

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN OVEJAS CORRIEDALE
DURANTE LOS ÚLTIMOS DÍAS DE GESTACIÓN PARA
AUMENTAR LA PRODUCCIÓN DE CALOSTRO**

por

**Federico GIGENA LEDESMA
Jorge Andrés VÁZQUEZ TEXEIRA**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2005**

Tesis aprobada por:

Directora: _____
DMV. Georget Banhero

Directora: _____
Ing. Agr. Graciela Quintans

DMV. Raquel Pérez Clariget

DMV. Álvaro López

Fecha: _____

Autores: _____
Federico Gigena Ledesma

Jorge Andrés Vázquez Texeira

AGRADECIMIENTOS

- Queremos agradecer a nuestras familias por todo el apoyo brindado durante la realización de esta tesis.
- Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) por permitirnos llevar a cabo este trabajo.
- Al personal de la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres y de la Unidad de Ovinos de INIA La Estanzuela, particularmente a Gabriel García y Fernando García.
- Al personal técnico del laboratorio de calidad de leche de INIA La Estanzuela por el análisis de composición de las muestras. Al personal técnico de la biblioteca de INIA Treinta y Tres.
- Finalmente queremos agradecer en forma muy especial a la Dra. Georgget Banhero y a la Ing. Agr. Graciela Quintans por el apoyo constante, orientación y dedicación en la realización de esta tesis.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Composición aproximada (%) del calostro y de la leche.....	20
2. Producción y requerimiento de calostro al parto, peso del cordero para diferentes razas y tipo de parto en algunos experimentos.....	36
3. Dieta ofrecida (Kg MS/a/d) y número de ovejas según el tratamiento y días de suplementación promedio.....	48
4. Peso vivo (Kg \pm error estándar) y condición corporal (unidades de CC) de las ovejas según el tratamiento y el tipo de parto.....	55
5. Consumo y oferta de materia seca (Kg/a/d) de alimentos según el tratamiento y el tipo de parto.....	56
6. Consumos y requerimientos de energía metabolizable y proteína cruda según el tratamiento y el tipo de parto.....	57
7. Volumen de la ubre (ml) llena y vacía al momento del parto según el tipo de parto y el tratamiento.....	58
8. Calostro (g) acumulado al parto, y producido de 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos- parto, producido desde el parto hasta las 10 horas, y total producido (promedio \pm error estándar).....	59
9. Viscosidad (escore 0-7) de calostro al parto, y secretado 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos parto (promedio \pm error estándar).....	60
10. Composición del calostro (%) al parto y secretado 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos parto (promedio \pm error estándar) según el tratamiento y el tipo de parto.....	62
11. Composición del calostro (g) acumulado al parto, y total producido (acumulado al parto + secretado parto a 10 h) (promedio \pm error estándar)...	63
12. Energía (MJ) contenida en el total de calostro producido (acumulado al parto + producido desde el parto hasta 10 h) utilizable por el cordero (grasa + lactosa) y energía requerida por el cordero (estabulado o en condiciones de campo) según el tipo de parto y el tratamiento.....	64
13. Pesos de los corderos (Kg) al nacer, a los 29 y 66 días de lactancia y ganancia diaria (Kg) a los días 29 y 66 de lactancia.....	65

14. Producción diaria de leche y eficiencia de conversión de leche a Kg de cordero.....	66
15. Composición (%) de la leche producida según el tipo de parto y el tratamiento.....	66

Figura N°	Página
1. Estructura del alvéolo mamario.....	5
2. Anatomía de la glándula mamaria.....	6
3. Desarrollo e involución del tejido alveolar de la glándula mamaria.....	9
4. Lactogénesis I y II en cabras. Cambios en las concentraciones hormonales en sangre.....	13
5. Estructura y función de la célula epitelial mamaria.....	28
6. Área experimental.....	47
7. Manejo general de las ovejas.....	49
8. Evolución del volumen de las ubres (ml) en los últimos 12 días de gestación según el tipo de parto y el tratamiento.....	58

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	4
2.1. <u>LA GLANDULA MAMARIA</u>	4
2.1.1. <u>Anatomía funcional de la glándula mamaria</u>	4
2.1.2. <u>Crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria</u>	6
2.1.3. <u>Control hormonal de la mamogénesis</u>	9
2.2. <u>LACTACION</u>	11
2.2.1. <u>Lactogénesis I y II</u>	11
2.2.2. <u>Hormonas lactogénicas</u>	12
2.2.2.1. <u>Prolactina</u>	14
2.2.2.2. <u>Progesterona</u>	15
2.2.2.3. <u>Otras hormonas</u>	17
2.2.3. <u>Productos de secreción</u>	18
2.2.3.1. <u>Leche</u>	18
2.2.3.2. <u>Calostro</u>	20
2.3. <u>MECANISMOS DE SINTESIS Y SECRECION DE LOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE LECHE Y/O CALOSTRO</u>	22
2.3.1. <u>Lactosa</u>	23
2.3.1.1. <u>Glucosa</u>	25
2.3.2. <u>Proteína</u>	25
2.3.3. <u>Grasa</u>	26
2.4. <u>ADAPTACIONES METABOLICAS PARA EL SUMINISTRO DE NUTRIENTES A LA GLANDULA MAMARIA</u>	29
2.5. <u>REQUERIMIENTOS DE CALOSTRO DEL CORDERO</u>	29
2.6. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE CALOSTRO</u>	31
2.6.1. <u>Factores nutricionales</u>	31
2.6.2. <u>Factores no nutricionales</u>	33
2.6.2.1. <u>Carga fetal</u>	33
2.6.2.2. <u>Condición corporal</u>	33
2.6.2.3. <u>Otros factores no nutricionales</u>	34
2.7. <u>COMO AUMENTAR LA PRODUCCION DE CALOSTRO MEDIANTE LA NUTRICION</u>	34
2.7.1. <u>Suplementación en los últimos 10 días de gestación</u>	37
2.8. <u>SUPLEMENTOS PARA UTILIZAR PREVIO AL PARTO</u>	41
2.8.1. <u>Granos de cereales</u>	41
2.8.1.1. <u>Maíz y Cebada</u>	41

2.8.1.2. Degradabilidad de los granos	42
2.8.1.2.1. Digestión ruminal del almidón	43
2.8.1.2.2. Digestión intestinal del almidón.....	43
2.9. MEJORANDO LA PRODUCCION DE CALOSTRO A TRAVES DE UN CORTO PERIODO CON UNA MEJOR NUTRICION.....	44
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	46
3.1. MATERIAL EXPERIMENTAL.....	46
3.1.1. <u>Localización</u>	46
3.1.2. <u>Área experimental</u>	46
3.1.3. <u>Animales y tratamientos</u>	47
3.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	48
3.3. REGISTROS	49
3.3.1. <u>Peso y condición corporal de las ovejas</u>	49
3.3.2. <u>Consumo</u>	50
3.3.3. <u>Volumen de la ubre</u>	50
3.3.4. <u>Producción y calidad de calostro</u>	50
3.3.5. <u>Peso y sexo de los corderos</u>	51
3.3.6. <u>Producción de leche</u>	51
3.4. ANALISIS DE LA COMPOSICION DEL CALOSTRO Y DE LA LECHE	52
3.5. ANALISIS ESTADISTICO	52
4. <u>RESULTADOS</u>	54
4.1. PESO VIVO Y CONDICION CORPORAL	54
4.2. CONSUMO DE ALIMENTOS	55
4.3. DESARROLLO DE LA UBRE	57
4.4. PRODUCCION DE CALOSTRO	59
4.5. VISCOSIDAD DEL CALOSTRO	60
4.6. COMPOSICION DEL CALOSTRO	60
4.7. ENERGIA EN EL CALOSTRO Y REQUERIDA POR LOS CORDEROS	63
4.8. PESO DE LOS CORDEROS Y GANANCIA DIARIA.....	64
4.9. ORDENES POSTERIORES	65
5. <u>DISCUSION</u>.....	67
6. <u>CONCLUSIONES</u>	73
7. <u>RESUMEN</u>.....	75
8. <u>SUMMARY</u>	77
9. <u>BIBLIOGRAFIA</u>.....	79

10. ANEXOS.....86

1. INTRODUCCION

En Uruguay mueren alrededor de 1.5 millones de corderos por año (Salgado, 2004). Cerca del 95 % de las muertes ocurren al parto y dentro de las siguientes 72 horas (Mari, 1979).

La principal causa de muerte es la inanición, la cual puede darse por la falta de calostro al momento del parto, falla en la relación madre-hijo, abandono del cordero y un pobre vigor del cordero, entre otros factores. Dependiendo de las condiciones climáticas, el peso corporal y la cantidad de reservas energéticas, los corderos mueren en uno a tres días de vida (Mari, 1979).

La sobrevivencia neonatal no solo depende de una exitosa interacción que permita el establecimiento del vínculo entre la madre y su cría, sino que es esencial el acceso temprano del cordero a la ubre (Hartsock et al., 1976 citado por Nowak et al., 2000) y al mismo tiempo que la madre tenga disponible una adecuada cantidad de calostro para sostener las necesidades de su cría (Nowak et al., 2000).

El instinto de mamar es en parte innato en el cordero y es estimulado por la recompensa de obtener leche (Alexander, 1970 citado por Mari, 1979). A medida que pasa el tiempo van disminuyendo las chances de lograr mamar, y si no lo logra en las primeras 6 horas de vida las chances son muy reducidas (Mari, 1979), lo que podría poner en riesgo al cordero (Khalaf et al., 1979 citado por Mellor et al., 1985b).

El calostro es la principal fuente de energía y la única fuente de inmunoglobulinas y agua que tiene el cordero al nacimiento (Murphy et al., 1996). Se acumula rápidamente entre uno y cuatro días antes del parto en la etapa llamada lactogénesis II (Hartmann et al., 1973a). El calostro disponible al parto es el más importante para cubrir los requerimientos de inmunoglobulinas del cordero, debido a que la permeabilidad del

intestino del cordero a las inmunoglobulinas comienza a decrecer a las 6 horas de vida (Pattinson et al., 1995).

La lactogénesis II está relacionada negativamente con la concentración plasmática de progesterona (Neville et al., 2001). Las ovejas melliceras generalmente tienen concentraciones más altas de progesterona en plasma previo al parto que las únicas (Hall et al., 1990). Esto provoca un retraso en la lactogénesis II (Chamley et al., 1973), la cual puede reducirse a tal grado que algunas ovejas no tengan calostro al momento del parto.

La nutrición durante la gestación afecta la lactogénesis y la producción de calostro, particularmente en las ovejas que gestan más de un cordero (Holst et al., 1996). Una mala nutrición durante las últimas 6 semanas de gestación deprime el desarrollo de la ubre así como la producción de calostro (Mellor y Murray, 1985b).

A medida que avanza la gestación, los fetos van comprimiendo el rumen (Forbes, 1968) lo que provocaría una reducción en el consumo voluntario, sobre todo con dietas forrajeras (Weston, 1988). La última semana de gestación es el período más crítico, debido a que las demandas para el crecimiento fetal, crecimiento mamario y acumulación de calostro son muy altas (Robinson et al., 1978 citado por Hall et al., 1992). A su vez las ovejas melliceras serían las más afectadas debido a que tienen mayores requerimientos de energía (MAFF, 1975) y probablemente tengan menor capacidad ruminal.

El acceso a pasturas de alta disponibilidad y/o calidad, como alfalfa, de ovejas gestando uno o dos corderos, puede no ser suficiente para una producción adecuada de calostro para sus crías (Banchero, 2003b). La producción de calostro se ve aún más resentida en condiciones de pastoreo extensivo como las de nuestro país donde la calidad de la pastura es aún inferior (Banchero, 2003b).

Una suplementación estratégica en la última semana de gestación con concentrados energéticos y/o proteicos permite superar las limitantes físicas en el consumo y cubrir las altas demandas de nutrientes. Banchemo et al. (2002a) encontraron que las ovejas suplementadas con maíz en este período, aumentaron la producción de calostro dos a tres veces en relación a las ovejas sin suplementar. Los autores atribuyeron este incremento a la mayor cantidad de precursores disponibles para la síntesis de calostro por la glándula mamaria, principalmente glucosa para sintetizar lactosa, la cual es responsable del volumen de la leche (Atwood et al., 1995).

Basándonos en todos los antecedentes antes expuestos nos planteamos las siguientes hipótesis: i- la cebada, que es un grano rico en almidón al igual que el maíz, también incrementaría la producción de calostro, si el consumo de proteína no es limitante. ii- el efecto de la suplementación sólo sería sobre la lactogénesis II y no habría efecto residual sobre la producción de leche en los meses siguientes luego del parto.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

En esta revisión, primero examinaremos los mecanismos involucrados en la producción de calostro, y luego los factores que afectan la producción del mismo, centrándonos en la nutrición. Finalmente resumiremos y presentaremos las ideas surgidas de esta revisión.

2.1. LA GLANDULA MAMARIA

2.1.1. Anatomía funcional de la glándula mamaria

La glándula mamaria es una glándula secretora externa de tipo tubulo-alveolar. Está compuesta por un parénquima (tejido secretor) y un estroma formado por piel, vasos sanguíneos, vasos linfáticos y los tejidos conectivo, adiposo y nervioso.

El número, localización y estructura de las glándulas mamarias varía según las especies. En la oveja se presenta un par en la región inguinal.

La unidad secretora básica es el alvéolo mamario, formado por células epiteliales secretoras que están arregladas en una capa simple, delimitando una cavidad luminal. Además los alvéolos están recubiertos por una membrana basal, irrigados por capilares y circundados por células mioepiteliales contráctiles (Mephan, 1987; Delouis et al., 1993; Figura 1).

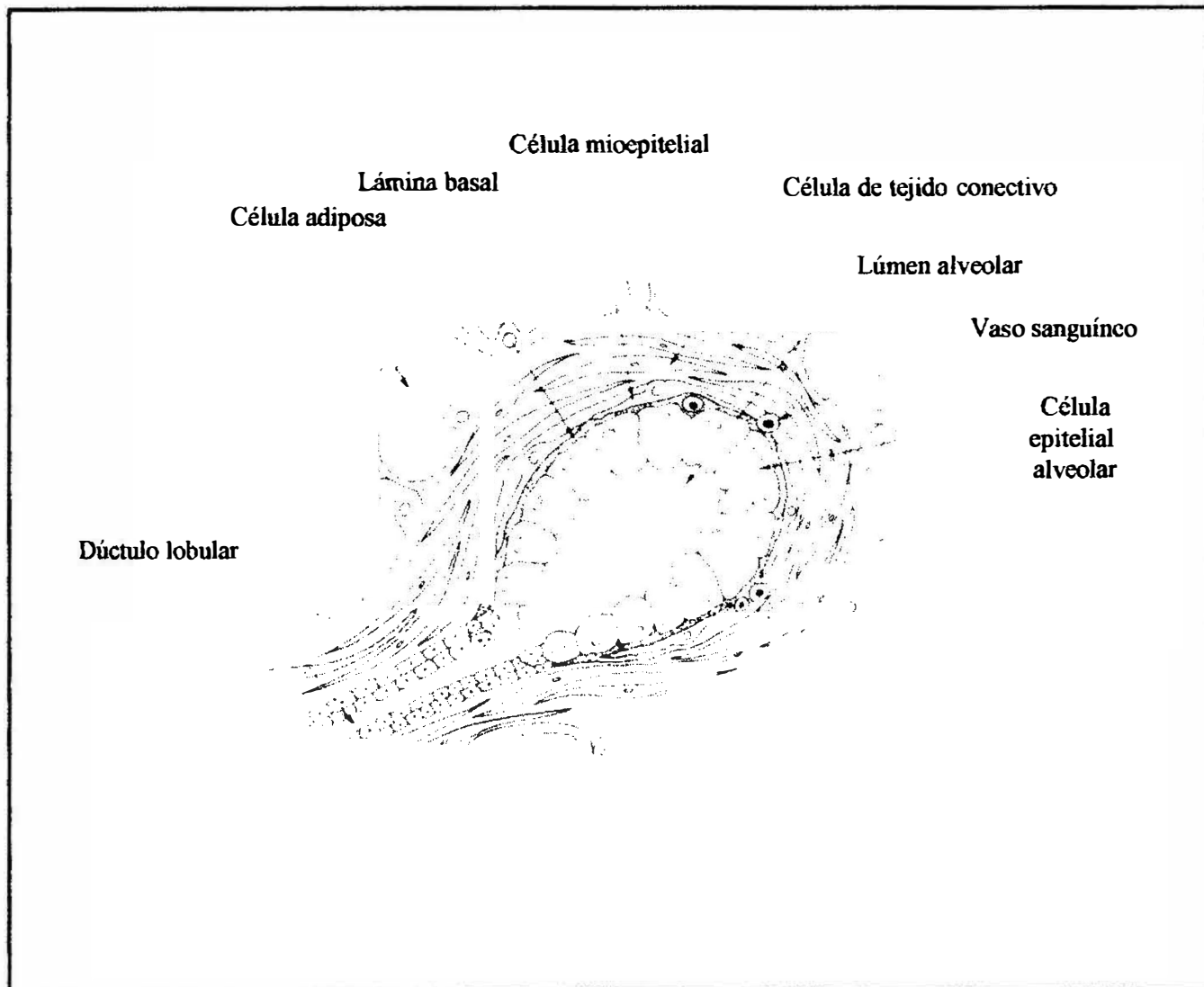


Figura 1. Estructura del alvéolo mamario. Adaptado de Delouis et al. (1993).

Los componentes de la leche son sintetizados por las células alveolares usando sustancias precursoras tomadas de la sangre, siendo posteriormente volcadas hacia el lumen alveolar.

Grupos de alvéolos adyacentes, drenados por un conducto en común, constituyen los lobulillos, los cuales están agrupados formando unidades mayores denominadas lóbulos. Este sistema alcanza conductos colectores mayores o conductos galactóforos que se abren en una cisterna en común, que conduce a otra cisterna menor en el pezón. Ésta se comunica con el exterior a través de un conducto ubicado en la extremidad distal del pezón (Delouis et al., 1993; Prieto, 1995; Figura 2).

