same gestational age. The groups were balanced for age, weight and body condition score. Shearing was carried out on day 95 of gestation (D0). Measurements of RT, BW and blood sampling were performed daily from day -3 until day 15, and then on days 25, 35 and 45. The BCS was evaluated every three days beginning on day -3 until day 15 and on days 25, 35 and 45. Environmental conditions were registered during the whole period. There was no significant effect of shearing on the variables analyzed, with the exception of RT and BCS. Shorn sheep showed a decrease in RT as well as in BCS. The RT showed a response to environmental conditions, which were represented as Chill Index. No changes were reflected in the metabolites and hormones in response to mid-pregnancy shearing. Further studies are needed in order to more clearly understand the mechanisms involved in the physiological responses of pregnant sheep to mid-pregnancy shearing.

Keywords: Mid-pregnancy shearing; Pregnancy; Rectal temperature; Body weight; Body condition score; Glucose; Non-Esterified Fatty Acids; β -Hydroxybutyrate; Insulin; Triiodothyronine; Thyroxine; Chill Index.

9 BIBLIOGRAFÍA

1. ACOSTA, J. 2010. Situación actual y perspectivas del mercado de carne ovina. (en línea). In: Seminario Buenos Tiempos para el Negocio Ovino (2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. s. p. Consultado 4 ago. 2010. Disponible en http://www.sul.org.uy/Plan_estrategico/ponencias/Jorge_Acosta_I_NAC.pdf
2. ALEXANDER, G.; WILLIAMS, D. 1968. Shivering and non-shivering thermogenesis during summit metabolism in young lambs. The Journal of Physiology. 198 (2): 251-276.
3. ARMSTRONG, D.G.; BLAXTER, K.L.; GRAHAM, N.; WAINMAN, F.W. 1959. The effect of environmental conditions on food utilisation by sheep. Animal Production. 1: 1-12.
4. AZZARINI, M. 1983. El efecto de la esquila en la producción ovina. Ovinos y Lanas Boletín Técnico. no. 7: 41-53.
5. BANCHERO, G. 2003a. ¿Es posible reducir la mortalidad neonatal corderos?. In: Jornada de Producción Ovina Intensiva (2003, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. p. 8 (Actividades de Difusión no. 342).
6. _____.; LA MANNA, A.; QUINTANS, G. 2003b. Suplementación estratégica durante los últimos días de gestación para aumentar la producción de calostro. In: Jornada de Producción Ovina Intensiva (2003, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 26-31 (Actividades de Difusión no. 342).
7. _____.; QUINTANS, G.; MILTON, J.; LINDSAY, D. 2005. Comportamiento maternal y vigor de los corderos al parto: Efecto de la carga fetal y la condición corporal. In: Seminario de Actualización Técnica (2005, Tacuarembó). Reproducción ovina; recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 61-68 (Actividades de Difusión no. 401).

8. _____. 2007a. Alternativas de manejo nutricional para mejorar la supervivencia de corderos neonatos (en línea). In: Reunión ALPA (20^a), Reunión APPA (30^a., 2007, Cusco, Perú). Trabajos presentados. Archivo Latinoamericano Producción Animal. 15 (1):279-315. Consultado 1 ago. 2010. Disponible en http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015%20Supl/s_rumiantesmenores.pdf
9. _____.; MONTOSI, F.; DE BARBIERI, I.; QUINTANS, G. 2007b. Esquila preparto; una tecnología para mejorar la supervivencia de corderos. Revista INIA. no 12: 2-5.
10. CALDEIRA, R.M. 2005. Monitorização da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias. 100: 125-139.
11. CANCELA, G.; GARCÍA PINTOS, F.; ZANA, F. 1988. Efecto de la esquila preparto sobre la producción de majadas de cría en la región de Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 10-48.
12. CAPURRO, M.C.; SOUZA, J. 2008. Efecto del uso de Bromocriptina durante La gestación sobre el peso al nacer de los corderos y su nivel de supervivencia neonatal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 3-11.
13. CICCIOLO, N.H.; IRAZOQUI, H.; CUTHILL, J.; GIGLIOLI, C.; FERNÁNDEZ, L.M. 2005. Época de esquila y alimentación preparto en ovejas Corriedale gestando mellizos. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 25:1-9. Consultado 10 ago. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/129-ciccioli.pdf
14. CUETO, M.I.; GONZALEZ, R.; GARCÍA VINET, J.C.; GIBBONS, A.E.; WOLFF, M. 1994. Sobrevivencia perinatal de corderos y edad gestacional al nacimiento. (en línea). Revista de Medicina Veterinaria. 75 (1): 17-20. Consultado 27 jul. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/Ct%20509-.pdf>
15. _____.; GIBBONS A.E.; BIDINOST, F. 2001. Ecografía para el diagnóstico de preñez en ovinos y caprinos; manual. (en línea). Bariloche, INTA EEA Bariloche. 16 p. Consultado 4 ago. 2010.