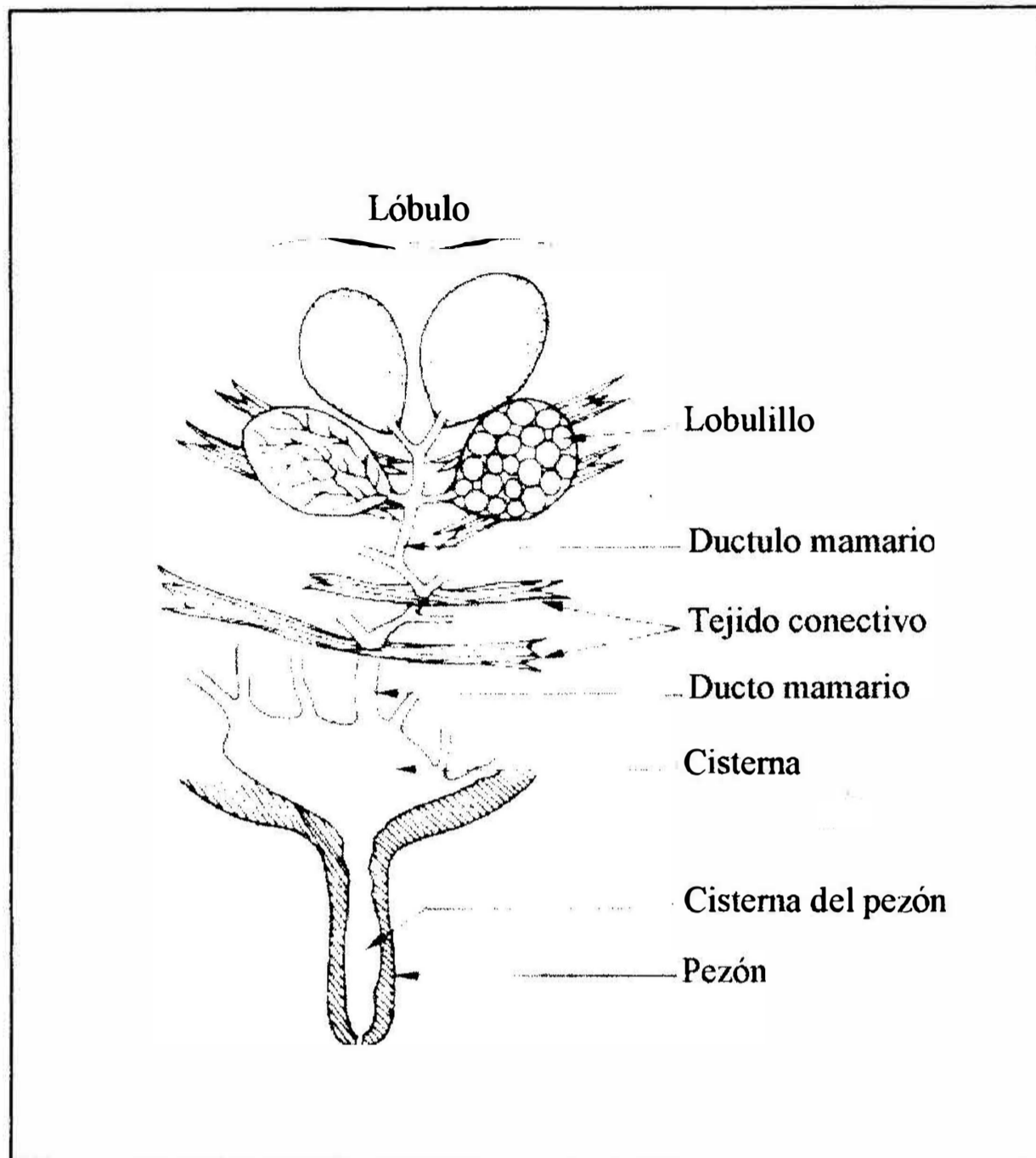


Figura 2. Anatomía de la glándula mamaria. Adaptado de Delouis et al. (1993).

2.1.2. Crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria

Los eventos que corresponden con el crecimiento, desarrollo y diferenciación de tejidos mamarios son referidos con el término mamogénesis (Delouis et al., 1993).

Al nacimiento el aparato mamario está representado por un sistema ductal rudimentario con las células epiteliales mamarias estructural y funcionalmente diferenciadas (Cowie et al., 1980; Delouis et al., 1993; Figura 3).

Hasta la pubertad el crecimiento y maduración de la glándula mamaria es generalizado tal como el resto de los tejidos corporales (Cowie et al., 1980; Prieto, 1995).

Con el comienzo de la pubertad y la secreción de estrógenos se inicia en la glándula un proceso de desarrollo de rápido crecimiento de ductos mamarios y estroma (Neville et al., 2001).

Con los sucesivos ciclos ováricos de la hembra se da un crecimiento ductal en la fase folicular, seguido por una regresión en la fase luteal, resultando en una escasa ganancia neta (Mephan, 1987; Prieto, 1995).

El siguiente estadio de desarrollo mamario comienza durante la primera preñez y es donde se da el principal crecimiento lóbulo-alveolar. En la oveja, este crecimiento se da durante el tercer tercio de gestación, donde una gran masa glandular alveolar aparece invadiendo el tejido adiposo mamario, entonces cada lóbulo se parece a un racimo de uvas (Neville et al., 2001; Delouis et al., 1993; Mephan, 1987).

El sistema lóbulo-alveolar comienza a ser funcional antes del parto y está asociado con la aparición de una actividad secretora ligera que es almacenada en el lumen del alvéolo. En esta fase de diferenciación secretora, llamada lactogénesis I, se eleva el contenido de ARNm en el tejido alveolar que va a sintetizar proteínas y enzimas importantes para la formación de leche y/o calostro (Delouis et al., 1993; Mephan, 1987; Neville et al., 2001). Esto se continúa con una muy alta actividad de síntesis inmediatamente antes del parto, llamada lactogénesis II, para luego establecerse la lactación.

En la gestación, la estructura ductal representa cerca del 10 % de la masa celular al comienzo de la misma, para ir cambiando progresivamente a una estructura tubulo-

alveolar que representa cerca del 90 % al parto. Por lo tanto, en los rumiantes, el desarrollo de la glándula mamaria es casi completo al parto (Delouis et al., 1993).

Con el destete o secado de la oveja, se da la involución de la glándula mamaria. Este es esencialmente un proceso autolítico en el cual el tejido alveolar usualmente desaparece al final de la lactación y es reemplazado por tejido conectivo y adiposo. En este proceso de involución los lisosomas juegan el rol principal, mientras un influjo de células fagocíticas agregadas por perturbación de las uniones “tight” entre las células epiteliales alveolares, completan el proceso degenerativo (Delouis et al., 1993; Mephan, 1987).

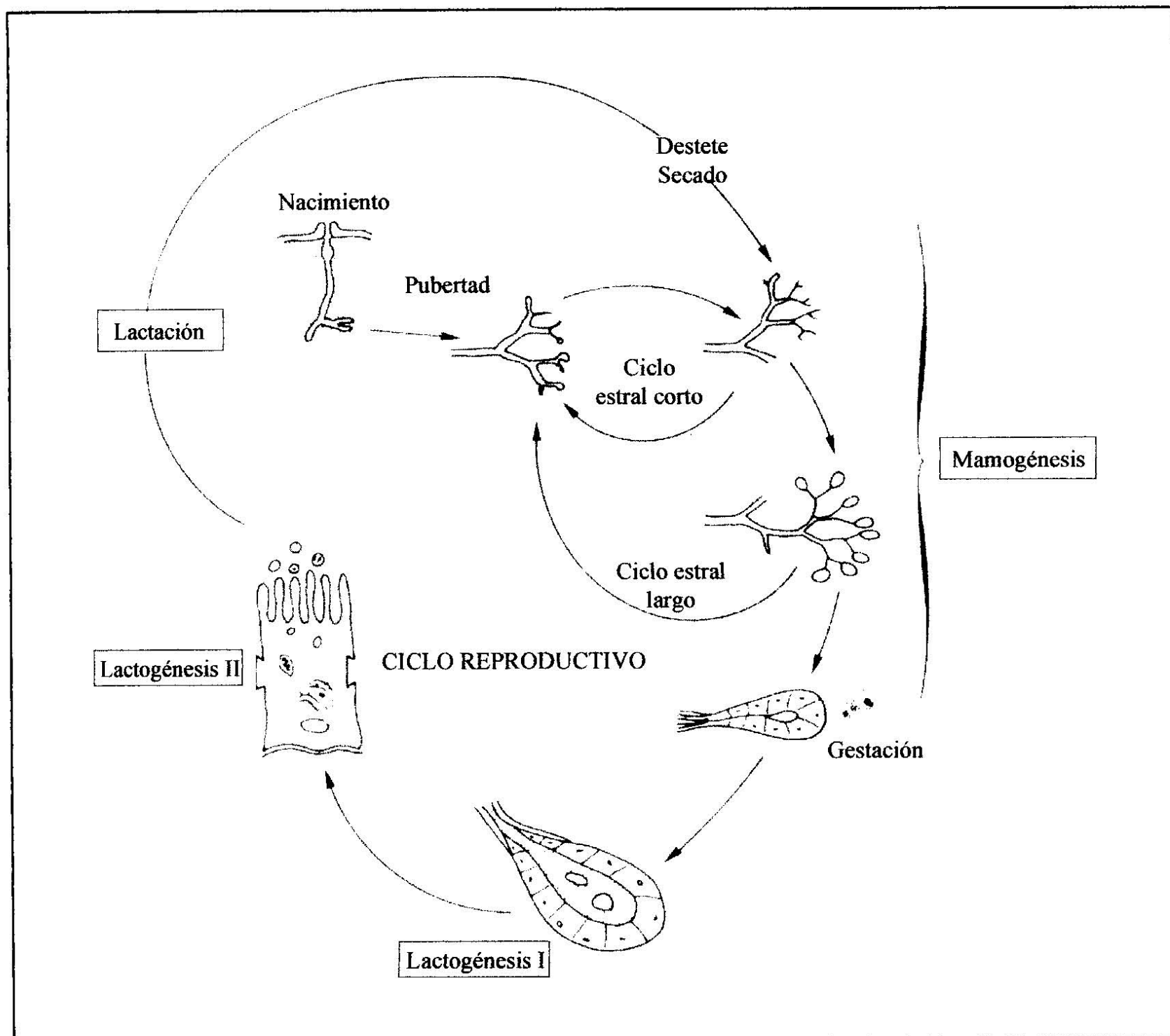


Figura 3. Desarrollo e involución del tejido alveolar de la glándula mamaria. Adaptado de Delouis et al. (1993).

2.1.3. Control hormonal de la mamogénesis

En todas las especies, el mantenimiento de la preñez es inicialmente dependiente de la secreción de progesterona proveniente del cuerpo lúteo. En la mayoría de las especies también la concentración de estrógenos se incrementa durante la preñez. Para ambos esteroides ováricos, la unidad fetoplacental comienza a ser el principal sitio de síntesis en las etapas más tardías de preñez como es en el caso de la oveja (Mephan, 1987).

El crecimiento y desarrollo de la glándula mamaria es controlado principalmente por estos niveles de esteroides en plasma, en asociación con las hormonas de las glándulas pituitaria y adrenal (Cowie et al., 1980) y/o lactógeno placentario (Mellor et al., 1987) que en la oveja tiene un incremento marcado en sangre durante la preñez. El máximo crecimiento de la ubre ocurre durante las últimas 6 semanas antes del parto, cuando las concentraciones en plasma materno de progesterona y lactógeno placentario incrementan a sus valores más altos (Mellor, 1988).

En cuanto a las hormonas adenohipofisarias, la prolactina, a pesar de sus concentraciones basales durante la mayor parte de la gestación, va a estimular el desarrollo del epitelio lóbulo-alveolar, la hormona del crecimiento, el crecimiento de los conductos, y la ACTH a través de los glucocorticoides de la glándula adrenal, estimulará en general el crecimiento mamario (Prieto, 1995).

Los esteroides sexuales son importantes durante la gestación (desde el ovario o la placenta) por estimular la liberación de prolactina y por acción directa sobre el parénquima mamario.

Numerosos factores pueden actuar en sinergia con algunas hormonas mamogénicas (prolactina y estrógeno) (Prieto, 1995), particularmente los factores de crecimiento como los IGF-1 (factor 1 de crecimiento similar a la insulina) que incrementan el crecimiento de la glándula mamaria (Isley et al., 1983 y Prosser et al., 1989 citados por Hall et al., 1992) mediante la inducción de la fase de síntesis de ADN en sus células (Delouis et al., 1993; Prieto, 1995). También la hormona de crecimiento induce la secreción de los IGF-1 desde el hígado o desde células en el estroma mamario (Tucker, 2000).

El rol mamogénico del lactógeno placentario en cabras es ilustrado por el hecho que hay una correlación positiva y significativa entre su concentración en el plasma de la

sangre durante la preñez tardía (por sí mismo correlacionado con el número de fetos en el útero) y el subsecuente peso de la glándula mamaria y producción de leche (Mephan, 1987).

2.2. LACTACION

2.2.1. Lactogénesis I y II

El inicio de la actividad de síntesis de la glándula mamaria durante la mamogénesis, caracteriza la lactogénesis o el inicio de la lactación. Se pueden distinguir dos estadios de lactogénesis. Durante la primera fase, lactogénesis I, las células alveolares mamarias se diferencian citológica y enzimáticamente, y hay una limitada producción de componentes de la leche que permanecen quiescentes en la luz del alvéolo. En la oveja esto ocurre alrededor de un mes antes del parto (Hartmann et al., 1973b).

La segunda fase, lactogénesis II, consiste en una elevada síntesis de leche y/o calostro que corresponde con una hipertrofia de la célula epitelial mamaria. Esta acumulación rápida de calostro ocurre entre 1 y 4 días antes del parto (Hartmann, 1973a; McCance et al., 1959) y puede demorarse hasta 1 día pos parto (Alexander et al., 1959).

Estas dos fases se demuestran en numerosos estudios a través de cambios en el contenido de ARN en la glándula mamaria, aparición de lactosa o proteínas específicas de la leche (como α -lactoalbúmina), en secreción mamaria, o en el plasma de la sangre.

Los requerimientos mínimos generales para la lactación y más específicamente la lactogénesis II involucran incrementos en la secreción de prolactina, glucocorticoides y estrógenos asociados con disminución en la secreción de progesterona.

2.2.2. Hormonas lactogénicas

No existe una única hormona que inicie la lactación, sino que una cascada de eventos ocurre en el sistema endocrino durante el período periparto que prepara a la glándula mamaria para la secreción de leche y/o calostro. Alguno de estos cambios son ilustrados en la Figura 4. La lactogénesis II ocurre simultáneamente con los cambios hormonales a causa del parto y básicamente combina la degradación de la progesterona (Neville et al., 2001) en presencia de altas concentraciones de prolactina y una adecuada concentración de cortisol.

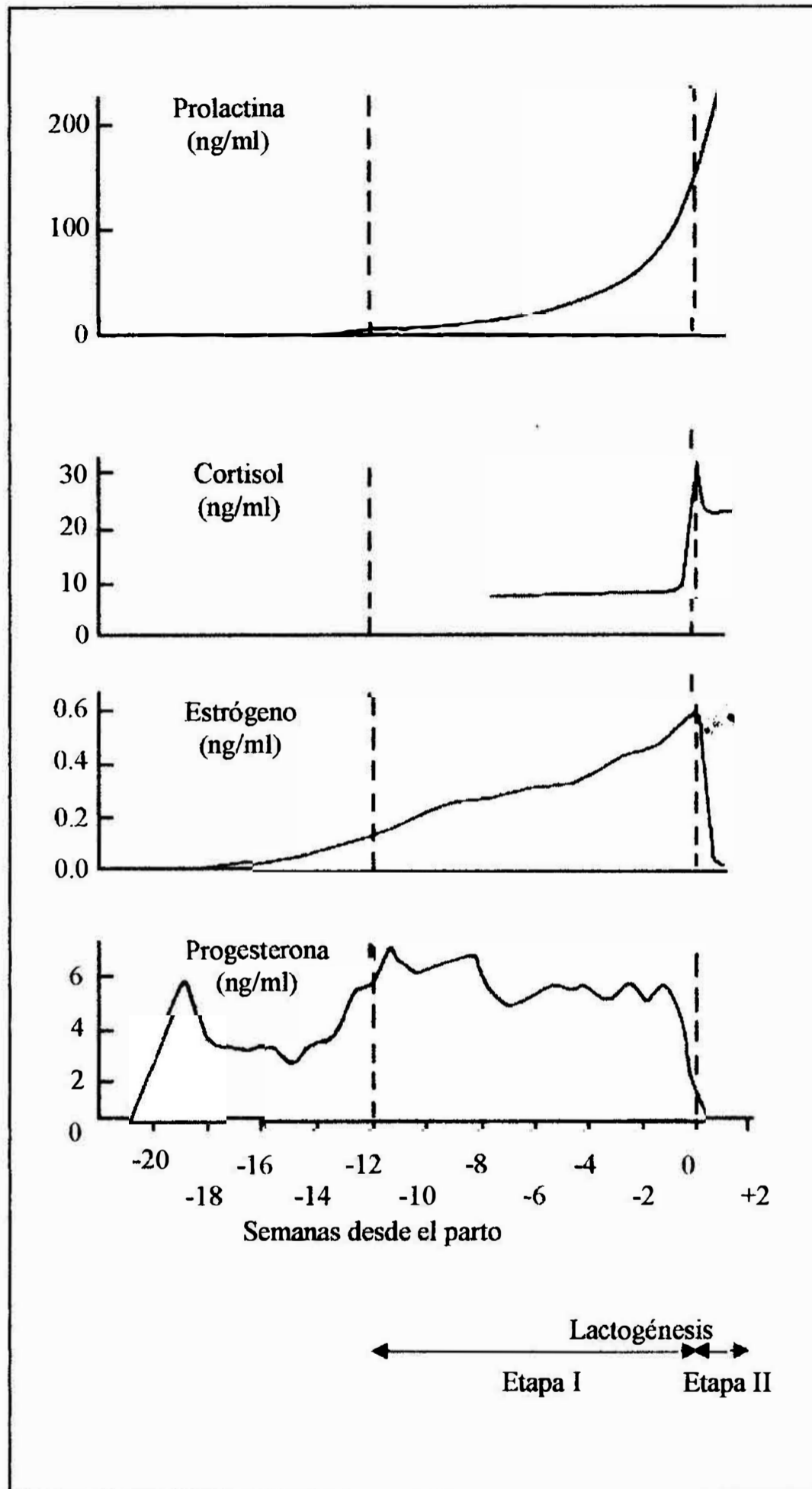


Figura 4. Lactogénesis I y II en cabras. Cambios en las concentraciones hormonales en sangre. Adaptado de Mephan (1987).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ZOOTECNICAS
 CARRILLO DE LA UNLP

2.2.2.1. Prolactina

La prolactina es la hormona lactogénica que inicia la síntesis de leche en muchas especies, incluyendo la oveja, así como las funciones mamogénicas ya mencionadas en la diferenciación y crecimiento glandular.

La prolactina es una hormona peptídica, adenohipofisiaria, cuyas concentraciones se mantienen en niveles basales estables durante la gestación y comienzan a elevarse unas semanas antes del parto para alcanzar un pico justo antes del mismo (Chamley et al., 1973).

El efecto lactogénico de la prolactina es directo a nivel celular epitelial y frecuentemente es acrecentado por la presencia de otras hormonas como corticoides y hormona de crecimiento, pero es inhibido por la progesterona (Delouis et al., 1993).

Una de las principales funciones intracelulares de la prolactina es el incremento del ARNm de la caseína, induciendo la transcripción del gen de la caseína y estabilizando el correspondiente en contra de su degradación (Tucker, 1994; Neville et al., 2001). La prolactina estimula la traducción de este ARNm, proceso que capta la toma de algunos precursores de la leche, como los aminoácidos (Prieto, 1995; Mephan, 1987, Delouis et al., 1993; Tucker, 1994). Otra de las funciones importantes de la prolactina es la inducción de la síntesis de α -lactoalbúmina, enzima principal del complejo lactosa-sintetasa (Khun, 1968 citado por Hartmann, 1973a), la cual es responsable de la síntesis de lactosa.

La hormona también interviene en la síntesis y secreción de componentes no proteicos de la leche, por ejemplo promoviendo la síntesis de lípidos, a través de la

enzima lipoproteína lipasa en el tejido mamario, y un concomitante decrecimiento de la actividad de la misma enzima en el tejido adiposo (Collier et al., 1984).

Si bien en la mayoría de las especies la prolactina es esencial para el comienzo de la lactación, en lo referente al papel de la hormona en el mantenimiento de la misma, en los rumiantes la supresión de su secreción no tiene ningún efecto, como en la vaca y la cabra, o inhibe solo parcialmente la lactación como en la oveja (Cowie et al., 1980).

Como fue mencionado, los efectos lactogénicos de la prolactina son sujetos a modulaciones con otras hormonas. Los corticoides tienen un efecto sinérgico con la misma, induciendo la diferenciación del retículo endoplasmático rugoso y aparato de Golgi en células secretoras, permitiendo de esta forma la posterior inducción de síntesis de proteínas lácteas (caseína, α -lactoalbúmina) por parte de la prolactina (Mephan, 1987).

2.2.2.2. Progesterona

La lactogénesis II está relacionada negativamente con la concentración plasmática de progesterona (Nicholas et al., 1981; Hall et al., 1990 citado por Hall et al., 1992; Neville et al., 2001; Banchemo et al., 2005a). Altos niveles de progesterona durante la gestación bloquean el inicio de la lactación. Para que ocurra la lactogénesis II, la concentración de progesterona en plasma tiene que ser alrededor de 1 ng/ml (Hartmann et al., 1973b).

Uno a cuatro días previos al parto hay un rápido descenso en la concentración de progesterona en el plasma periférico, el cual fue asociado con el aumento rápido en la concentración de la lactosa en la secreción mamaria (Hartmann et al., 1973b; Khun et al., 1980).

La caída de la producción de progesterona placentaria se origina por la elevación de la concentración del cortisol fetal pre-parto (Mephan, 1987; Flint, 1975 citado por Mellor, 1988). Éste aumenta la actividad de ciertas enzimas placentarias que aceleran el pasaje de progesterona a estrógeno aumentando la producción de este último (Mephan 1987; Mellor, 1988).

La caída de progesterona también permite aumentar el flujo sanguíneo mamario, y así aumentar los sustratos metabólicos hacia la ubre (Burd, 1978 citado por Mellor, 1988), para esto la concentración de progesterona en plasma tiene que estar por debajo del umbral de 10 ng/ml (Burd, 1978 citado por O'Doherty et al., 1996).

La progesterona inhibe los efectos lactogénicos de la prolactina. El complejo progesterona-receptor entra al núcleo e interfiere en la transcripción de genes que codifican para ARNm de la caseína y α -lactoalbúmina. Al remover los efectos de la progesterona es posible la síntesis de lactosa (Delouis et al., 1993; Mephan, 1987; Denamur y Delouis, 1972 citado por Hartmann et al., 1973).

Otro efecto de la progesterona es suprimir la habilidad de la prolactina de incrementar la cantidad de sus receptores en la glándula mamaria (Delouis et al., 1993; Djiane, 1977 citado por Tucker, 2000).

Además la progesterona tiene afinidad por los receptores de glucocorticoides y puede bloquear así la actividad lactogénica de los glucocorticoides (Mephan, 1987; Collier, 1978 citado por Tucker, 2000; Tucker, 1994).

2.2.2.3. Otras hormonas

Los estrógenos y la progesterona actúan normalmente en forma integrada, y dependiendo de la proporción de los niveles circulantes de ambas hormonas, pueden actuar en forma sinérgica o antagónica en la regulación de la secreción de la prolactina. Así, los estrógenos estimulan la síntesis, secreción y almacenamiento de la prolactina, y a pesar de sus incrementos progresivos al final de la gestación, la prolactina no permite la síntesis de leche hasta el pre-parto, coincidiendo con la caída de los niveles de progesterona (Prieto, 1995).

Los estrógenos actúan en por lo menos dos vías en el inicio de la lactación. Por un lado, en varias especies causan la liberación de la prolactina desde la glándula pituitaria anterior a la sangre (Chamley et al., 1973); y por otro lado, incrementan el número de receptores de prolactina en células mamarias (Tucker, 2000).

En cuanto a la hormona de crecimiento, a pesar que se ha demostrado que aumenta las propiedades lactógenas de la prolactina y el cortisol, su papel en la primera etapa de lactogénesis no ha sido completamente establecido. En contraste, en rumiantes en la lactación establecida tiene un papel preponderante (Cowie et al., 1980), distribuyendo la energía disponible y captándola de los diferentes tejidos hacia la glándula mamaria (Prieto, 1995).

En la cabra y en la oveja, la prolactina, hormona de crecimiento, adenocorticotropa y tiotropina son todos requeridos para restablecer una alta producción de leche, pero una vez que ésta ha sido alcanzada, altas producciones podrían continuar en la ausencia de prolactina (Cowie et al., 1980).

La insulina, aunque está involucrada en la partición de nutrientes no interviene en la toma de glucosa, acetato, β hidroxibutirato, triglicéridos, y aminoácidos en el tejido mamario de rumiantes. Así parecería que los efectos primarios de la insulina durante lactación no son directamente mediados a nivel de la glándula mamaria de rumiantes. Por lo tanto ha sido sugerido que el tejido mamario del rumiante requiere solo de una concentración basal mínima de insulina para lactación (Tucker, 1994; Tucker, 2000).

2.2.3. Productos de secreción

2.2.3.1. Leche

La leche es el producto de secreción de la glándula mamaria, y está constituida por una fase acuosa (suero) y una fase sólida. Ésta contiene agua, carbohidratos (principalmente lactosa), proteínas (tales como caseínas, α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina sérica e inmunoglobulinas), grasas (triglicéridos, fosfolípidos, colesterol y ácidos grasos libres), vitaminas y minerales. También contiene en cantidades variables hormonas (como prolactina y hormona de crecimiento) y factores de crecimiento como los IGFs (Delouis et al., 1993; Mephan, 1987).

El agua es el principal componente, constituyendo alrededor del 80 % del volumen de la leche, y está regulada de acuerdo con el contenido de lactosa, siendo éste correlativo con la tasa de síntesis de la enzima α -lactoalbúmina.

Las principales proteínas de la leche son las caseínas, las cuales son específicas de la célula mamaria y representan entre el 80 y 90% del total de proteínas de la leche (Delouis et al., 1993). Las caseínas consisten en una mezcla de diferentes proteínas, entre las cuales las principales son la α , β y κ caseína. Estas son fosfoproteínas hidrofóbicas que se encuentran en la forma de partículas coloidales, llamadas micelas.

Las micelas aparecen compuestas de submicelas de caseinato de calcio limitadas por fosfatos de calcio. Las κ caseínas tienen un importante rol en mantener la estructura micelar y son hidrolizadas por la acción de la enzima renina, que se encuentra en el intestino de la cría, perdiendo de esta forma su propiedad estabilizadora precipitándose en su cuajado característico (Mephan, 1987).

El resto de las proteínas de la leche son las llamadas proteínas del suero de la leche, dado que permanecen en solución cuando se precipitan las caseínas. En éstas se incluyen varios tipos, algunas de las cuales son específicas de la glándula mamaria como las β -lactoglobulinas y α -lactoalbúmina, mientras que otras tales como las inmunoglobulinas y albúminas séricas son las mismas de la sangre. La β -lactoglobulina es la principal proteína del suero de leche de oveja y de vaca. También dentro de las proteínas del suero se encuentran las lactoferrinas y transferrinas, glucoproteínas de membrana y enzimas como la galactosil transferasa y lactoperoxidasas entre otras (Mephan, 1987).

En cuanto a los lípidos de la leche, son el componente más variable de la misma, están presentes como glóbulos de grasa rodeados por membranas con altas cantidades de fosfolípidos. La principal clase de lípidos son los triglicéridos que representan cerca del 98 % del total. El 2 % restante está compuesto por diacilgliceroles, colesterol, fosfolípidos y ácidos grasos libres. La fracción de triglicéridos de la leche en rumiantes tiene una concentración más alta de ácidos grasos de cadena corta (< 9 carbonos) con respecto a los no rumiantes, y también contiene menores cantidades de ácidos grasos poliinsaturados. (Mephan, 1987).

La lactosa es el principal y más distintivo carbohidrato de la leche. Este disacárido es sintetizado de la glucosa y de la UDP galactosa en la presencia del complejo

enzimático lactosa sintetasa. La lactosa es hidrolizada en el intestino por la enzima lactasa y es sujeta a fermentaciones microbianas produciendo ácido láctico.

2.2.3.2. Calostro

El calostro es la primer leche consumida por el recién nacido, y se forma y almacena en la glándula mamaria durante la preñez tardía (Linzell et al., 1974) siendo éste secretado durante 2 a 3 días después del parto (Delouis et al., 1993).

En general, el calostro tiene concentraciones más altas de proteínas (principalmente inmunoglobulinas), sodio y cloro, y concentraciones más bajas de lactosa y potasio que la leche secretada en la lactación establecida (Cowie et al., 1980; Linzell et al., 1974). Algunas de estas diferencias se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición aproximada (%) del calostro y de la leche.
Adaptado de Ruckebusch (1991) (a); Dukes (1981) (b) y Gutiérrez (1991) (c)

	Calostro		Leche	
	(a)	(b)	(c)	
Grasa	17.7	10.4	7.5	
Proteína	20.1	6.8	6.0	
Lactosa	2.2	3.7	4.1	
Cenizas	1.0	0.9	-	
Agua	58.8	78.2	81.3	

El calostro provee al recién nacido con inmunoglobulinas, agua y nutrientes.

Las inmunoglobulinas son un grupo heterogéneo de glucoproteínas. Las principales inmunoglobulinas del calostro son G, A y M. Las inmunoglobulinas G son las de mayor cantidad y son derivadas directamente desde la sangre (Mephan, 1987).

Además de su importante rol nutricional, el calostro le transfiere anticuerpos (inmunidad pasiva) desde la madre para la cría antes que su propia protección inmunológica comience a funcionar. Este es el caso de especies como los rumiantes que tienen una placenta del tipo epiteliochorial, donde no hay transferencias antes del nacimiento (Delouis et al., 1993; Brambell, 1970 citado por Linzell et al., 1971).

Para que la inmunidad pasiva sea efectiva es necesario que la mucosa intestinal del recién nacido sea permeable a moléculas de inmunoglobulinas. En rumiantes el período de permeabilidad a las macromoléculas pos-parto es de 24 a 36 horas (McCarthy, 1953 citado por Campbell et al., 1977; Brambell, 1958 citado por Lecce et al., 1962). La cantidad de inmunoglobulinas disponible para el cordero es drásticamente reducida en 12 a 18 horas después del primer amamantamiento o entre las primeras 10 horas (O'Doherty et al., 1997).

El calostro y la leche, además de las inmunoglobulinas, pueden ser fuentes ricas de varias sustancias que exhiben actividad antimicrobial, como por ejemplo las proteínas lactoferrinas y el sistema lactoperoxidasa. (Cowie et al., 1980; Neville et al., 2001).

Una de las funciones importantes del calostro es proveer al recién nacido con agua y combustible para la producción de calor (Mellor et al., 1986b) siendo la fuente de energía principal la lactosa y los lípidos del mismo, debido a que el catabolismo proteico es prácticamente insignificante en los recién nacidos (Mellor et al., 1986a).

Además el calostro es también un laxante, que ayuda a remover el meconio desde el intestino del cordero (Treacher, 1973 citado por Pattinson et al., 1995).

2.3. MECANISMOS DE SINTESIS Y SECRECIÓN DE LOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE LECHE Y/O CALOSTRO

Existe una vía de difusión directa entre el fluido extracelular y el lumen del alvéolo mamario, a través de uniones denominadas “tight” o zonas ocluidas (Figura 5). Estas uniones de membrana “cementan” las células alveolares vecinas, si bien pueden estar verdaderamente bien cerradas, o permeables (Mephan, 1987).

Esta vía paracelular es evidenciada en la preñez tardía por el pasaje de sodio y cloro hacia la leche almacenada en la glándula y de lactosa y potasio hacia el fluido extracelular. Otro hecho que demuestra la existencia de esta vía, es la aparición de la lactosa en la orina pre-parto, la cual es filtrada por los riñones luego de haber pasado a la sangre. Sin embargo, ninguna conexión directa entre los dos lados del epitelio es suficientemente grande para permitir el pasaje de proteínas en cantidades significativas, porque la concentración de inmunoglobulinas en el calostro puede ser tan alta como 20 % (Linzell et al., 1974).

La vía paracelular explica el equilibrio parcial que se da entre la leche y el fluido extracelular en las glándulas que tienen mastitis, donde la leche tiene mayores concentraciones de sodio y cloro y menores concentraciones de lactosa y potasio que la leche normal (Mephan, 1987).

Cuando se aproxima el parto, las uniones “tight” del epitelio secretor dejan de estar permeables y pasan a estar cerradas, manteniéndose así durante la lactación. Pitelka et al. (1973) citado por Linzell et al. (1974), lo confirmaron al analizar la ultraestructura de tejido mamario en ratones, extraído previa y posteriormente al parto.

La composición de la secreción mamaria comienza a cambiar alrededor del parto. Con el cierre de las uniones “tight” de las células vecinas, que se da con el comienzo de

la lactogénesis II (Nguyen et al., 2001 citado por Banchemo, 2003b), se puede mantener una composición diferenciada entre el fluido extracelular y la leche. Así, los cambios en la composición continúan gradualmente hasta llegar a la leche verdadera.

Si se ordeña regularmente una de las mamas antes del parto, la composición del calostro de la mama ordeñada cambia progresivamente a leche normal, sin afectar la composición de la secreción de la otra mama (Linzell et al., 1974). Linzell et al. (1974) propusieron que una sustancia producida en la glándula mamaria, o acumulada por ella, actúa sobre el epitelio secretor para mantener la vía paracelular. En los ordeños pre-parto la sustancia es removida en mayores cantidades que en la que es producida, por lo que la composición de la leche cambia en la glándula ordeñada. Nguyen (1998) citado por Banchemo (2003b) propuso que la degradación de la progesterona es la que activa el cierre de las uniones “tight”, en el tejido epitelial mamario al final de la preñez.

2.3.1. Lactosa

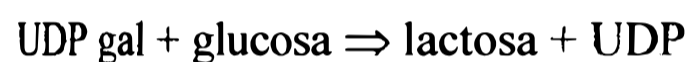
La lactosa es sintetizada en las células secretoras mamarias, dentro de la vesícula del aparato de Golgi, por la enzima lactosa sintetasa, desde la glucosa tomada de la sangre (Cowie et al., 1980; Khun et al., 1980).

La membrana del aparato de Golgi y la membrana apical de las células secretoras mamarias son impermeables a la lactosa, pero son permeables al agua (Cowie et al., 1980), por lo que el agua entra a la vesícula para balancear las fuerzas osmóticas. Como la lactosa es el principal componente osmóticamente activo en la leche, la cantidad de lactosa sintetizada es la principal responsable del volumen de la leche producida (Atwood et al., 1995).

Para la síntesis de una molécula de lactosa se necesitan dos moléculas de glucosa. Una de éstas es convertida a glucosa 6 fosfato (G 6-P), glucosa 1 fosfato (G 1-P), uridin

5' di fosfo glucosa (UDP glu), y luego uridin 5' di fosfo galactosa (UDP gal) en el citosol. La UDP gal es transportada al lumen del aparato de Golgi utilizando energía, lo que podría limitar la síntesis de lactosa, si se compara con la otra molécula de glucosa, que entra ayudada por un transportador que no requiere energía y aparentemente no limita la síntesis de lactosa. Sin embargo es afectado por el nivel de glucosa en el citoplasma, y éste por la toma de glucosa desde la sangre (Shennan, 2000 citado por Banchemo, 2003b).

La galactosil transferasa, enzima que está unida firmemente al interior de la superficie de la membrana del Golgi, al asociarse con la α -lactoalbúmina, cambia su especificidad requerida para la síntesis de lactosa (Mephan, 1987). Así la reacción final catalizada por la lactosa sintetasa (α lactoalbúmina + galactosil transferasa) es:



Como la membrana del aparato de Golgi no es permeable a la UDP, ésta es dividida a fósforo inorgánico y uridin mono fosfato (UMP), que pasan al citosol, donde la UMP es refosforilada a UDP y luego a UTP, para ser utilizada en la conversión de G1-P a UDP glu (Khun et al., 1980).

Finalmente, el contenido de la vesícula del Golgi, es secretado al lumen alveolar por exocitosis (Atwood et al., 1995).

Debido a que la glucosa es el principal precursor de la lactosa (Khun et al., 1980) y cerca del 80 % del carbono de la lactosa proviene de la glucosa de la sangre en cabras (Mephan, 1987) y además la lactosa es el principal regulador de la toma mamaria de agua (Rigout et al., 2002), la cual compone más del 80 % del volumen de la leche (Mephan, 1987), es claro que el factor que limita la síntesis de lactosa de la leche (y el

volumen de la leche) en rumiantes, es la disponibilidad de glucosa para la síntesis de lactosa.

2.3.1.1. Glucosa

En los últimos días pre-parto hay un brusco incremento en la demanda de glucosa, que ocurre sin ningún incremento en el consumo voluntario. En la cabra esta magnitud es tan grande como la producción de glucosa de todo el cuerpo de una cabra no preñada y no lactante en mantenimiento (Banle, 1969 citado por Bell et al., 1997).

La concentración de glucosa en plasma se incrementa al final de la preñez (O'Doherty et al., 1998). Algunos de los factores que explican esto son el estrés del parto inminente y secreción fetal de glucocorticoides, una menor actividad de la insulina alrededor del parto (Metz, 1977 citado por O'Doherty et al., 1998) y niveles de glucocorticoides aumentados (Adams, 1970 citado por O'Doherty et al., 1998).

El suministro de la glucosa se puede incrementar mejorando la producción de ácido propiónico, que es el principal precursor de la gluconeogenesis hepática, o aumentando el almidón que se digiere y absorbe como glucosa a nivel del intestino (Knowlton et al., 1998 citado por Rigout et al., 2002).

2.3.2. Proteína

Las proteínas de la leche y/o calostro son derivadas de dos fuentes, algunas son sintetizadas por las células epiteliales de la glándula mamaria (caseínas, α lactoalbúmina y β lactoglobulina), y otras son derivadas como tal desde el plasma (albúminas e inmunoglobulinas) (Barry, 1961 citado por Linzell et al., 1971).