Disponible

en

<http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/indices/animal/reproduc.htm>

16. CHILLIARD, Y.; BOCQUIER, F.; DOREAU, M. 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. *Reproduction, Nutrition and Development*. 38: 131-152.
17. DABIRI, N.; HOLMES, C.; MCCUTCHEON, S.N.; PARKER, W.; MORRIS, S.T. 1995. Resistance to cold stress in sheep shorn by cover comb or standard comb. *Animal Science*. 60: 451-456.
18. DE BARBIERI, I.; MONTOSI, F.; DIGHIRO, A.; MARTINEZ, H.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MEDEROS, A.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; FRUGONI, J.; LIMA, G.; COSTALES, J. 2005a. Alternativas de la esquila preparto temprana. Evaluación del impacto del tipo de peine. In: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 105-114 (Actividades de Difusión no. 401).
19. _____.; MONTOSI, F.; DIGHIRO, A.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MARTINEZ, H.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; FRUGONI, J. 2005b. Largo de gestación de ovejas Corriedale: Efecto de la esquila preparto temprana. In: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 115-122 (Actividades de Difusión no. 401).
20. _____.; MONTOSI, F.; MEDEROS, A.; MARTÍNEZ, H.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; FRUGONI, J. 2008. La esquila preparto temprana: una alternativa para mejorar la eficiencia reproductiva de la majada nacional. *Anuario Corriedale* 2008: 82-84.
21. DE GEA, G.S. 2005. Esquila. (en línea). VET-UY (Agro y Veterinaria). dic.: s.p. Disponible en <http://www.vetuy.com/articulos/ovinos/050/042/ov042.htm>
22. _____. 2007. El ganado lanar en la Argentina. (en línea). Río Cuarto, U.N.R.C. cap. 3, pp. 68-94. Consultado 28 jul. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>

23. DONNELLY, J.R. 1984. The productivity of breeding ewes grazing on lucerne or grass and clover pastures on the tablelands of Southern Australia. III Lamb mortality and weaning percentage. Australian Journal of Agricultural Research. 35:709-721.
24. DUTRA, F. 2005. Nuevos enfoques sobre la patología de la mortalidad perinatal de corderos. *In*: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 137-140 (Actividades de Difusión no. 401).
25. FERNANDEZ ABELLA, D. 1995. Temas de reproducción ovina e inseminación artificial en bovinos y ovinos; mortalidad neonatal de corderos. Montevideo. Facultad de Agronomía. pp. 37-60.
26. _____; FORMOSO, D. 2007. El flushing; una herramienta para incrementar la tasa ovulatoria de los ovinos. Lana Noticias. 145: 12-16.
27. GANZABAL, A. 2005. Análisis de registros reproductivos en ovejas Corriedale. *In*: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 69-82 (Actividades de Difusión no. 401).
28. GARCÍA PINTOS, R.; GARRIDO, D.F. 1987. Efecto de la esquila pre-parto sobre la producción de majadas de cría. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 11-48
29. GARCÍA SACRISTÁN, A.; CASTEJÓN MONTIJANO, F.; DE LA CRUZ PALOMINO, L.F.; GONZÁLEZ GALLEGO, J.; MURILLO LÓPEZ DE SILANES, M.D.; SALIDO RIZ, G. 1995. Fisiología veterinaria. Madrid, EDIGRAFOS. 1073 p.
30. GIBBONS, A.E. 1996. Efecto de la esquila sobre el peso al nacimiento de los corderos Merino en el sistema extensivo Patagónico. (en línea). s.n.t. 13 p. Consultado 27 jul. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_lana/16-efecto_esquila.pdf
31. GONZÁLEZ, R.A. 2002. Esquila durante la gestación media en ovejas Austral y su efecto sobre el peso al nacimiento y la sobrevivencia

de los coderos. Tesis Médico Veterinario. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. 57 p.