Las inmunoglobulinas son sintetizadas por los linfocitos del plasma y son derivadas directamente desde la sangre, aunque las inmunoglobulinas A son derivadas parcialmente de la síntesis intramamaria. La entrada hacia la célula posiblemente sea mediante la unión a receptores situados en la membrana (Mephan, 1987) y pasan con la ayuda de un mecanismo de transporte activo (Butler, 1974 citado por Banchemo, 2003b).

Las proteínas específicas de la leche son sintetizadas en el retículo endoplasmático rugoso, después de su síntesis pasan al aparato de Golgi, donde las caseínas forman las micelas dentro de las vesículas (Cowie et al., 1980), en las cuales son transportadas hasta la membrana apical (Mephan, 1987) donde las vesículas descargan su contenido en el lumen alveolar por un proceso contrario a la pinocitosis (Bargmann et al., 1961 citado por Linzell et al., 1971).

2.3.3. Grasa

La grasa de la leche está constituida principalmente por triglicéridos que derivan desde la dieta o son sintetizados en la glándula mamaria (Cowie et al., 1980).

La ubre remueve cantidades significativas de acetato, β hidroxibutirato, ácidos grasos libres, triglicéridos desde quilomicrones y lipoproteínas de baja densidad y una pequeña cantidad de glicerol libre. La extracción de los triglicéridos desde las partículas grandes (quilomicrones y lipoproteínas de baja densidad) se hace mediante la acción de la enzima lipoproteína lipasa, que está presente en altas concentraciones en la sangre de la vena mamaria (Mephan, 1987).

Los ácidos grasos de cadena larga (todos los que tienen un largo de cadena de 18 carbonos y parte de los que tienen 16 carbonos), que comprende a los liberados por la

lipólisis, y otros ácidos grasos libres, cruzan la membrana basal de la célula por difusión y/o mediación de transportadores (Mephan, 1987).

Los ácidos grasos sintetizados en las células mamarias son aquellos que tienen un largo de cadena de 4 a 14 carbonos, y parte de los que tienen 16 carbonos (Linzell et al., 1971). Los precursores para sus síntesis son el hidroxibutirato y el acetil CoA, siendo este último derivado de la activación del acetato y como es formado en el citosol es usado directamente para la síntesis de los ácidos grasos (Mephan, 1987).

El sitio donde se forman los lípidos de la leche es el retículo endoplasmático rugoso (Stein y Stein, 1967 citados por Linzell et al., 1971). Los lípidos se van asociando hasta formar gotas de grasa, las cuales se desplazan hacia el ápice de la célula y pasan al lumen alveolar por exocitosis.

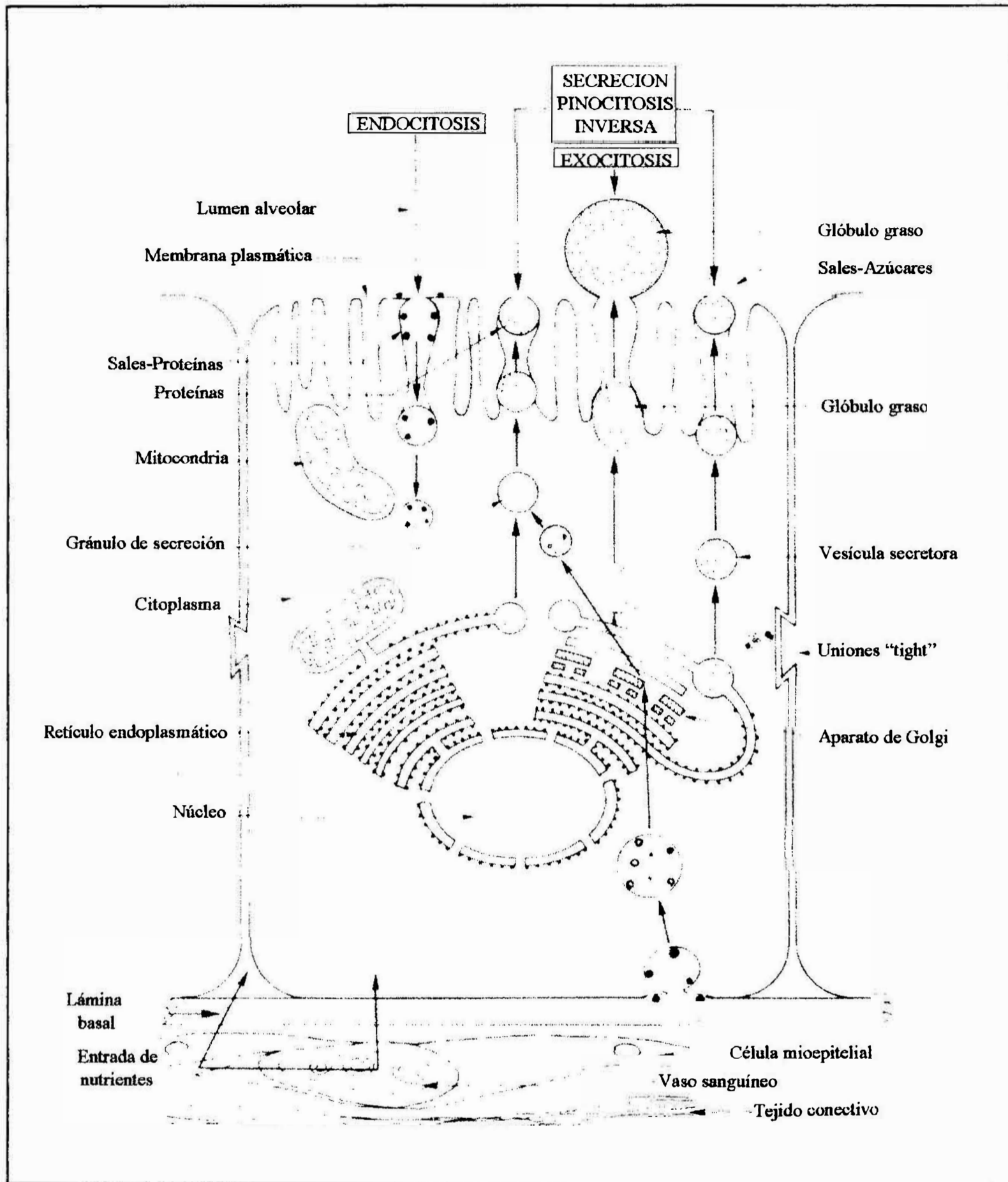


Figura 5. Estructura y función de la célula epitelial mamaria. Adaptado de Delouis et al. (1993).

2.4. ADAPTACIONES METABOLICAS PARA EL SUMINISTRO DE NUTRIENTES A LA GLANDULA MAMARIA

Al parto, la glándula mamaria alcanza prioridades metabólicas sobre otros tejidos maternos para la síntesis y secreción de leche (Bell, 1995). Los principales cambios son un aumento en el flujo de sangre hacia el tejido mamario, una disminución en el uso de nutrientes por tejidos periféricos, como por ejemplo se da con la disminución en la toma de glucosa por el músculo y el tejido adiposo (Annison, 1990 y Bell, 1993 citados por Bell et al., 1997), y un aumento en el metabolismo de la glándula mamaria, dado por cambios en la concentración de hormonas en la sangre y alteraciones en la sensibilidad de tejidos a determinadas hormonas, ya sea por la cantidad de receptores o por su disponibilidad (Collier et al., 1984).

La toma de glucosa mamaria es también relativamente independiente de la glicemia arterial (Miller, 1991 citado por Bell et al., 1997), presumiblemente porque es regulado principalmente por la demanda intramamaria.

La somatotropina (hormona de crecimiento) es el principal regulador homeorético que favorece la partición de nutrientes hacia la glándula mamaria a expensas de otros tejidos (Collier et al., 1984; Bell et al., 1997).

2.5. REQUERIMIENTOS DE CALOSTRO DEL CORDERO

Los corderos nacen con sus propias reservas energéticas (glucógeno y grasa marrón alrededor de los riñones) pero son limitadas (Nowak et al., 2000) y están destinadas a ser utilizadas inmediatamente luego de nacidos y previo a mamar para generar calor, intentar pararse, caminar e intentar mamar. Por esta razón, los corderos deben mamar cuanto antes para reponer la energía utilizada en mantenerse caliente, levantarse y buscar la ubre. Los corderos mellizos nacen con menores reservas en forma

de tejido adiposo comparados con los corderos únicos debido a que el peso al nacimiento es menor (Mellor et al., 1985a).

Aun los corderos que nacen con las reservas de energía completas, pueden morir de inanición si el suministro de calostro no es el adecuado (Mellor, 1983 citado por Mazzone et al., 1999). Otras consecuencias del suministro inadecuado de calostro podrían ser una inapropiada conducta maternal (Alexander et al., 1989 citado por Holst et al., 1996) o del cordero (O'Connor y Laurance 1992 citados por Holst et al., 1996), bajos niveles de inmunoglobulinas en el suero (Khalaf et al., 1979 citado por Holst et al., 1996), e hipotermia (Mellor et al., 1985a).

El calostro disponible al parto es el más importante para cubrir los requerimientos de inmunoglobulinas del cordero, debido a que la permeabilidad del intestino del cordero a las inmunoglobulinas comienza a decrecer a las 6 horas de vida (Pattinson et al., 1995). Un fracaso en la alimentación durante este período podría dificultar la obtención de suficiente inmunoglobulinas posteriormente (O'Doherty et al., 1997; Shubber et al., 1979). Las bajas concentraciones en suero de inmunoglobulinas G en corderos recién nacidos han sido asociadas con incrementos en susceptibilidad a enfermedades y pérdidas por muerte (McGuire et al., 1976 citado por Gilbert et al., 1988).

La cantidad de calostro para cubrir los requerimientos energéticos es mayor que para los requerimientos de inmunoglobulinas (Pattinson et al., 1995), por lo tanto las necesidades del cordero dependen de cuanto combustible requiere para producir calor (Mellor et al., 1985a) y todo factor que haga aumentar la producción de calor (ej.: exposición al frío) incrementaría sus requerimientos. Alexander (sin publicar), citado por McCance et al. (1959) sugirió que la cantidad de calostro necesaria para el cordero se incrementa en 150 % cuando hay viento y el cordero está mojado.

En las primeras 18 horas de vida los corderos deben consumir 210 g por kilo de peso corporal para ganancia de peso si se encuentran en condiciones de campo (0 – 10°C, viento y lluvia), pero los requerimientos disminuyen si están estabulados (quietos, aire seco y 2 – 10°C) a 180 g por kilo de peso corporal (Mellor et al., 1985a), y al momento del parto ya deben estar disponibles 50 g por kilo de peso vivo del cordero (Robinson et al., 2002).

El contenido de proteína del calostro puede ser ignorado como una fuente de energía, en vista del insignificante catabolismo en el cordero recién nacido, por lo tanto la lactosa y los lípidos son los sustratos más importantes. Teniendo en cuenta que la energía contenida en la lactosa es de 17.2 KJ/g y en los lípidos de 38.9 KJ/g (White et al., 1964 citados por Mellor et al., 1986a), para un calostro que contenga 35 g/l de lactosa y 120 g/l de lípidos, el contenido de energía es de 5.27 MJ/l y un cordero requiere 0.035 MJ por cada kilo de peso vivo y por hora, solamente para destinarlo a su mantenimiento cuando la temperatura es de 8° C (McCance et al., 1959).

2.6. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE CALOSTRO

2.6.1. Factores nutricionales

La nutrición de la oveja en preñez tardía es de los factores más preponderantes que afectan la producción de calostro. McCance y Alexander (1959) concluyeron que en ovejas Merino pobremente alimentadas en preñez tardía, el comienzo de la lactación es retrasado y la producción de leche es reducida, pudiendo esto disminuir sustancialmente las chances de sobrevivencia de los corderos recién nacidos.

La subnutrición en preñez tardía retrasa la disminución pre-parto de la concentración de progesterona en plasma maternal (Mellor, 1988; Brockhus et al., 1988). Como la progesterona puede antagonizar las acciones de estrógenos que son

requeridas para iniciar la conducta maternal y además inhibe las acciones lactogénicas de la prolactina, la más pobre performance materna y perjudicada lactogénesis en ovejas subalimentadas podrían ambos ser debido parcialmente a estos retrasos de degradación de la progesterona (Mellor, 1988).

Estos efectos nutricionales sobre el retraso de la lactogénesis y por ende en la producción de calostro se ven particularmente reflejados en aquellas ovejas gestando más de un cordero, ya que antes del parto los niveles de concentración plasmática de progesterona fueron generalmente más altos en ovejas melliceras que en las ovejas con cordero único (Chamley et al., 1973). La presencia de más de una placenta en las gestaciones múltiples es parte de la explicación. Estas ovejas frecuentemente pierden un cordero de la camada (Stevens et al., 1982, citado por Holst et al., 1996) y es posible que la nutrición subóptima de la oveja preparto pueda reducir la disponibilidad y así el consumo de calostro por cordero individualmente.

Un factor que está relacionado indirectamente con la producción de calostro es la viscosidad del mismo, que se mide a través de una escala subjetiva. La viscosidad varía significativamente con la concentración de progesterona al parto y el peso del calostro. Un score de viscosidad bajo del calostro, indica un retraso en el comienzo de la lactogénesis, un menor volumen en el calostro producido y de mayor viscosidad (Hall et al., 1992; McCance et al., 1959). La baja viscosidad se la asocia con altos niveles de lactosa, ya que la misma, como se mencionó, es el principal regulador osmótico de la leche.

2.6.2. Factores no nutricionales

2.6.2.1. Carga fetal

Otro de los factores que afectan la producción de calostro es el tamaño de camada, generalmente las ovejas gestando mellizos tienen una mayor producción de calostro que las gestando corderos únicos (Alexander et al., 1959; Shubber et al., 1979) y también tienen una mayor concentración de IgG (Gilbert et al., 1988), pero el inicio de la lactación está más retrasado en las melliceras, ya que antes del parto los niveles en concentración plasmática de progesterona fueron generalmente más altos en las melliceras que en las con corderos único (Chamley et al., 1973). Esto implica que los corderos tengan menos disponibilidad de calostro al momento del parto y a su vez éste es de mayor viscosidad, lo que dificultaría el amamantamiento.

2.6.2.2. Condición corporal

La condición corporal previa al parto es también otro factor que afecta la lactogénesis y la producción de calostro. Las ovejas con adecuadas reservas corporales pueden movilizar tejido adiposo cuando la energía que obtienen de los alimentos no cubre los altos requerimientos del feto (Robinson et al., 2002), el desarrollo de la glándula mamaria y la síntesis de calostro. Pero si la condición corporal es excesivamente alta puede tener efectos negativos, ya que se pueden acumular altos niveles de progesterona en el tejido adiposo y cuando éste se moviliza puede ser una fuente indeseable de progesterona (Mc Cracken, 1964 citado por Bançhero et al., 2002b). Esto ocurre principalmente en ovejas con muy buena condición corporal al final de la gestación que son más propensas a sufrir una disminución en el consumo voluntario (Oddy, 1991 citado por Bançhero et al., 2002b). Bançhero et al. (2003a) obtuvieron una interacción significativa entre la condición corporal y la carga fetal. Las ovejas gestando corderos mellizos con una condición corporal adecuada (2.5 ± 0.10)

produjeron 75% más de calostro que las ovejas gestando corderos mellizos en moderada-baja condición corporal (1.6 ± 0.07). Por otro lado, las ovejas gestando corderos únicos en buena condición corporal (2.7 ± 0.05) produjeron 30 % menos calostro que las ovejas en condición corporal moderada-baja (1.6 ± 0.04). En otro experimento similar cuando la condición corporal fue muy alta (>2.5) afectó negativamente la producción de calostro tanto en únicas como en melliceras (Banchemo, 2002 en prensa citado por Banchemo et al., 2002b) siendo el factor más importante una reducción en el consumo del orden del 40 % en los últimos días de gestación.

2.6.2.3. Otros factores no nutricionales

El potencial de producción de calostro está definido por el genotipo de los animales y varía de acuerdo a su selección para la producción de lana, carne o leche y entre las diferentes razas.

La producción de calostro incrementa con la edad de la oveja (Murphy et al., 1996) hasta la tercera o cuarta lactancia, donde se da el pico de producción (Epstein, 1985 citado por Banchemo, 2003b).

Otro factor que afecta la producción de calostro es el largo del intervalo entre los sucesivos ordeños, cuanto mayor sea el intervalo, la producción podría verse disminuida (Mc Cance, 1959 citado por Mellor et al., 1986b).

2.7. COMO AUMENTAR LA PRODUCCION DE CALOSTRO MEDIANTE LA NUTRICION

Existe una fuerte relación entre la nutrición durante la gestación y el inicio de la lactación. Khalaf et al. (1979) encontraron que con una mala alimentación durante las últimas 8 semanas de gestación, una oveja de cada tres no produjo suficiente calostro a

12 horas del parto, y Mellor et al. (1985b) encontraron que una mala nutrición durante las últimas 6 semanas de gestación deprime el desarrollo de la ubre y la acumulación prenatal de calostro, así como su subsecuente producción durante las 18 horas pos-parto.

En ovejas gestando corderos únicos o mellizos con acceso a pasturas con alta disponibilidad y/o calidad la producción de calostro puede no ser suficiente para su cría (Hall et al., 1992; Murphy et al., 1996; McNeill et al., 1998; Banchemo, 2003b). Esto puede estar explicado parcialmente porque en la preñez tardía, cuando se requiere energía extra y proteína (NRC, 1985) para el crecimiento y mantenimiento del complejo útero-fetal y la glándula mamaria, como también para la producción de calostro, el consumo de forraje generalmente decrece (Weston, 1982 citado por Weston, 1988), debido principalmente a la presión que ejerce el útero y la grasa abdominal sobre el rumen (Forbes, 1968), por lo que las ovejas con gestación múltiple serían las más afectadas, porque su consumo se ve más disminuido por la presencia de más de un feto, y porque a su vez son las que tienen mayores requerimientos de energía (MAFF, 1975; O'Doherty et al., 1998).

En el Cuadro 2 se presenta la producción de calostro acumulado al parto de ovejas únicas y melliceras de algunos de estos autores. En éstos las ovejas estaban pastoreando pasturas de buena disponibilidad y/o calidad o estaban encerradas alimentadas con forraje conservado, siendo siempre la oferta de alimentos adecuada para cubrir los requerimientos de las ovejas en preñez tardía (MAFF, 1975). Si consideramos los requerimientos de calostro de los corderos al parto de 50 g/Kg de peso vivo, citados anteriormente, para afrontar las primeras horas de vida, observamos que la producción de calostro de las ovejas con mellizos es insuficiente para cubrirlos en todos los casos. En cambio en las ovejas con cordero único, en la gran mayoría de los experimentos posiblemente les daría para cubrir los requerimientos siempre y cuando las condiciones ambientales fueran las adecuadas.

Cuadro 2. Producción y requerimiento de calostro al parto, peso del cordero para diferentes razas y tipo de parto en algunos experimentos.

Raza	Tipo de parto	Requerimiento de calostro al parto (g)	Peso del/los cordero/s (Kg)	Producción de calostro (g)	Autor
Merino	único	235	4.7	238	Banchero, 2003b
	mellizo	380	3.8	133	
Merino	único	245	4.9	283	Murphy et al., 1996
Merino	mellizo	370	3.7	207	Banchero, 2003b
Border Leicester	único	276	5.5	352	Hall et al., 1992
x Merino	mellizo	413	4.1	233	
Ideal	único	195	3.9	323	Banchero, 2003b
	mellizo	320	3.2	294	
Ideal	único	210	4.2	291	Banchero, 2003b
Corriedale	único	200	4.0	145	Banchero, 2003b
	mellizo	320	3.2	197	

Banchero et al. (2003a) sugirió que las ovejas en buena condición corporal con corderos mellizos, pastoreando pasturas de alfalfa de alta calidad durante los últimos 10 días de preñez pueden ser capaces a producir suficiente calostro para cubrir los requerimientos de sus corderos. Sin embargo, si las ovejas están en pobre condición corporal, la producción de calostro no es suficiente.

Una forma de mejorar la lactación temprana es suplementar durante la preñez tardía. Sin embargo largos períodos de suplementación en ovejas preñadas podría llevar a la producción de corderos muy pesados (Khalaf et al., 1979; Treacher, 1970), debido a que en las últimas 6 semanas de gestación ocurre aproximadamente el 70 % del crecimiento fetal, y el principal factor que afecta el peso al nacimiento es el nivel de energía de la dieta (Wallace, 1948 citado por Khalaf et al., 1979). Los corderos más pesados tienen mayores probabilidades de causar dificultades al parto y distocia.

2.7.1. Suplementación en los últimos 10 días de gestación

Un período corto de suplementación con concentrado energético y/o proteico algunos días previos al parto permite superar las limitantes físicas en el consumo y cubrir las altas demandas de nutrientes que se dan en este tiempo. Es un método más económico que podría tener un gran impacto en la sobrevivencia de los corderos.

Murphy et al. (1996) trabajando con ovejas Merino con corderos únicos que fueron suplementadas con 1 Kg. de lupino por día en la última semana de preñez encontraron que éstas produjeron cerca de 2 veces más de calostro al parto que las no suplementadas.

Similarmente Hall et al. (1992) usando ovejas Border Leicester x Merino, suplementadas con 500g. por día de lupino o semilla de girasol protegida con formaldehído en los últimos 10 días de gestación, encontraron que las ovejas gestando un cordero produjeron 40 % más de calostro al parto. Sin embargo, en este mismo experimento, las ovejas melliceras produjeron más calostro solo cuando fueron suplementadas con girasol, el cual se incrementó más del 80 %. En este caso los autores sugirieron que una mayor cantidad de proteína no degradada pasó al intestino delgado y podría ser la responsable de la respuesta obtenida.

Por otro lado, Banchemo (2003b) trabajando con ovejas Merino gestando uno o dos corderos, suplementadas con 1 Kg. de lupino por animal y por día en la semana previa al parto, no encontró diferencias en la producción de calostro al parto con respecto a las que no se suplementaron, coincidiendo con lo encontrado por Hall et al. (1992) sólo para las ovejas melliceras. Además encontró una disminución en el consumo cuando las ovejas fueron suplementadas. Una posible explicación fue un incremento en la presión intra-ruminal provocada por el lupino que se suministró entero. Esta hipótesis fue corroborada cuando Banchemo (2003b) suplementó ovejas melliceras de la misma raza

con 1.100 y 0.750 Kg de lupino entero y quebrado respectivamente, en donde también hubo una disminución en el consumo sin incremento de la producción de calostro al parto.

En general las ovejas suplementadas con lupino cubrieron los requerimientos de energía metabolizable (MAFF, 1975) y además tuvieron mayores concentraciones de glucosa en plasma al momento del parto así como también menores concentraciones de progesterona. A pesar de esto, comparado con ovejas suplementadas con maíz en experimentos de Banchemo (2003b), la glándula mamaria de las ovejas suplementadas con lupino no parece tener la disponibilidad de glucosa para la síntesis de lactosa.

El grano de lupino tiene altas cantidades de energía metabolizable (aproximadamente 13.5 MJ/Kg MS) similar al maíz y casi 3 veces más de proteína cruda (cerca de 35 % MS) altamente degradable en rumen (Dixon y Hosking, 1992 citado por Banchemo, 2003b). El consumo de altas cantidades de proteína degradable, como se dio en las ovejas suplementadas con lupino, podría haber conducido a que la degradación a amonio se hubiese dado más rápido que la síntesis de proteína microbiana y provocar una acumulación en exceso del amonio en el líquido ruminal. Cuando esto pasa, el amonio puede ser absorbido a la sangre y transportado hacia el hígado y convertido a urea, el cual es un proceso energéticamente costoso (McDonald et al., 1988).

Lloyd (1970) citado por Emmanuel et al. (1981) sugirieron que altos niveles de amonio en plasma pueden dañar las membranas celulares conduciendo a fallas en el transporte de glucosa a las células y/o su utilización por las células.

Choung et al. (1990) encontraron, en vacas lecheras alimentadas con ensilaje de pastura y a las cuales se le inyectó urea en el rumen (250 g/Kg de MS), una reducción en el consumo voluntario, una disminución en la producción de leche, y principalmente en

el contenido de lactosa, sugiriendo que hubo una reducción en la utilización de glucosa por parte de la glándula mamaria.

Thomas et al. (1980) citado por O'Doherty et al. (1998) mostraron que suplementos de almidón como la cebada, reduce la concentración de amonio y además incrementa la síntesis de proteína microbiana.

Banchero (2003b) encontró que los niveles de urea en plasma en las ovejas suplementadas con maíz quebrado fueron siempre más bajos a las suplementadas con lupino, y sugirió que esta sería una de las explicaciones de la mayor producción de calostro de las ovejas suplementadas con maíz.

Rigout et al. (2002) encontraron mediante infusiones duodenales de glucosa en vacas lecheras, un incremento en la aparición de glucosa en todo el cuerpo y un consistente aumento del flujo de sangre mamaria. Esto puede haber sido causado por la elevación de la concentración arterial de IGF-1 (Prosser et al., 1990 citado por Rigout et al., 2002) los cuales están correlacionados con el nivel de energía en la dieta (Delouis et al., 1993), y así más glucosa podría haber estado disponible para la extracción mamaria y síntesis de lactosa (Bequette et al., 2001 citado por Banchero et al., 2005a).

Por otro lado, Barry y Manley (1985) suministrando 175g de glucosa por día durante las últimas 6 semanas de gestación en el abomaso de ovejas Romney x Boorola Merino gestando trillizos, encontraron que la producción de calostro fue tres veces más que en las ovejas control, las cuales, sin embargo, tenían acceso a una mayor cantidad de energía metabolizable proveniente sólo de forraje. El suministro exógeno de glucosa puede ser utilizado directamente para el metabolismo del aparato digestivo (intestinos) permitiendo que la glucosa sintetizada por el animal sea utilizada por la glándula mamaria para la síntesis de lactosa. Por otro lado, existe una relación positiva entre el consumo de energía y el flujo sanguíneo hacia el hígado, y el mecanismo parece estar desencadenado por la cantidad de ácidos grasos volátiles principalmente propiónico, que

cruzan la pared ruminal (Wieghart et al., 1986 citado por Banchemo et al., 2005a): Este incremento del flujo sanguíneo puede incrementar el catabolismo de la progesterona de la sangre (Parr, 1992 citado por Banchemo 2003b) lo cual mejorará el inicio de la lactogénesis (Hartmann et al., 1973). En ovejas suplementadas con maíz durante los últimos siete días de gestación (Banchemo, 2003b), el nivel crítico de progesterona plasmática citado anteriormente, de 1ng/ml fue alcanzado entre 12 horas pre-parto y el parto tanto en melliceras como en únicas, en cambio en las ovejas melliceras no suplementadas demoraron más en obtener este nivel de progesterona adecuado para la síntesis de calostro, siendo desde 12 horas pre-parto hasta 1 hora pos-parto. Además con dietas concentradas, como grano de maíz y/o cebada, una gran cantidad de almidón puede pasar hacia intestino y proveer una cantidad importante de glucosa (Armstrong et al., 1979 citado por Banchemo, 2003b).

Banchemo (2003b) al suplementar ovejas Corriedale la semana previa al parto con 750 g de maíz quebrado, encontró que en las ovejas melliceras hubo un incremento en la acumulación de calostro al parto que fue más de tres veces comparado con las que no se suplementaron y además hubo una mayor síntesis de calostro en las siguientes 10 horas, a pesar que las ovejas no suplementadas estaban alimentadas para cubrir sus requerimientos de pre-parto (MAFF, 1975). También hubo un incremento en las ovejas únicas pero de menor magnitud. En otro experimento similar pero utilizando ovejas melliceras Merino también encontró que el calostro acumulado al parto se incrementó, aunque en este caso fue dos veces comparado con las ovejas control y con una tendencia a producir más calostro acumulado a las 10 horas posteriores al parto. Además, con la suplementación se logró una producción de calostro más líquido.

Normalmente las ovejas melliceras desarrollan ubres más grandes que las ovejas gestando un cordero (Mellor, 1988), coincidente con lo encontrado por Banchemo (2003b). Por lo tanto tienen un mayor potencial para la producción de calostro.

2.8. SUPLEMENTOS PARA UTILIZAR PREVIO AL PARTO

2.8.1. Granos de cereales

Los granos de cereales son alimentos energéticos concentrados, por lo que aumentan la densidad energética de la dieta. Aportan la energía en base a los carbohidratos fácilmente digestibles, siendo el almidón el principal componente energético, el cual está concentrado mayoritariamente en el endosperma.

Dentro del endosperma se distinguen el endosperma harinoso, que contiene la más alta concentración de gránulos de almidón, y el endosperma córneo, en el que los gránulos de almidón están embebidos en una matriz proteica.

Los gránulos de almidón están compuestos principalmente de dos polisacáridos, la amilopectina, que tiene enlaces α 1-4 y α 1-6 que constituye aproximadamente el 25 % del almidón, y la amilosa, que tiene enlaces α 1-4 y constituye el restante 75 % (McDonald et al., 1988). Aunque las proporciones de estos componentes son variables.

2.8.1.1. Maíz y Cebada

El maíz, a pesar de ser una excelente fuente de energía digestible, es de bajo contenido proteico, el cual generalmente varía entre 90 y 140 g/Kg de MS, y además es de pobre calidad. El contenido de almidón es casi 73 % de la materia seca (McDonald et al., 1988).

El grano de cebada está cubierto por la cáscara que constituye del 10 al 14 % del peso del grano. La proteína, al igual que en el maíz es baja, tanto en cantidad como en calidad. El contenido de proteína cruda varía desde 60 a 160 g/Kg MS, con un valor

promedio de 110 g/Kg MS. El contenido de almidón es del 57 al 58 % de la MS (McDonald et al., 1988).

2.8.1.2. Degradabilidad de los granos

La degradabilidad de los granos y el sitio en donde se da la digestión del almidón es variable, y se ve afectada por distintos factores.

Los cereales varían en su estructura, la cual les confiere diferencias en sus digestibilidades, atribuible a la especie de grano y a la variedad. Las variedades con mayores proporciones de amilopectina tienen mayor degradabilidad ruminal.

También varía según la composición de la dieta, cantidad consumida por unidad de tiempo, masticación y grado de adaptación de la microflora ruminal a la dieta.

La digestibilidad de los granos puede aumentarse con el procesamiento de los mismos, mediante la aplicación de calor, humedad, tiempo, acción mecánica, o la combinación de estos factores entre otros, ya que provee mayores oportunidades para el ataque bacteriano a los gránulos de almidón. El almidón del endosperma harinoso es el más susceptible a fuerzas externas, como la digestión o el procesamiento del grano.

Para disminuir o limitar la digestión ruminal del almidón se puede agregar grasa a la dieta o mediante tratamientos con formaldehído o fenólicos (Huntington, 1997).

Boetto y Melo (1990) citados por Rearte, estimaron la digestión de diferentes granos de cereales en vacas lecheras, ubicando a los granos de trigo, cebada, avena, maíz y sorgo en una escala descendente de degradabilidad a nivel ruminal.

Los granos quebrados tienen mayor degradabilidad del almidón a nivel ruminal, con respecto a los granos enteros (Landau et al., 1992 citado por Landau et al., 1997).

Alta degradabilidad ruminal del almidón dietario afecta negativamente la cantidad de entrada de glucosa en las ovejas no preñadas, pero no en las ovejas en 115 días de gestación (Landau et al., 1997). La compresión ruminal, provoca un aumento de la tasa de pasaje de la digesta a medida que progresa la preñez (Graham y Williams, 1962 citados por Forbes, 1968), haciendo que más almidón escape a la degradación ruminal y sea digerido en el intestino.

2.8.1.2.1. Digestión ruminal del almidón

En el proceso digestivo ruminal están involucrados los protozoos, los hongos y las bacterias. Estas últimas son las encargadas de la mayoría de la fermentación, en la que se obtienen los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico) que luego se absorben vía epitelio ruminal en la sangre de la vena porta.

El ácido propiónico es el principal precursor de la gluconeogénesis hepática, y es removido desde la vena porta por el hígado (Eliot, 1980 citado por Bell et al., 1997; Danfaer et al., 1995 citado por Rigout et al., 2002).

2.8.1.2.2. Digestión intestinal del almidón

Parte del almidón que no es fermentado en el rumen se digiere en el intestino. El páncreas secreta α -amilasa, la cual hidroliza la amilosa y la amilopectina, dando dextrinas límites y oligosacaridos. Las otras enzimas que completan el proceso de digestión son las oligosacaridasas, que están localizadas en las microvellosidades intestinales (Harmon, 1993 citado por Huntington, 1997). Como producto de la digestión

enzimática quedan moléculas de glucosa disponibles para ser absorbidas hacia la vena porta.

La capacidad de los rumiantes para digerir el almidón en el intestino delgado parece ser principalmente limitada por la amilasa pancreática más que por la capacidad del intestino de absorber glucosa (Knowlton et al., 1999 citado por Banchemo, 2003b).

En estudios realizados en ovejas se ha comprobado que con más proteína disponible para digestión en el intestino delgado se incrementa la secreción de enzimas digestivas pancreáticas, incluidas las responsables de la digestión del almidón (Huntington, 1997).

2.9. MEJORANDO LA PRODUCCION DE CALOSTRO A TRAVES DE UN PERIODO CORTO CON UNA MEJOR NUTRICION

De esta revisión queda claro que la nutrición de la oveja en la preñez tardía es de los factores más preponderantes que afectan la producción de calostro, particularmente en las ovejas que gestan más de un cordero (Holst et al., 1996). Los niveles altos de progesterona bloquean el inicio de la lactación. La última semana de gestación es el período más crítico, debido a que coinciden las mayores demandas energéticas con la menor capacidad ruminal. Un período corto de suplementación con concentrado energético, siempre que el consumo de proteína no sea limitante, algunos días previos al parto permite superar las limitantes físicas en el consumo y acelerar la degradación hepática de la progesterona, y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad de lactosa para la síntesis de calostro como consecuencia de una mayor absorción de glucosa a nivel intestinal. Banchemo et al. (2002a) encontraron que las ovejas suplementadas con maíz en este período, aumentaron la producción de calostro dos a tres veces en relación a las ovejas sin suplementar.

El hecho de que haya una respuesta favorable a un corto período de suplementación estratégica previa al parto puede ser un método práctico y económico en condiciones extensivas que podría tener un gran impacto en la sobrevivencia de los corderos. Basándonos en estos antecedentes incluimos la cebada, que también es un grano rico en almidón, para evaluar el efecto sobre la producción de calostro y sobre la producción de leche posterior.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.1. Localización

El experimento fue realizado en la Unidad Experimental “Palo a Pique” (UEPP) perteneciente a la Estación Experimental del Este del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), localizada sobre la ruta n° 19, a 6 km del km 280 de la ruta n° 8, en la séptima Sección Policial del Departamento de Treinta y Tres (33° 13’ 40’’ de latitud sur y 54° 26’ 00’’ de longitud oeste). El experimento constó de dos etapas (una a galpón y otra a campo) y tuvo una duración total de 88 días, comenzando el 11 de agosto del 2003 y finalizando el 6 de noviembre del mismo año.

3.1.2. Área experimental

El área experimental en la primer etapa fue un galpón con instalaciones de bretes individuales de 1.4m x 1.12m (Figura 6, izquierda) y en la segunda etapa un mejoramiento de lotus Maku de 6 años de edad (Figura 6, derecha).

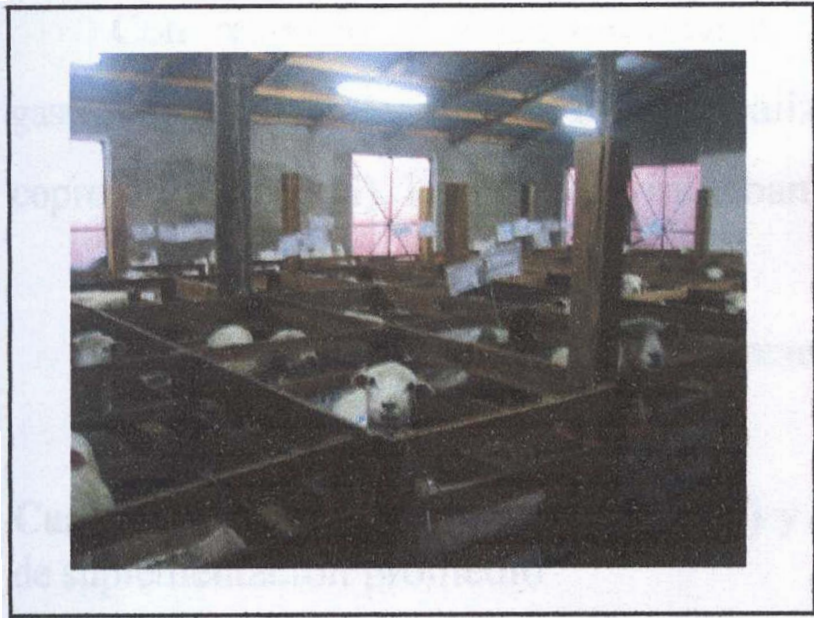


Figura 6. Área experimental

3.1.3. Animales y tratamientos

Se utilizaron 62 ovejas Corriedale adultas gestantes, 36 con corderos únicos (44.5 ± 1.13 Kg de peso vivo) y 26 con corderos mellizos (50.86 ± 1.31 Kg de peso vivo), de condición corporal moderada-baja (1.5 ± 0.075 unidades) en la escala de condición corporal de 0 a 5 (Russell et al., 1969), pertenecientes a la majada de cría de la UEPP.