32. HUSTED, S.M.; NIELSEN, M.O.; BLACHE, D.; INGVAARTSEN, K.L. 2008. Glucose homeostasis and metabolic adaptation in the pregnant and lactating sheep are affected by the level of nutrition previously provided during her late fetal life. *Domestic Animal Endocrinology*. 34(4): 419-431.
33. JAURENA, G.; POPPE, M.; DULCE, E. 2008. Precisión de la evaluación de la condición corporal en ovinos. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 28(1): 7-8. Consultado 26 jul.2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/condicion_corporal_ovinos/01-precision.pdf
34. JEFFRIES, B.C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-21.
35. JENKINSON, C.M.C.; KENYON, P.R.; BLAIR, H.T.; BREIER, B.H.; GLUCKMAN, P.D. 2009. Birth weight effect in twin-born lambs from mid-pregnancy shearing is associated with changes in maternal IGF-I concentration. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 52: 261-268.
36. KENYON, P.R.; MORRIS, S.T.; MCCUTCHEON, S.N. 2002a. Does an increase in lamb birth weight though mid pregnancy shearing necessarily mean an increase in lamb survival rates to weaning? *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 62: 53-56.
37. _____; _____; REVELL, D.K.; MCCUTCHEON, S.N. 2002b. Maternal constraint and the birthweight response to mid-pregnancy shearing. *Australian Journal of Agricultural Research*. 53: 511-517.
38. _____; _____; _____. 2002c. Nutrition during mid to late pregnancy does not affect the birth weight response to mid pregnancy shearing. *Australian Journal of Agricultural Research*. 53: 13-20.
39. _____; SHERLOCK, R.G.; PARKINSON, T.J.; MORRIS, S.T. 2005. The effect of maternal shearing and thyroid hormone treatments in

mid pregnancy on the birth weight, follicle, and wool characteristics of lambs. New Zealand Journal of Agricultural Research. 48 (3): 293-300.

40. LABURN, H.P.; FAURIE, A.; GOELST, K.; MITCHELL, D. 2002. Effects on fetal and maternal body temperatures of exposure of pregnant ewes to heat, cold, and exercise. Journal of Applied Physiology. 92: 802-808.
41. MANAZZA, J. 2006. Condición Corporal en ovinos. (en línea). Visión Rural. 13 (60):1-3. Consultado 26 jul. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
42. _____. 2007. Diagnóstico de preñez en ovinos. (en línea). Balcarce, Grupo Sanidad Animal INTA Balcarce. Consultado 4 ago. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/ovinos/diagpre.htm>
43. MONTOSI, F.; SAN JULIÁN, R.; DE MATTOS, D.; BERRETA, E.J.; RÍOS, M.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J. 1998a. Alimentación y manejo de la oveja de cría durante el último tercio de gestación en la región de Basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 214-229 (Serie Técnica no. 102).
44. _____.; _____.; _____.; _____.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; RÍOS, M. 1998b. Impacto del manejo de la condición corporal al parto sobre la productividad de ovejas Corriedale y Merino. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 202-213 (Serie Técnica no. 102).
45. _____.; DE BARBIERI, I.; DIGHIRO, A.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MARTINEZ, H. 2003. Evaluación del momento de esquila sobre la eficiencia reproductiva y productiva de ovejas y corderos. In: Jornada de Producción Ovina Intensiva (2003, Colonia). Montevideo, INIA. pp 9-12. (Actividades de Difusión no. 342).
46. _____.; _____.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MEDEROS, A.; SAN JULIÁN, R. 2005a. El manejo de la Condición Corporal en la oveja de cría; una herramienta disponible para la mejora de la eficiencia

reproductiva en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 49-60 (Actividades de Difusión no. 401).

47. _____.; _____.; DIGHIERO, A.; MARTINEZ, H.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MEDEROS, A.; SAN JULIÁN, R.; ZAMIT, W.; LEVRATTO, J.; FRUGONI, J.; LIMA, G.; COSTALES, J. 2005b. La esquila preparto temprana; una nueva opción para la mejora reproductiva ovina. In: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 85-102 (Actividades de Difusión no. 401).
48. _____.; GANZÁBAL, A.; DE BARBIERI, I.; NOLLA, M.; LUZARDO, S. 2005c. La mejora de la eficiencia reproductiva de la majada nacional; un desafío posible, necesario e impostergable. In: Seminario de Actualización Técnica Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó). Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. pp. 1-15 (Actividades de Difusión no. 401).
49. MORRIS, S.T.; MCCUTCHEON, S.N.; REVELL, D.K. 2000. Birth weight responses to shearing ewes in early to mid gestation. *Animal Science*. 70: 363-369.
50. NOWAK, R. 1996. Neonatal survival: contributions from behavioural studies in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*. 49: 61-72.
51. PESCE, E. s.f. Elementos para protección pos- esquila. Capas y peines especiales. (en línea). Montevideo, SUL. s.p.(Hoja coleccionable no.2) Consultado 3 ago. 2010. Disponible en <http://www.sul.org.uy/descargas/9d6d3c2971/Hoja%2002%20Manejo.pdf>
52. QUINTELA, L.A.; DÍAZ, C.; PEÑA, A.I; BECERRA, J.; HERRADÓN, P.G. 1999. Diagnóstico Precoz de gestación por ecografía transrectal en la oveja. (en línea). *Archivos de Zootecnia*. 48(181): 13-20. Consultado 4 ago. 2010. Disponible en http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/04_07_44_2.pdf
53. RAMOS, J.; FERRER, L.; LACASTA, D.; FIGUERAS, L.; CALLEJAS, M. 2006. La importancia del calostro para los corderos y cabritos

recién nacidos. (en línea). Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón. no. 126:1-8. Consultado 27 jul. 2010. Disponible en http://preportal.aragon.es/portal/page/portal/AGR/PUBLICACIONES/CTA/INFOTEC/INFOTEC161_170/169-06.PDF

54. RUSSEL, A.; DONEY, J.; GUNN, R. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science*. 72(3): 451-454.
55. SAELZER, P.; HERVÉ, M.; CID, A.; DEL CANTO, S. 1989. Diagnóstico de gestación temprana en ovejas mediante ecografía transrectal. (en línea). *Avances en medicina Veterinaria*. 4 (2): s.p. Consultado 4 ago. 2010. Disponible en http://www.avancesveterinaria.uchile.cl/CDA/avan_vet_completa/0_1424,SCID%253D9536%2526SID%253D441,00.html
56. SALES ZLATAR, F. 2002. Diagnóstico de gestación por ultrasonografía en producción ovina. (en línea). *Informativo INIA Kampenaike*. 7: s.p. Consultado 4 ago. 2010. Disponible en <http://www.inia.cl/medios/kampenaike/descargas/informativos/ecografia.pdf>
57. SEMINARIO DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA REPRODUCCIÓN OVINA (2005, Treinta y Tres, Tacuarembó). 2005. Recientes avances realizados por el INIA Montevideo, Uruguay, INIA. s.p.
58. SHERLOCK, R.G.; KENYON, P.R.; MORRIS, S.T.; PARKINSON, T.J. 2003. Metabolic changes in ewes shorn during mid-pregnancy. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 63: 144-148.
59. SYMONDS, M.E.; BRYANT, M.J.; LOMAX, M.A. 1986. The effect of shearing on the energy metabolism of the pregnant ewe. *British Journal of Nutrition*. 56: 635-643.
60. _____.; _____.; _____. 1989. Lipid metabolism in shorn and unshorn pregnant sheep. *British Journal of Nutrition*. 62: 35-49.
61. _____.; _____.; CLARKE, L.; DARBY, C.J.; LOMAX, M.A. 1992. Effect of maternal cold exposure on brown adipose tissue and thermogenesis in the neonatal lamb. *Journal of Physiology*. 455: 487-502.