Las ovejas fueron sincronizadas con una prostaglandina comercial, 0.4 ml de Glandinex® Lab Universal y se utilizó el segundo celo para el apareamiento, el cual se hizo entre el 4 y 7 de abril con un 8% de carneros Corriedale.

A los 84 días de la encarnerada (Día - 64; Figura 7) se les hizo un diagnóstico de gestación por ecografía para determinar el tipo de gestación y la fecha probable de parto.

Las ovejas fueron esquiladas pre-parto alrededor del día 90 de gestación (Día - 58).

Con respecto al estado sanitario, la majada se encontraba libre de parásitos gastrointestinales. Para lograr ésto se realizaban monitoreos periódicos mediante análisis coprológicos (HPG), los que determinaban la aplicación o no de antiparasitarios.

Los tratamientos evaluados son presentados en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dieta ofrecida (Kg MS/a/d) y número de ovejas según el tratamiento y días de suplementación promedio

Tratamiento	n	Dieta basal	Suplementación	Días de supl. Promedio
Único control	12	Heno	no	
Único cebada	12	de 1.08	0.53 cebada entera	9
Único maíz	12	alfalfa	0.52 maíz quebrado	9
Mellizo control	8	Heno	no	
Mellizo cebada	9	de 1.39	0.53 cebada entera	8.5
Mellizo maíz	9	alfalfa	0.52 maíz quebrado	8.5

Los animales fueron distribuidos al azar según la carga fetal, en los tres tipos de suplementación.

3.2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las ovejas fueron manejadas desde el diagnóstico de gestación hasta 20 días pre-parto pastoreando campo natural. A los 127 días de gestación (Día – 20) las ovejas se asignaron a los diferentes tratamientos y se estabularon individualmente en el galpón para poder medir el consumo de fardo y suplemento de cada animal, y además manipular diariamente los animales y así obtener distintos registros.

El manejo nutricional consistió en el suministro de una dieta base de heno de alfalfa, a razón de 1.08 y 1.395 Kg MS por animal y por día (90 % de MS; 9.2 MJ/Kg MS y 15.3 % de PC) (ANEXO 1) a las ovejas gestando corderos únicos y mellizos respectivamente para cubrir los requerimientos calculados según MAFF (1975)

(ANEXO 2). También se le suministró 25 g por animal y por día de un suplemento de sal mineral completo y agua a voluntad.

A las ovejas de los tratamientos con suplemento se les ofreció una dieta gradual a partir del cuarto día de confinamiento de 0.2, 0.2, 0.3, 0.3, 0.4, 0.4, 0.5 y 0.5 Kg de maíz quebrado o cebada entera por animal y por día para acostumbrarlas y evitar acidosis, hasta llegar a 0.6 Kg/animal/día en el día 138 de gestación. A partir de este momento se les suministró el suplemento con 1% de bicarbonato de sodio. La dieta se mantuvo hasta el día del parto inclusive. En promedio, las ovejas parieron el día 147 de gestación (Día 0). Al día siguiente la oveja con su /sus corderos se trasladaron a un mejoramiento con lotus Maku, donde permanecieron hasta finalizado el experimento.

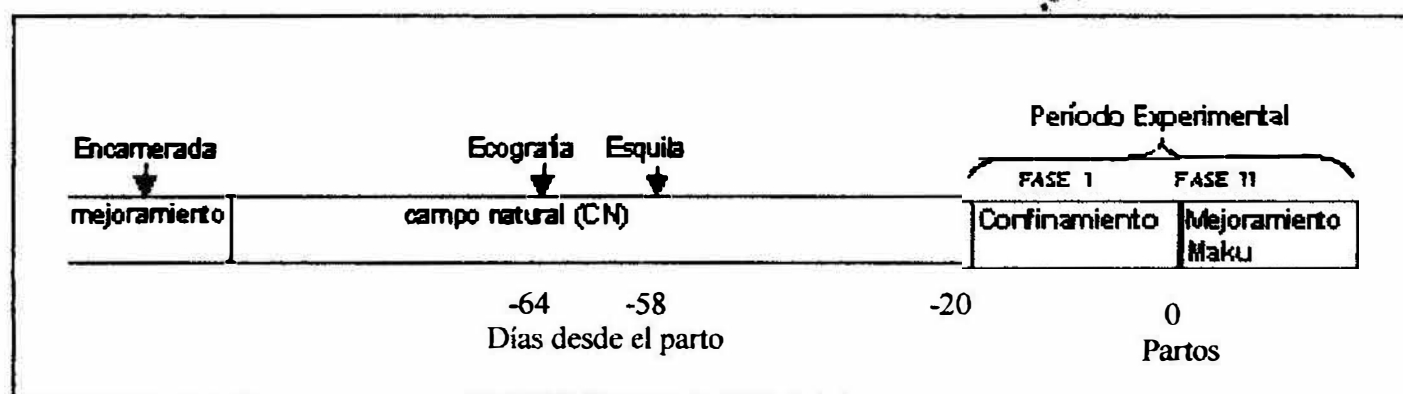


Figura 7. Manejo general de las ovejas

3.3. REGISTROS

3.3.1. Peso y condición corporal de las ovejas

Se determinó el peso y la condición corporal (1-5 puntos en la escala de Russel et al., 1969) a los 20 días pre-parto (Día -20) y a los 29 y 67 días pos-parto.

3.3.2. Consumo

Durante el período de estabulación se midió diariamente el consumo individual de fardo y suplemento a través de la oferta y el rechazo de los mismos.

3.3.3. Volumen de la ubre

Las ubres de todas las ovejas se midieron latero-lateral y antero-posteriormente los días 136 (Día – 11) y 139 (Día – 8) de gestación y posteriormente cada 2 días hasta el día del parto inclusive, previo a la realización del primer ordeño. Para el cálculo del volumen de la ubre completa se utilizó la fórmula de Bencini et al. (1990):

$$\text{Volumen de la ubre (ml)} = (4/3 r^3)/2$$

$$\text{donde } r \text{ (cm)} = \text{promedio de los radios de la ubre} = (U1 + U2)/2$$

U1 = medida latero lateral

U2 = medida antero posterior

y para calcular el volumen de la ubre vacía al parto se le restó la cantidad de calostro acumulado hasta esa instancia.

3.3.4. Producción y calidad de calostro

Inmediatamente luego del parto las ovejas fueron inyectadas intramuscularmente en uno de los cuartos con 5 UI de oxitocina (Hipofamina® Lab Dispert) y se les ordeñó a mano un pezón completamente, el cual una vez finalizado el ordeño fue cubierto con gasa y cinta leuco para evitar que los corderos lo mamen.

El calostro fue clasificado de acuerdo a un score de viscosidad que va desde 0 (cuando no hay secreción) hasta 7 (líquido blanco opaco similar a la leche normal de

ovejas) según McCance et al. (1959) y el color por apreciación visual (amarillo oscuro, amarillo, amarillo claro y blanco). Se registró su peso y se almacenó una muestra de 20 ml en un recipiente con conservante Bronopol al 2% (Lactopol®). Las muestras se mantuvieron en heladera para un posterior análisis de composición. Todo este procedimiento se repitió a la hora, a las tres, seis y diez horas luego del parto.

3.3.5. Peso y sexo de los corderos

Al nacimiento se identificaron los corderos y se registró el peso y el sexo de cada uno. Posteriormente, en los días 29 y 67 de lactancia se pesaron los corderos.

3.3.6. Producción de leche

Se realizaron 2 ordeños para determinar la producción de leche los días 29 y 67 de lactación.

Para medir la producción de leche se utilizó la técnica de la oxitocina. La misma consistió en inyectar 5 UI de oxitocina intramuscularmente en uno de los cuartos y ordeñar completamente un pezón (hora 0). A partir de ese momento las ovejas permanecieron aisladas de los corderos, hasta que a las 4 horas (hora 4) se repitió el procedimiento de inyectar con oxitocina y ordeñar el mismo pezón. Entre ambos ordeños las ovejas permanecieron pastoreando en campo natural. La producción de 4 horas se extrapoló a 24 horas para obtener la producción diaria. Del segundo ordeño se guardó una muestra de 20 ml bajo las mismas condiciones empleadas para las muestras de calostro, para su posterior análisis.

3.4. ANALISIS DE LA COMPOSICION DEL CALOSTRO Y DE LA LECHE

Las muestras de calostro y leche fueron analizadas para composición en el laboratorio de calidad de leche de INIA La Estanzuela con un Milkoscan (104 AB). Se determinó porcentaje de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales.

3.5. ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis estadístico de la información en este experimento se estudian simultáneamente dos factores, formando tratamientos con las combinaciones de los diferentes niveles de los factores. Uno de los factores es el tipo de parto de la oveja que tiene dos niveles, melliceras y únicas; y el otro factor es el tipo de suplemento, con tres niveles, maíz, cebada y sin suplemento resultando en un factorial de 2x3.

El modelo matemático correspondiente para las diferentes variables estudiadas fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es una variable aleatoria ($i =$ tratamiento 1...6; $j =$ repeticiones)

μ es la media general del efecto de cada tratamiento

$\tau_{ij} = A_i + B_j + (AB)_{ij}$, siendo A_i el efecto del tipo de parto (1,2) y B_j el efecto del suplemento (1,2,3) y $(AB)_{ij}$ la interacción parto por suplemento

ϵ_{ij} es el error experimental o residual

El análisis de regresión fue usado para establecer la correlación entre viscosidad y color del calostro.

Todos los resultados son presentados con sus medias \pm sus errores estándares.

La información fue analizada a través de los procedimientos PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2001), utilizándose el test de LSD para la comparación de medias. Las diferencias fueron consideradas significantes cuando el nivel de probabilidad fue 0.05 o menor. La probabilidad de las interacciones solo se presenta si son significativas.

4. RESULTADOS

Dos ovejas suplementadas con cebada fueron excluidas del análisis. Una de ellas con gestación doble, debido a que su producción de calostro acumulado al parto fue 3820 g, valor que supera a la media del tratamiento en más de 2 desvíos estándar. La segunda oveja, con gestación simple, porque el parto fue posterior a la fecha esperada. Así los resultados reportados para los tratamientos único cebada y mellizo cebada corresponden a 11 y 8 ovejas respectivamente.

4.1. PESO VIVO Y CONDICION CORPORAL

Al comienzo del experimento las ovejas gestando mellizos fueron más pesadas que las ovejas gestando únicos ($P < 0.05$; Cuadro 4). En cambio en las pesadas posteriores, sobre los días 29 y 67 de lactación no hubo diferencias significativas ni entre el tipo de parto ni entre los tratamientos.

Las ovejas ingresaron al experimento con una condición corporal moderada-baja (1.5 ± 0.075). Cuando se midió posteriormente la misma en el día 29 de lactancia, continuó siendo moderada-baja, sin diferencias entre los tratamientos y el tipo de gestación. Finalmente, al día 67 de lactancia todas las ovejas lograron obtener una condición corporal moderada (2 ± 0.005).

Cuadro 4. Peso vivo (Kg \pm error estándar) y condición corporal (unidades de CC) de las ovejas según el tratamiento y el tipo de parto

	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Peso vivo								
11 de Ago.	44.7 \pm 1.12	45.0 \pm 1.17	43.8 \pm 1.12	51.8 \pm 1.37	51.2 \pm 1.29	49.6 \pm 1.29	<.0001	0.363
29 de Set.	42.0 \pm 1.36	43.6 \pm 1.43	43.3 \pm 1.36	46.9 \pm 1.67	45.2 \pm 1.58	44.1 \pm 1.58	0.0511	0.8261
6 de Nov.	49.5 \pm 1.55	51.2 \pm 1.55	49.3 \pm 1.48	53.5 \pm 1.81	51.7 \pm 1.71	49.9 \pm 1.71	0.2069	0.4205
Condición corporal								
11 de Ago.	1.5 \pm 0.07	1.5 \pm 0.07	1.5 \pm 0.07	1.6 \pm 0.08	1.5 \pm 0.08	1.5 \pm 0.08	0.5926	0.6871
29 de Set.	1.5 \pm 0.04	1.6 \pm 0.04	1.6 \pm 0.04	1.5 \pm 0.05	1.5 \pm 0.05	1.5 \pm 0.05	0.0633	0.1144
6 de Nov.	2.0 \pm 0.05	2.0 \pm 0.05	2.1 \pm 0.05	2.0 \pm 0.06	2.0 \pm 0.06	1.9 \pm 0.06	0.0569	0.5672

4.2. CONSUMO DE ALIMENTOS

Durante los últimos 9 días de gestación cuando se ofreció el total del suplemento, las ovejas no suplementadas consumieron prácticamente toda la alfalfa ofrecida (98.5 y 99% para únicas y melliceras respectivamente), en cambio las ovejas suplementadas únicas y melliceras consumieron 1.04 y 1.31 kilos de materia seca, o sea que redujeron el consumo en 2.4 y 5 % respecto a las ovejas control (Cuadro 5).

Con respecto al concentrado, las ovejas únicas consumieron el 93 % del grano ofrecido, mientras que las melliceras consumieron el 98 %.

Cuadro 5. Consumo y oferta de materia seca (Kg/a/d) de alimentos según el tratamiento y el tipo de parto

		Único			Mellizo		
		Control	Maíz	Cebada	Control	Maíz	Cebada
CONSUMO	heno	1.064	1.040	1.037	1.381	1.304	1.311
	grano		0.494	0.481		0.514	0.520
OFERTA	heno	1.080	1.080	1.080	1.395	1.395	1.395
	grano		0.52	0.53		0.52	0.53

El consumo de energía de las ovejas suplementadas fue de 66 y 50 % superior al de las no suplementadas, para únicas y melliceras respectivamente (Cuadro 6).

En cuanto a la proteína cruda, las ovejas suplementadas que gestaron un cordero consumieron 25 % más que las ovejas que solo consumieron heno, mientras que en las ovejas melliceras suplementadas el consumo fue 18 % superior a las no suplementadas.

Cuadro 6. Consumos y requerimientos de energía metabolizable y proteína cruda según el tratamiento y el tipo de parto

		Único			Mellizo			
		Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	
CONSUMO	EM (MJ/a/d)	heno	9.78	9.45	9.57	12.7	12	12
		grano		6.45	6.93		7	7.2
		total	9.78	15.9	16.5	12.7	19	19.2
	PC (g/a/d)	heno	163	157	159	211	201	200
		grano		51	39		56	41
		total	163	208	198	211	257	241
REQUERIMIENTO	EM ₁ (MJ/a/d)	8.48	8.48	8.48	11.05	11.05	11.05	
	PC ₂ (g/a/d)	175	175	175	196	196	196	

1- Requerimientos de energía metabolizable para ovejas de 45 y 50 Kg gestando único y mellizos respectivamente en la última semana de gestación (MAFF, 1975).

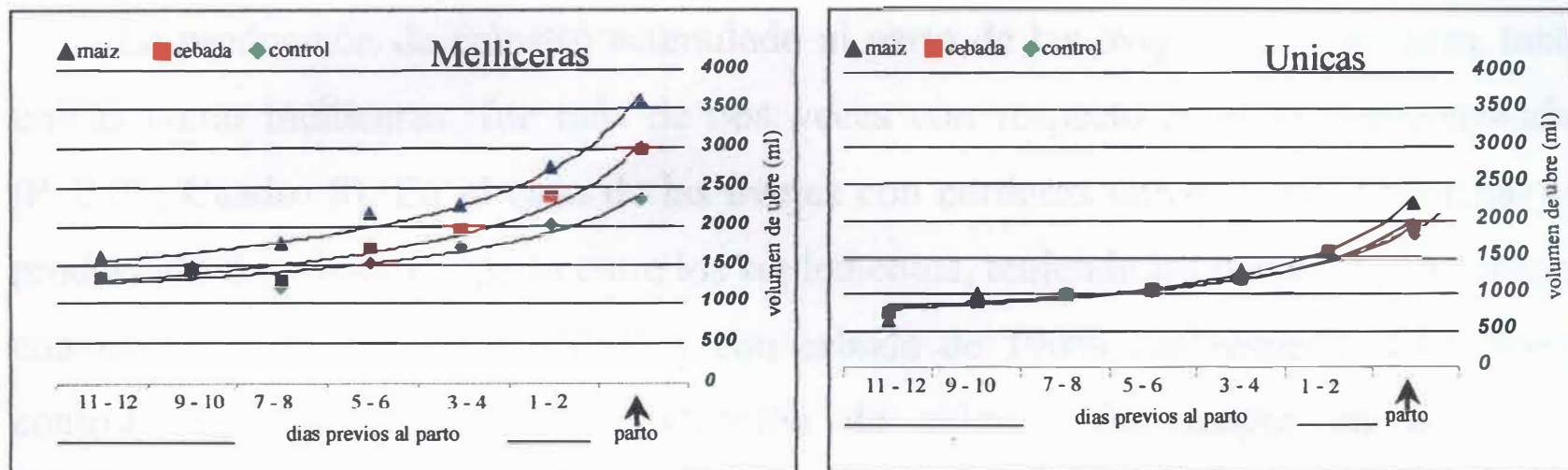
2- Requerimientos de proteína cruda para ovejas de 50 Kg gestando único o mellizos, en las últimas 4 semana de gestación (NRC, 1985).

4.3. DESARROLLO DE LA UBRE

En los días 11 y 12 pre-parto el volumen de las ubres de ovejas con corderos mellizos o corderos únicos alcanzó en promedio el 37 y 48 % del volumen final al parto (Figura 8, ANEXO 3).

El mayor aumento en volumen de las ubres se dio en los últimos 3 a 4 días de gestación, siendo este incremento un 37 y 34 % del volumen final para las ovejas con un solo cordero y ovejas melliceras respectivamente.

Figura 8. Evolución del volumen de las ubres (ml) en los últimos 12 días de gestación según el tipo de parto y el tratamiento



Al parto, las ovejas melliceras tuvieron ubres tanto llenas como vacías más grandes que las únicas ($P < 0.05$; Cuadro 7). El desarrollo de la ubre (medido como ubre vacía) fue 53 % mayor en las ovejas que gestaban dos corderos comparado con las que gestaban uno.

Por otro lado, la suplementación no afectó el desarrollo de la ubre en si misma (medida vacía) y el mayor volumen de la ubre llena en las ovejas suplementadas se debe a la mayor producción de calostro de éstas.

Cuadro 7. Volumen de la ubre (ml) llena y vacía al momento del parto según el tipo de parto y el tratamiento.

Volumen	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
VACIA	1596.7 ± 221.4	1533.7 ± 231.3	1678.2 ± 221.4	2066.5 ± 271.2	2314.0 ± 271.2	2968.5 ± 255.7	<.0001	0.108
LLENA	1787.0 ± 257.8	1894.3 ± 269.2	2219.9 ± 257.8	2358.5 ± 315.7	2962.0 ± 315.7	3591.6 ± 297.6	<.0001	0.018

4.4. PRODUCCION DE CALOSTRO

La producción de calostro acumulado al parto de las ovejas suplementadas, tanto únicas como melliceras, fue más de dos veces con respecto a las no suplementadas ($P < 0.05$; Cuadro 8). En el caso de las ovejas con corderos únicos hubo diferencias en producción de calostro al parto entre los suplementos, teniendo las ovejas suplementadas con maíz un incremento de 285% y con cebada de 190% con respecto a las ovejas control. Subsecuentemente la producción de calostro fue mayor en las ovejas suplementadas que en las no suplementadas en las primeras 3 horas, pero después no hubo diferencias significativas. Las ovejas melliceras acumularon más calostro al parto y produjeron más en la primer hora pos-parto que las únicas ($P < 0.05$). El total de calostro producido (acumulado al parto + producido de 0 a 10 horas) fue mayor en las melliceras que en las únicas, y en las suplementadas comparadas con las no suplementadas ($P < 0.05$).

Cuadro 8. Calostro (g) acumulado al parto, y producido de 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos-parto, producido desde el parto hasta las 10 horas, y total producido (promedio \pm error estándar)

Calostro	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Al parto	190 \pm 72.8	361 \pm 76.1	542 \pm 72.8	292 \pm 89.2	648 \pm 89.2	623 \pm 84.1	0.0213	0.0002
A la hora	84.5 \pm 20.9	108 \pm 21.8	134 \pm 21.8	133 \pm 25.6	234 \pm 27.4	162 \pm 24.1	0.001	0.04
A las 3h	77.8 \pm 13.7	105.5 \pm 14.3	114 \pm 14.3	90.5 \pm 16.8	122 \pm 21.2	140 \pm 15.8	0.1715	0.0228
A las 6h	87 \pm 14.6	101 \pm 15.3	115 \pm 15.3	89.5 \pm 17.9	134 \pm 19.2	112.4 \pm 16.9	0.4308	0.1739
A las 10h	140 \pm 19.4	162.5 \pm 20.3	168 \pm 19.4	141 \pm 23.8	178 \pm 25.4	148 \pm 22.4	0.9366	0.4094
Secretado								
0 a 10h	390 \pm 48.7	477 \pm 50.9	543 \pm 56.3	454 \pm 59.7	651 \pm 75.5	562 \pm 56.3	0.0798	0.0277
Total calostro hasta 10h	580.3 \pm 8.1	838 \pm 102.5	1126 \pm 13.3	746 \pm 120.2	1245 \pm 52.0	1185 \pm 13.3	0.0338	0.0002

4.5. VISCOSIDAD DEL CALOSTRO

Las ovejas que fueron suplementadas produjeron un calostro más líquido al parto que las no suplementadas ($P < 0.05$; Cuadro 9). Este mismo efecto continuó luego del parto hasta las 6 horas. No hubo diferencia en la viscosidad entre ovejas gestando uno o dos corderos. Luego del parto la viscosidad fue disminuyendo para todos los tratamientos y a las 3 horas la mayoría de las ovejas suplementadas ya tenían un calostro bien líquido, muy parecido a la leche.

Cuadro 9. Viscosidad (score 0-7) de calostro al parto, y secretado 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos parto (promedio \pm error estándar).

Viscosidad	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Al parto	4.2 \pm 0.41	6.0 \pm 0.43	6.3 \pm 0.41	4.3 \pm 0.50	6.3 \pm 0.50	6.1 \pm 0.48	0.863	<.0001
A la hora	4.3 \pm 0.38	6.3 \pm 0.40	6.6 \pm 0.38	4.0 \pm 0.47	6.7 \pm 0.50	6.3 \pm 0.44	0.8939	<.0001
A las 3h	5.7 \pm 0.29	6.8 \pm 0.31	7.0 \pm 0.29	5.5 \pm 0.36	7.0 \pm 0.42	6.8 \pm 0.34	0.8033	0.0002
A las 6h	6.1 \pm 0.27	6.9 \pm 0.28	7.0 \pm 0.27	6.1 \pm 0.33	7.0 \pm 0.35	7.0 \pm 0.31	0.8602	0.0065
A las 10h	6.75 \pm 0.11	7.0 \pm 0.11	7.0 \pm 0.11	6.75 \pm 0.13	7.0 \pm 0.14	7.0 \pm 0.13	1	0.0752

La viscosidad del calostro fue positivamente correlacionada con el color del mismo ($P < 0.05$; $r = 0.826$). Los calostros más líquidos tuvieron colores más claros.

4.6. COMPOSICION DEL CALOSTRO

La composición (grasa, proteína y lactosa) del calostro producido al parto fue similar para las ovejas gestando uno o dos corderos (Cuadro 10). Después del parto y hasta las 10 horas, el porcentaje de proteína siguió siendo similar entre los dos tipos de parto mientras que la grasa lo fue hasta las 3 horas y luego a las 10 horas posparto.

Al parto, la concentración de lactosa en el calostro de las ovejas suplementadas fue 86 y 75 puntos porcentuales mayor en las melliceras y únicas comparado con las no suplementadas.

Por otro lado el porcentaje de proteína fue menor al parto en las ovejas suplementadas, y este efecto permaneció hasta las 6 horas siguientes. En contraste, la mayor concentración de lactosa en el calostro de las ovejas suplementadas se mantuvo hasta las 3 horas posteriores al parto.

El porcentaje de sólidos totales en el calostro secretado al parto de las ovejas que solo consumieron heno fue mayor que en las suplementadas.

Las ovejas con gestación única que no fueron suplementadas, tuvieron mayor porcentaje de sólidos totales en el calostro secretado a las seis horas pos-parto en relación a las suplementadas.

Cuadro 10. Composición del calostro (%) al parto y secretado 0-1, 1-3, 3-6 y 6-10 horas pos-parto (promedio \pm error estándar) según el tratamiento y el tipo de parto

	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Grasa								
Al parto	14.0 \pm 1.45	11.7 \pm 1.45	11.7 \pm 1.32	14.2 \pm 1.73	13.3 \pm 1.62	13.7 \pm 1.53	0.3166	0.5166
A la hora	17.0 \pm 1.7	19.1 \pm 1.7	18.9 \pm 1.6	16.3 \pm 2.0	23.2 \pm 2.1	22.7 \pm 1.8	0.1126	0.0321
A las 3h	18.0 \pm 2.2	17.2 \pm 2.2	19.2 \pm 2.1	15.1 \pm 2.6	17.7 \pm 2.8	20.3 \pm 2.4	0.8144	0.3753
A las 6h	12.6 \pm 1.9	10.4 \pm 2.0	11.9 \pm 1.9	11.4 \pm 2.3	18.7 \pm 2.3	17.9 \pm 2.2	0.0146	0.3335
A las 10h	12.7 \pm 1.5	12.0 \pm 1.6	12.1 \pm 1.5	11.0 \pm 1.9	13.9 \pm 2.0	15.5 \pm 1.8	0.4084	0.5286
Proteína								
Al parto	20.2 \pm 1.17	17.5 \pm 1.17	15.3 \pm 1.07	22.9 \pm 1.40	14.8 \pm 1.31	15.8 \pm 1.24	0.8796	<.0001
A la hora	17.9 \pm 1.3	14.3 \pm 1.2	12.7 \pm 1.2	20.1 \pm 1.4	12.2 \pm 1.5	13.1 \pm 1.4	0.8565	<.0001
A las 3h	12.5 \pm 1.1	10.2 \pm 1.1	8.8 \pm 1.0	15.4 \pm 1.3	8.6 \pm 1.4	10.4 \pm 1.2	0.3055	0.0004
A las 6h	11.2 \pm 1.2	7.6 \pm 1.2	6.6 \pm 1.2	10.6 \pm 1.4	6.2 \pm 1.4	8.0 \pm 1.3	0.867	0.0052
A las 10h	7.7 \pm 1.0	5.6 \pm 1.1	5.0 \pm 1.0	8.4 \pm 1.3	5.1 \pm 1.4	8.2 \pm 1.2	0.2556	0.0902
Lactosa								
Al parto	1.6 \pm 0.2	2.5 \pm 0.2	3.1 \pm 0.2	1.4 \pm 0.3	2.8 \pm 0.3	2.4 \pm 0.3	0.3998	<.0001
A la hora	1.5 \pm 0.2	2.1 \pm 0.2	2.5 \pm 0.2	1.2 \pm 0.2	2.0 \pm 0.2	1.8 \pm 0.2	0.0167	0.0002
A las 3h	2.1 \pm 0.3	3.0 \pm 0.3	3.0 \pm 0.2	2.2 \pm 0.3	3.2 \pm 0.3	2.3 \pm 0.3	0.4644	0.0051
A las 6h	3.2 \pm 0.3	4.3 \pm 0.3	4.0 \pm 0.3	3.4 \pm 0.4	3.3 \pm 0.4	3.0 \pm 0.3	0.0328	0.3583
A las 10h	3.8 \pm 0.2	4.4 \pm 0.2	4.4 \pm 0.2	3.8 \pm 0.3	4.0 \pm 0.3	3.9 \pm 0.2	0.1686	0.2176
Sol. Totales								
Al parto	35.8 \pm 1.7	31.7 \pm 1.7	30.1 \pm 1.6	38.5 \pm 2.1	30.9 \pm 1.9	31.9 \pm 1.8	0.4118	0.002
A la hora	36.4 \pm 1.3	35.4 \pm 1.2	34.2 \pm 1.2	37.6 \pm 1.5	37.4 \pm 1.6	37.6 \pm 1.4	0.0519	0.7005
A las 3h	32.6 \pm 2.0	30.5 \pm 2.0	31.0 \pm 1.9	32.6 \pm 2.4	29.6 \pm 2.6	33.0 \pm 2.2	0.8406	0.5016
A las 6h	27.0 \pm 1.9	22.3 \pm 1.9	22.5 \pm 1.9	25.4 \pm 2.3	28.2 \pm 2.3	28.8 \pm 2.2	0.0383	0.8966
A las 10h	24.1 \pm 1.6	21.9 \pm 1.6	21.5 \pm 1.6	23.2 \pm 1.9	22.9 \pm 2.1	27.5 \pm 1.8	0.1687	0.5059

La cantidad de grasa, proteína y lactosa en el calostro producido al parto y en el total de las ovejas suplementadas fue mayor al de las ovejas no suplementadas (Cuadro 11).

Las ovejas que gestaron corderos mellizos tuvieron mayor producción de grasa y proteína que las ovejas únicas, pero la producción de lactosa entre ambas fue similar.

Cuadro 11. Composición del calostro (g) acumulado al parto, y total producido (acumulado al parto + secretado parto a 10 h) (promedio \pm error estándar)

	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Grasa								
Al parto	34.9 \pm 12.4	35.4 \pm 12.4	62.5 \pm 11.3	45.4 \pm 14.8	87.3 \pm 14.8	86.5 \pm 13.0	0.0102	0.0367
Total a 10h	88.4 \pm 19.1	106.6 \pm 20.9	141.1 \pm 19.1	104.2 \pm 23.4	208.4 \pm 25.0	196.1 \pm 22.1	0.002	0.0026
Proteína								
Al parto	40.9 \pm 10.6	52.4 \pm 10.6	79.5 \pm 9.7	61.4 \pm 12.7	107.2 \pm 12.7	97.9 \pm 11.2	0.0014	0.0046
Total a 10h	79.1 \pm 11.2	97.3 \pm 12.3	119.6 \pm 11.2	115.4 \pm 13.8	159.9 \pm 14.7	149.5 \pm 12.9	0.0001	0.0093
Lactosa								
Al parto	4.2 \pm 2.8	8.7 \pm 2.8	17.4 \pm 2.5	6.8 \pm 3.3	19.3 \pm 3.3	16.8 \pm 2.9	0.0863	0.0007
Total a 10h	14.5 \pm 3.7	25.5 \pm 4.0	35.4 \pm 3.7	18.0 \pm 4.5	36.1 \pm 4.8	31.9 \pm 4.2	0.3023	0.0002
Sol. Totales								
Al parto	80.0 \pm 24.5	96.5 \pm 24.5	159.4 \pm 22.4	103.0 \pm 29.3	213.8 \pm 29.3	201.2 \pm 25.8	0.0064	0.0039
Total a 10h	181.9 \pm 31.4	229.6 \pm 34.4	296.0 \pm 31.4	228.3 \pm 38.4	404.5 \pm 41.1	377.5 \pm 36.2	0.0011	0.0008

4.7. ENERGIA EN EL CALOSTRO Y REQUERIDA POR LOS CORDEROS

La energía producida por el calostro de ovejas suplementadas fue superior al de las ovejas sin suplementar. Para el caso de las ovejas que gestaron un solo cordero fue de 157 %, mientras que para las ovejas melliceras fue del 198 % (Cuadro 12).

Cuadro 12. Energía (MJ) contenida en el total de calostro producido (acumulado al parto + producido desde el parto hasta 10 h) utilizable por el cordero (grasa + lactosa) y energía requerida por el cordero (estabulado o en condiciones de campo) según el tipo de parto y el tratamiento.

Tipo de parto	Tratamiento	Energía en el calostro		Energía para ganancia ²		Energía para mantenimiento ³	
		total producido	corregido ¹	estabulado	a campo	estabulado	a campo
Único	Control	3.51	3.05				
	Cebada	4.58	3.98	3.04	3.44	1.62	2.44
	Maíz	6.09	5.29				
Mellizo	Control	4.36	3.79				
	Cebada	8.72	7.58	5.11	5.78	2.73	4.09
	Maíz	8.17	7.10				

1-Energía (MJ) corregida según Doney et al., 1979 citado por Mellor et al., 1985b, (factor = 0.87) correspondiente a lo que naturalmente pueden mamar los corderos en relación a lo obtenido mediante la técnica de la oxitocina empleada en este experimento.

2-Energía (MJ) requerida por el cordero en sus primeras 10 h de vida calculada en base a datos de Mellor et al., 1985a,b donde un cordero necesita 180 o 210 g/Kg de peso vivo en las primeras 18 h de vida si está estabulado o en condiciones de campo y de los cuales 50 g/Kg ya deben estar disponibles al parto (Robinson et al. 2002). Para los cálculos de energía se utilizó la composición del calostro de esas ovejas que fueron alimentadas con un plano nutricional alto.

3-Energía (MJ) requerida para el mantenimiento de los corderos en las primeras 10 h de vida, según McCance et al., 1959 (0.035 MJ/Kg/h a 8° C y 0.052 MJ/Kg/h a 8° C y viento de 16 Km/h).

4.8. PESO DE LOS CORDEROS Y GANANCIA DIARIA

Las ovejas con gestación simple tuvieron corderos más pesados al parto que las que gestaban mellizos ($P < 0.05$; Cuadro 13.). En cuanto a la suplementación pre-parto, la misma no afectó el peso al nacimiento de los corderos.

Los corderos únicos tuvieron las mayores ganancias diarias en el período experimental ($P < 0.05$), sin diferencias entre los tratamientos.

Cuadro 13. Pesos de los corderos (Kg) al nacer, a los 29 y 67 días de lactancia y ganancia diaria (Kg) a los días 29 y 67 de lactancia.

	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Peso vivo								
al nacimiento	4.5 ± 0.19	4.6 ± 0.20	4.5 ± 0.19	3.5 ± 0.17	4.1 ± 0.16	3.8 ± 0.16	<.0001	0.233
a los 29 días	10.3 ± 0.52	11.6 ± 0.57	11.7 ± 0.52	8.4 ± 0.57	8.3 ± 0.57	8.1 ± 0.48	<.0001	0.444
a los 67 días	19.8 ± 0.93	21.2 ± 1.03	19.7 ± 0.89	14.7 ± 0.97	15.6 ± 0.97	15.4 ± 0.89	<.0001	0.485
Ganancia diaria								
a los 29 días	0.196 ± 0.02	0.229 ± 0.02	0.243 ± 0.02	0.177 ± 0.02	0.156 ± 0.02	0.151 ± 0.02	0.0001	0.838
a los 67 días	0.255 ± 0.02	0.261 ± 0.02	0.214 ± 0.02	0.170 ± 0.02	0.197 ± 0.02	0.197 ± 0.02	0.0019	0.520

4.9. ORDENES POSTERIORES

La producción de leche diaria al día 29 de lactancia fue 38 % mayor en las ovejas melliceras que en las ovejas únicas ($P < 0.05$; Cuadro 14). No hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

Cuando se midió posteriormente la producción diaria de leche, no hubo diferencias para tipo de parto, pero sí para el tratamiento, siendo las ovejas suplementadas con maíz las que produjeron menos y luego las suplementadas con cebada.

La eficiencia de conversión de la leche consumida a kilos de cordero producidos (medida como kg de leche:kg cordero o kg MS de leche: kg de cordero) no difirió ni entre el tipo de parto ni entre los tratamientos en ninguna de las dos mediciones realizadas.

Cuadro 14. Producción diaria de leche y eficiencia de conversión de leche a Kg de cordero.

	Único			Mellizo			Probabilidad		
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento	
Kg de leche/día									
29 de Set.	1.756 ± 0.239	1.876 ± 0.261	1.842 ± 0.239	3.056 ± 0.370	2.232 ± 0.370	2.290 ± 0.312	0.0069	0.4354	
6 de Nov.	1.174 ± 0.146	1.232 ± 0.146	0.853 ± 0.133	1.540 ± 0.207	1.372 ± 0.207	1.000 ± 0.189	0.1331	0.0292	
KgMS de leche/día									
29 de Set.	0.299 ± 0.044	0.334 ± 0.048	0.319 ± 0.044	0.508 ± 0.068	0.400 ± 0.068	0.421 ± 0.058	0.0088	0.7761	
6 de Nov.	0.210 ± 0.023	0.238 ± 0.023	0.191 ± 0.024	0.261 ± 0.031	0.229 ± 0.031	0.177 ± 0.028	0.6702	0.1016	
Kg.leche/Kg.cordero									
EFICIENCIA	29 de Set.	10.236 ± 1.321	8.992 ± 1.447	7.893 ± 1.321	9.994 ± 2.046	7.480 ± 2.046	7.900 ± 1.730	0.6735	0.3702
	6 de Nov.	4.921 ± 1.166	5.341 ± 1.229	5.213 ± 1.064	4.932 ± 1.649	3.536 ± 1.649	2.694 ± 1.649	0.2234	0.7886
	KgMS leche/Kg.cordero								
29 de Set.	1.772 ± 0.241	1.609 ± 0.264	1.372 ± 0.241	1.640 ± 0.374	1.324 ± 0.374	1.456 ± 0.316	0.6604	0.5984	
6 de Nov.	0.887 ± 0.199	0.944 ± 0.199	1.203 ± 0.211	0.846 ± 0.267	0.592 ± 0.267	0.472 ± 0.267	0.0610	0.9126	

En cuanto a la composición de la leche producida a los 29 y 67 días de lactancia, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y el tipo de parto (Cuadro 15).

Cuadro 15. Composición de la leche producida (%) según el tipo de parto y el tratamiento.