62. THOMPSON, G.E.; BASSETT, J.M.; SAMSON, D.E.; SLEE, J. 1982. The effects of cold exposure of pregnant sheep on fetal plasma nutrients, hormones and birth weight. *British Journal of Nutrition*. 48: 59-64.
63. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2007. Naturaleza y principales características de las heladas. Montevideo, Facultad de Agronomía. p. 1.
64. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERIA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2009. Anuario Estadístico Agropecuario 2009. (en línea). Montevideo. p 40. Consultado 23 jul. 2010. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,85,O,S,0,MNU;E;27;5;MNU;>
65. VAN LIER, E.; VILLEGAS, N.; CARRACELAS, B.; MINUTTI, A.; RODRÍGUEZ-BLANQUET, J.; PETROCELLI, H.; URIARTE, G. 2008. La secreción de cortisol post-esquila no se diferencia sexualmente. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (36as., 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 255-256.
66. _____; GUERRA, M.H.; RUPRECHTER, G.; MEIKLE, A. 2010. Hormone and NEFA profiles after winter shearing in Merino sheep. *In*: World Buiatrics Congress (26th., 2010, Santiago de Chile, Chile). Proceedings. Santiago, Chile, Novodiseño. pp. 223-224.
67. WILSON, S.; MACRAE, J.C; BUTTERY, P.J. 1983. Glucose production and utilization in non-pregnant, pregnant and lactating ewes. *British Journal of Nutrition*. 50(02): 303-316.

10 ANEXOS

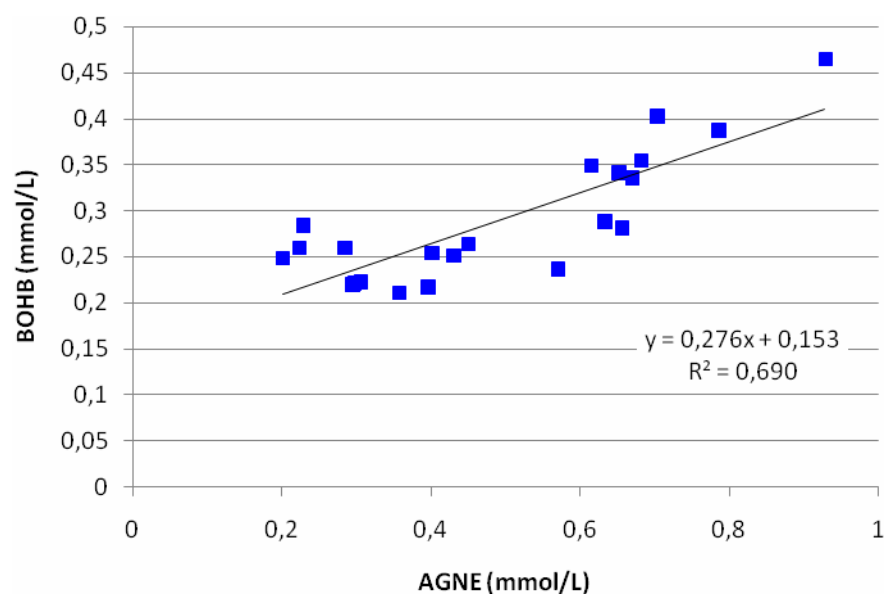
Anexo 1. Condiciones climáticas para el período 25 junio – 12 agosto 2010 registradas en la estación meteorológica de la EEFAS.

Día relativo a la esquila (0)	Temp. media (° C)	Temp. Máx (° C)	Temp. Mín (° C)	Humedad Relativa media (%)	Velocidad media del viento (km/h)	Precipitación Acumulada (mm)	Chill Index (KJ/m ²)	Temp. mín sobre cespced (° C)
-3	16,1	19	8,2	81	17,1	2,7	965	5,8
-2	10,7	17,1	6,5	59	23,5	0	1057	9,2
-1	12,4	15,2	6,9	87	19,1	1,4	1024	4,5
0	12,5	15,2	10,1	100	10,5	6,1	1039	-0,2
1	8,8	15,6	3,6	90	3,3	0,3	943	-1,4
2	8,5	12,5	2,3	97	5,3	0	968	2,2
3	16,3	20,2	12,4	s/dato	s/dato	s/dato	s/dato	11,1
4	16,1	20,2	14,4	94	10,1	0	885	11,1
5	18,6	25,6	14,1	83	14,4	0	865	14,4
6	18,7	24,8	15,6	79	17,5	0	875	13,2
7	19,3	26,4	14,8	74	25,3	0	894	s/dato
8	19,7	26,4	14,4	72	18,1	0	860	16,6
9	20,8	25,6	17,5	73	14,0	0	824	11,4
10	14,2	19,4	7,7	90	11,4	0	925	-1,0
11	8,9	16,0	2,7	76	7,4	0	983	3,4
12	10,9	18,7	4,9	72	12,5	0	990	1,0
13	10,5	19,4	3,6	77	13,6	0	1004	3,1
14	13,4	19,0	8,2	93	12,8	0	947	1,9
15	6,7	10,1	2,3	63	21,6	0	1124	-3,6
16	5,3	12,9	-1,3	57	13,1	0	1091	-2,1
17	6,0	12,1	1,9	63	9,2	0	1047	-4,5
18	4,2	10,1	-1,3	81	7,6	0	1062	-5,3
19	2,5	9,0	-3,6	73	13,4	0	1145	-2,1
20	3,1	7,7	-1,7	88	26,7	4,3	1289	0,1
21	7,5	10,1	4,9	100	14,6	19,7	1292	5,1
22	5,6	8,2	4,5	100	14,6	8,3	1216	-1,2

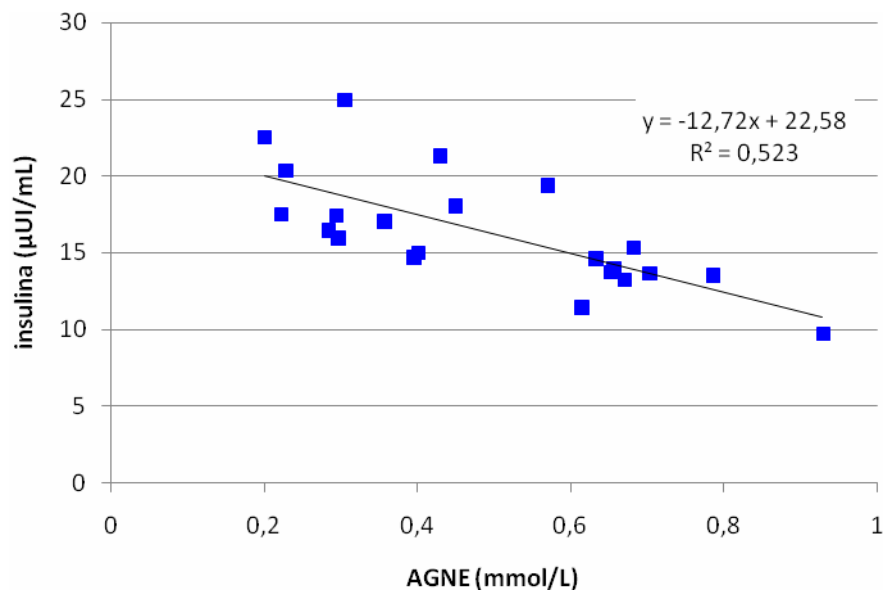
23	8,3	15,6	1,9	71	7,6	0,3	1000	1,1
24	9,0	13,3	6,1	76	9,7	0	1002	-2,0

Día relativo a la esquila (0)	Temp. media (°C)	Temp. Máx (°C)	Temp. Mín (°C)	Humedad Relativa media (%)	Velocidad media del viento (km/h)	Precipitación Acumulada (mm)	Chill Index (KJ/m²)	Temp. mín sobre cespe (°C)
25	7,6	16,0	0,1	74	4,7	0	975	-5,1
26	6,2	14,1	-1,7	70	8,7	0	1040	-2,0
27	7,7	14,4	0,1	81	12,5	2,6	1087	4,4
28	8,1	11,7	6,1	88	16,7	4,3	1133	-2,3
29	8,7	17,5	1,4	65	7,6	0	988	-1,8
30	9,3	17,1	3,2	68	16,0	0	1041	5,4
31	13,0	21,3	7,7	62	10,0	0	935	0,8
32	12,3	20,2	4,0	72	15,9	0	985	8,8
33	17,4	22,1	13,3	79	20,8	8,1	1030	s/dato
34	6,4	12,1	1	70	8,2	0	1031	s/dato
35	4,9	10,9	1	70	11,1	0	1082	s/dato
36	3,6	9,8	-2,7	71	16,1	0	1145	-3,0
37	3,0	9	-1,7	78	15,6	0	1153	-2,3
38	6,2	13,7	0,1	79	8,7	0	1039	-3,2
39	8,2	15,2	2,7	81	17,4	0	1071	0,9
40	9,1	16,4	2,7	81	11,1	0	1011	1,5
41	9,9	15,6	6,1	77	9,7	0	986	2,0
42	9,0	17,5	1,9	71	7,5	0	983	-1,4
43	10,3	17,9	3,2	57	14,8	0	1015	-0,5
44	11,2	16,4	3,2	77	18,7	0	1022	1,5
45	12,4	16	9,4	97	14,8	35,1	1293	12,4
Medias	10,2	16,1	5,0	77,8	13,3	1,9	1028,3	2,4

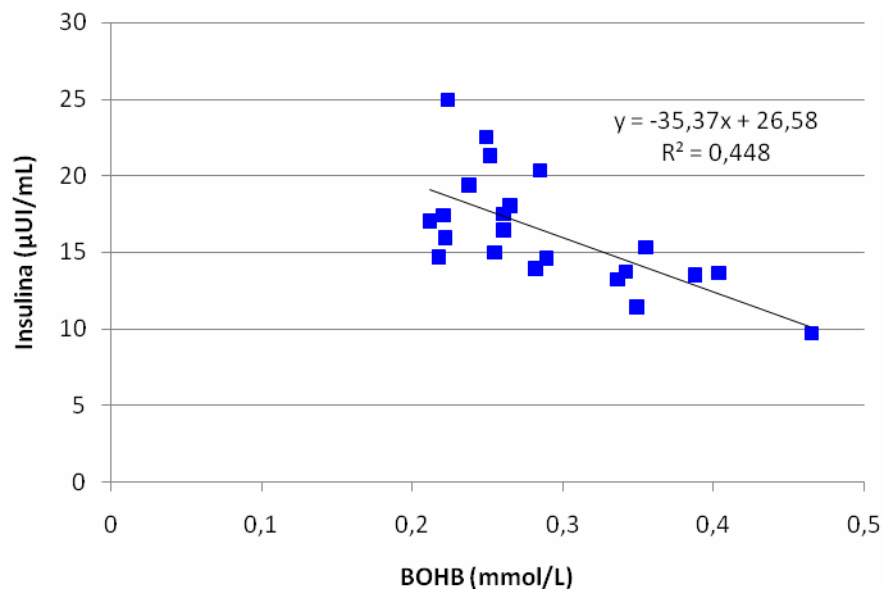
Anexo 2. Correlaciones entre variables analizadas.



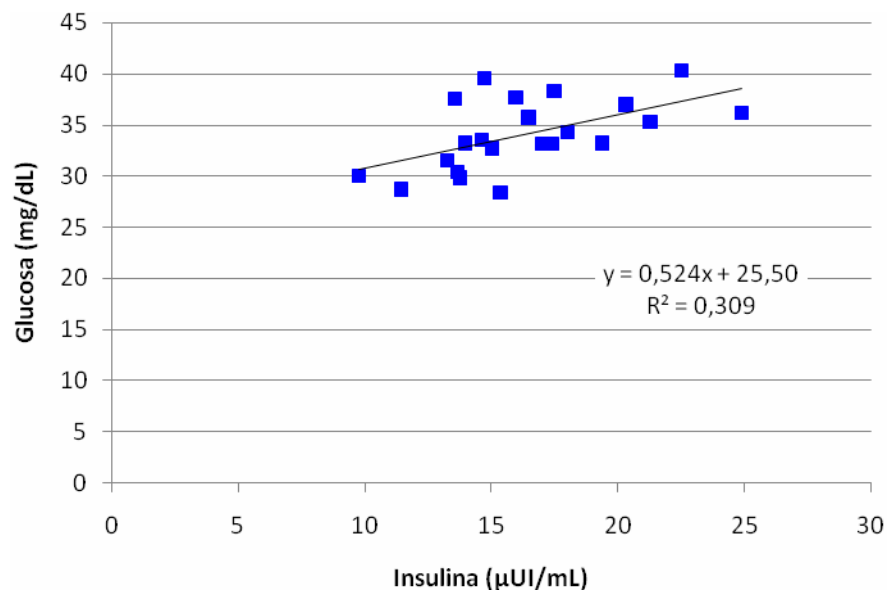
Correlación entre nivel de Ácidos Grasos No Esterificados y concentración de β -Hidroxibutirato.



Correlación entre nivel de Ácidos Grasos No Esterificados y concentración de Insulina.



Correlación entre concentración de β-Hidroxibutirato y nivel de Insulina.



Correlación entre concentraciones nivel de Insulina y concentración de Glucosa.