	Único			Mellizo			Probabilidad	
	Control	Cebada	Maíz	Control	Cebada	Maíz	Tipo de parto	Tipo de tratamiento
Grasa								
29 de Set.	6.53 ± 0.491	7.10 ± 0.538	6.89 ± 0.491	6.10 ± 0.761	7.47 ± 0.761	8.28 ± 0.643	0.3897	0.1121
6 de Nov.	7.76 ± 0.359	6.74 ± 0.359	6.92 ± 0.41	6.49 ± 0.481	6.55 ± 0.481	7.60 ± 0.439	0.4581	0.3242
Proteína								
29 de Set.	4.61 ± 0.123	4.55 ± 0.134	4.67 ± 0.123	4.41 ± 0.190	4.28 ± 0.190	4.50 ± 0.161	0.1038	0.5341
6 de Nov.	4.53 ± 0.202	5.06 ± 0.202	4.54 ± 0.23	4.63 ± 0.271	4.74 ± 0.271	4.62 ± 0.247	0.8094	0.3105
Lactosa								
29 de Set.	5.25 ± 0.096	5.31 ± 0.105	5.16 ± 0.096	5.36 ± 0.148	5.16 ± 0.148	4.95 ± 0.125	0.4034	0.0961
6 de Nov.	4.94 ± 0.112	5.11 ± 0.112	5.06 ± 0.13	4.94 ± 0.151	4.91 ± 0.151	4.66 ± 0.138	0.0725	0.5305
Materia Seca								
29 de Set.	0.17 ± 0.004	0.18 ± 0.005	0.17 ± 0.004	0.17 ± 0.007	0.18 ± 0.007	0.18 ± 0.006	0.7389	0.1303
6 de Nov.	0.18 ± 0.004	0.18 ± 0.004	0.17 ± 0.01	0.17 ± 0.006	0.17 ± 0.006	0.18 ± 0.005	0.2407	0.9659

5. DISCUSIÓN

La suplementación con cebada o maíz durante los últimos 9 días de gestación de ovejas únicas o melliceras, aumentó más de dos veces la producción de calostro acumulado al parto comparado a las ovejas sin suplementar, así como también la síntesis de calostro hasta las 3 horas pos-parto y el total producido. Esto soporta la hipótesis que la cebada, que tiene alto contenido de almidón como el maíz, puede aumentar la producción de calostro. Este incremento se dio a pesar de que las ovejas sin suplementar cubrieron sus requerimientos de consumo diario de energía metabolizable (MAFF, 1975) y proteína cruda (NRC, 1985) durante toda la gestación, pero particularmente durante las últimas semanas de la misma.

La respuesta al corto período de suplementación en la producción de calostro es consistente con lo encontrado previamente por Hall et al. (1992); Murphy et al. (1996) y Banchemo (2003b). Parte de la explicación es que el mayor consumo de energía de las ovejas suplementadas podría haber aumentado por un lado, la concentración arterial de IGF-1 (Prosser et al., 1990 citado por Rigout et al., 2002), si bien en este experimento no la medimos, los resultados obtenidos por Hall et al. (1992) y Banchemo (2003b) muestran que las ovejas suplementadas con lupino o maíz tienen concentraciones mayores de IGF-1 al parto, por lo que podríamos suponer que las ovejas suplementadas con cebada o maíz también hubiesen tenido una respuesta similar, y a través de este aumento se elevaría el flujo de sangre hacia la glándula mamaria (Delouis et al., 1993). Por otro lado, el mayor consumo de energía también podría haber aumentado el flujo de sangre hacia el hígado, lo cual incrementaría el catabolismo de la progesterona (Parr, 1992 citado por Banchemo, 2003b). Los resultados obtenidos por Banchemo (2003b) muestran que la concentración de progesterona en las ovejas que fueron suplementadas con maíz disminuyó más rápidamente en los últimos días previos al parto que en las que solo fueron alimentadas con heno de alfalfa. Además, si tenemos en cuenta que hay una relación inversa entre la concentración plasmática de progesterona y la concentración de

lactosa en el calostro (Khun et al., 1980), podríamos suponer que las ovejas suplementadas con cebada o maíz, que fueron las que tuvieron mayor concentración de lactosa medida en el calostro acumulado al parto y en el secretado en las siguientes 3 horas, tuvieron menor concentración de progesterona en plasma en los últimos días de gestación. Esta caída de progesterona en sangre sería otro de los mecanismos que permitiría aumentar el flujo de sangre mamaria cuando su concentración baja los 10 ng/ml (Burd, 1978 citado por O'Doherty et al., 1996), pero fundamentalmente cuando desciende el umbral de 1 ng/ml se levanta el bloqueo que ejerce sobre la lactogénesis II (Hartmann et al., 1973b).

La respuesta en producción de calostro también estaría explicada porque cierta cantidad de almidón de la cebada o del maíz, pasa hacia el intestino donde se digiere y se absorbe como glucosa (Armstrong et al., 1979 citado por Banchero, 2003b), la cual puede ser usada para el metabolismo intestinal y así permitir que la glucosa sintetizada por el animal sea utilizada por la glándula mamaria (Barry et al., 1985). Así, con el mayor flujo de sangre hacia la glándula mamaria, ésta tendría mayor cantidad de glucosa para la síntesis de lactosa (Mellor, 1988). Aunque la concentración de glucosa no fue medida en este experimento, Hall et al. (1992) no encontraron incrementos en la concentración plasmática de glucosa previo al parto en las ovejas suplementadas con lupino con respecto a las ovejas sin suplementar. En cambio, Banchero (2003b) encontró que en las ovejas suplementadas con maíz, que tiene mayor contenido de almidón que el lupino, la concentración de glucosa fue mayor desde los últimos tres días de gestación hasta las 10 horas siguientes al parto, lo cual se vio reflejado en la mayor concentración de lactosa en el calostro de las ovejas suplementadas, tanto en el acumulado hasta el parto como en el secretado hasta las siguientes seis horas, con respecto a las ovejas control. Estos resultados son similares a los obtenidos en el calostro de las ovejas suplementadas con cebada o maíz, lo que indica que estas ovejas tuvieron una mayor cantidad de glucosa para la síntesis de lactosa.

Sin embargo, solo las ovejas con corderos únicos produjeron menos calostro cuando fueron suplementadas con cebada entera comparadas con las ovejas suplementadas con maíz quebrado. Esto puede deberse a que la cebada tiene mayor degradabilidad en el rumen que el maíz, suministrando menor cantidad de almidón al intestino delgado. Sin embargo, las ovejas melliceras pueden haber incrementado la tasa de pasaje de la digesta desde el rumen, comparado a las ovejas con corderos únicos, explicado por la compresión ejercida por los fetos mellizos (Weston, 1988) y así, más cantidad de cebada no fermentada pudo haber pasado desde el rumen hacia el intestino y haber aportado una cantidad similar de glucosa comparada a la del maíz.

Las ovejas melliceras fueron las que desarrollaron ubres más grandes, lo que concuerda con lo que sucede normalmente. Las concentraciones en el plasma materno de progesterona y lactógeno placentario por lo general son más altas cuanto mayor es el número de fetos gestados, y como ambas hormonas tienen propiedades mamogénicas, estarían asegurando un crecimiento de la ubre apropiado para el tamaño de camada (Mellor, 1988). Al haber desarrollado ubres más grandes tuvieron un mayor potencial para producir calostro, el cual se vio manifestado en el total del calostro secretado, como consecuencia de la mayor acumulación hasta el parto y en la hora siguiente.

La progesterona inhibe la síntesis de α -lactoalbúmina, enzima que compone el complejo lactosa-sintetasa, como consecuencia se afecta la síntesis de lactosa (Mephan, 1987) y además como la lactosa es el principal componente osmótico de la leche, la cantidad de lactosa sintetizada es la responsable del volumen de la leche (Atwood et al., 1995). La mayor secreción de lactosa en el calostro de las ovejas suplementadas con cebada o maíz hizo que una mayor cantidad de agua fuera tomada por la glándula mamaria, lo cual provocó un aumento en la cantidad de calostro producido, ya que alrededor del 80 % del volumen de la leche está compuesto por agua (Mephan, 1987) y por lo tanto también hizo que éste fuera más líquido. Esto implica que los corderos además de haber tenido una mayor cantidad de calostro disponible, éste fue más fácil de

mamar. Esto concuerda con lo encontrado por Hall et al. (1992) donde las menores concentraciones de progesterona en los días previos al parto estuvieron correlacionadas con las mayores producciones de calostro y con las menores viscosidades de los mismos.

La menor concentración de proteína en el calostro de las ovejas que fueron suplementadas es el resultado de la mayor producción de calostro, el cual causa un efecto de dilución, ya que en términos absolutos hay una mayor producción de proteína, en relación a las ovejas que no se suplementaron. Esto permite una mayor disponibilidad de inmunoglobulinas para los corderos.

En general, las ovejas que gestaron un cordero produjeron suficiente calostro para cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento de sus crías (McCance et al., 1959). Pero al ver los requerimientos generales, los corderos únicos hijos de ovejas sin suplementar no cubrirían sus necesidades de energía si se encontraran bajo condiciones de campo. Por otro lado, los corderos mellizos cuyas madres fueron suplementadas, son capaces de cubrir sus requerimientos energéticos en todos los casos. Contrariamente, las ovejas melliceras sin suplementar no producen calostro capaz de cubrir las necesidades generales de sus corderos, y éstos no serían capaces ni siquiera de cubrir la energía destinada a mantenimiento con el calostro que realmente podrían obtener, si se encontraran en condiciones de campo. Esto es consistente con lo encontrado por Hall et al. (1992); Murphy et al. (1996) y Bancho (2003b) en donde las ovejas melliceras no produjeron suficiente calostro al parto para cubrir las necesidades de sus corderos (Robinson et al., 2002) a pesar de haber cubierto sus requerimientos de preñez tardía (MAFF, 1975) a través del pastoreo o alimentadas con heno, en los casos que estaban estabuladas.

El mayor crecimiento de las ubres se dio entre los últimos 3 a 4 días de gestación en todas las ovejas, esto está explicado en parte por la rápida acumulación de calostro que ocurre entre 1 y 4 días antes del parto (Hartmann et al., 1973a; McCance et al.,

1959). La suplementación con cebada o maíz no afectó el desarrollo de las ubres en sí mismas (medidas como ubres vacías), por lo que las ovejas que fueron alimentadas solamente con heno tuvieron el mismo potencial para producir calostro que las ovejas suplementadas, pero no pudieron expresarlo, debido a que la síntesis de lactosa estuvo limitada por la cantidad de glucosa disponible.

El corto período de suplementación no afectó el peso al nacimiento de los corderos, tanto únicos como mellizos, lo cual coincide con lo encontrado por Hall et al. (1992) y Murphy et al. (1996). De lo contrario aumentarían las probabilidades de causar dificultades al parto o distocia (Scales et al., 1986).

En este experimento no fue posible demostrar que una mayor producción de calostro mejora la sobrevivencia de los corderos, debido a que las pariciones fueron bajo condiciones controladas y además se interfirió de manera importante con la normal relación que se establece entre los corderos y sus madres. Sin embargo, Banchemo et al. (2005b) suministrando durante los últimos 7 a 10 días de gestación un suplemento balanceado energético-proteico a ovejas que pastoreaban campo natural, encontró que la sobrevivencia de los corderos cuyas madres recibieron este suplemento fue de 92 % en la primer semana de vida, frente a un 75 % encontrado para los corderos que sus madres solamente pastorearon campo natural. La cantidad de calostro acumulado al parto en las ovejas que recibieron el suplemento fue del 192 %, en relación a las que solamente pastorearon campo natural. Además, el calostro de las ovejas suplementadas fue de menor viscosidad. Estos resultados fortalecen los planteos realizados en nuestro experimento.

La suplementación pre-parto de las ovejas no afectó la producción de leche en el ordeño realizado a los 29 días de lactancia, cuando normalmente se da el pico de lactación, lo que se correspondió con la producción de calostro a las 6 y 10 horas pos-parto donde ya no había diferencias en producción entre las ovejas de los diferentes tratamientos. Además coincide con resultados de Banchemo et al. (2004) donde ovejas

Merino Australiano suplementadas con maíz durante la última semana de gestación produjeron el doble de calostro que ovejas control pero no hubo diferencias en producción de leche a los 20 días de paridas (Banchero, comunicación personal).

En cambio en el ordeño a los 67 días de lactancia si hubo diferencias en la producción de leche entre los tratamientos y las ovejas que produjeron menos fueron las suplementadas con maíz y luego las suplementadas con cebada. Seguramente las ovejas suplementadas alcanzaron antes el pico de lactación que las ovejas no suplementadas por lo que también comenzaron antes a descender su producción de leche. Lamentablemente no podemos afirmar que esta es la explicación para la menor producción de leche en ovejas suplementadas ya que no se ordeñó con una frecuencia adecuada a tal fin. Sin embargo, las ganancias de peso de los corderos y la eficiencia de éstos para convertir la leche en carne nos permite indicar que no hubo diferencias en la producción total de leche luego del parto entre los tratamientos.

6. CONCLUSIONES

La principal causa de muerte de los corderos recién nacidos es la inanición, y uno de los principales factores por la que se da es una insuficiente cantidad de calostro al momento del parto.

La suplementación con granos de cebada o maíz durante los últimos 9 días de gestación tuvo un gran impacto sobre la producción de calostro tanto en las ovejas únicas como en las melliceras. Al parto, estas ovejas acumularon más del doble de calostro que las ovejas no suplementadas y tuvieron una mayor producción en el total de calostro en las primeras 10 horas pos parto.

Las ovejas suplementadas con cebada o maíz no solo produjeron más calostro sino que éste fue más líquido, lo que permitiría al cordero consumirlo más fácilmente.

La respuesta de las ovejas a la suplementación también se reflejó en los componentes del calostro, principalmente en la mayor concentración de lactosa al parto y en las siguientes 3 horas, la cual no solo causó la mayor producción de calostro sino que hizo que éste fuera más líquido, y en la menor concentración de proteína ocasionada por un efecto de dilución, ya que estas ovejas tuvieron una mayor producción total de proteína.

La suplementación afectó exclusivamente la producción de calostro en sí misma, ya que ni el crecimiento del tejido mamario se vio favorecido, como tampoco la producción de leche en la lactación establecida.

La cebada fue tan efectiva como el maíz, por lo que el almidón suministrado por ambos granos sería fundamental para estimular la producción de calostro.

Un beneficio de utilizar cebada sería que tiene un mayor contenido de proteína en relación al maíz, que al menos para condiciones de campo natural donde la proteína es limitante, reduciría la utilización de proteína exógena que siempre es un componente caro al momento de formular un concentrado.

Largos períodos de suplementación en la gestación podrían ser antieconómicos y conducirían a la producción de corderos más grandes los que tendrían mayores probabilidades de causar dificultades al parto y distocia. En cambio, un corto período de suplementación estratégica sería una opción más económica, y además no incrementaría significativamente el peso al nacimiento de los corderos pero aseguraría que el calostro disponible al parto y en las primeras horas de vida cubra o supere los requerimientos estimados de los corderos.

7. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de una suplementación estratégica con cebada o maíz en los últimos días de gestación sobre la producción de calostro en ovejas Corriedale.

El experimento fue realizado en la Unidad Experimental "Palo a Pique" (UEPP) de INIA Treinta y Tres durante 88 días (11 de agosto al 6 de noviembre de 2003). Se utilizaron sesenta y dos ovejas adultas gestantes. Tres semanas previo al parto fueron estabuladas individualmente y se asignaron a 6 tratamientos: único control (12 ovejas), único cebada (12 ovejas), único maíz (12 ovejas), mellizo control (8 ovejas), mellizo cebada (9 ovejas), mellizo maíz (9 ovejas). Todas las ovejas recibieron una dieta base de heno de alfalfa, 1.08 y 1.39 Kg MS/a/d para únicas y melliceras respectivamente para cubrir los requerimientos de energía metabolizable (MAFF, 1975) y proteína cruda (NRC, 1985). A las ovejas de los tratamientos con suplemento se les ofreció 600 g/a/d de cebada entera o maíz quebrado durante 9 días previo al parto. Se midió el peso y la composición del calostro a través de ordeñes al parto, 1, 3, 6 y 10 horas luego del mismo.

La producción de calostro acumulado al parto de las ovejas suplementadas, tanto únicas como melliceras, fue más de dos veces con respecto a las no suplementadas ($P < 0.05$). Subsecuentemente luego del parto hasta las 3 horas las suplementadas produjeron más calostro, así como también el total de calostro producido hasta las 10 horas. Esta mayor producción de calostro concuerda con la mayor concentración de lactosa al parto y hasta las 3 horas, ya que la lactosa es el principal componente osmótico de la leche, y por lo tanto la responsable del volumen de la misma. A su vez, el calostro secretado al parto por las ovejas suplementadas fue de menor viscosidad. Por otro lado las ovejas suplementadas produjeron más proteína que las no suplementadas.

Un corto período de suplementación pre-parto no incrementó significativamente el peso de los corderos al nacimiento, lo que produciría problemas de distocia, pero asegura que el volumen del calostro sea disponible para los corderos, superando los requerimientos estimados.

8. SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the impact of a strategic supplementation with barley or maize in the last days of gestation on colostrum production in Corriedale ewes.

The experiment was conducted at the Experimental Unit "Palo a Pique" of INIA Treinta y Tres for 88 days (August 11 to November 6, 2003). Sixty two pregnant adult ewes were used. The ewes were penned individually and assigned to 6 treatments three weeks prelambling : 12 single-bearing unsupplemented, 12 single-bearing supplemented with barley, 12 single-bearing supplemented with maize, 8 twin-bearing unsupplemented, 9 twin-bearing supplemented with barley, 9 twin-bearing supplemented with barley. All the ewes received a basal diet of Lucerne hay, 1.08 and 1.39 Kg DM/h/d for single and twin-bearing ewes respectively, fed to complete requirements according to MAFF (1975) and NRC (1985). The supplemented ewes were offered 600 g/h/d whole barley or cracked corn during the last 9 days of gestation. The weight and composition of the colostrum from milked samples were measured at parturition and at 1, 3, 6 and 10 h postpartum.

At lambing, the supplemented ewes had accumulated more than double the colostrum of unsupplemented ewes ($P < 0.05$) (both twin and single-bearing ewes). Subsequent production of colostrum was greater in supplemented than in non supplemented ewes in the first three hours, as well as the total colostrum produced up to 10 hours. This major production of colostrum agrees with the major concentration of lactose at birth and until 3 hours, since lactose is the principal osmotic component of the milk, and therefore was the responsible of the milk volume. In turn, the colostrum secreted at lambing for the supplemented ewes was of minor viscosity. On the other hand, supplemented ewes yielded more protein than unsupplemented ewes.

Short-term, strategic supplementation prelambling did not increase the birth weight of the lambs significantly, that are more likely to cause dystocia, but ensured that the volume of colostrum available at birth for the lambs, overcame the estimated requirements of the lamb.

Key words: colostrum, lactogenesis, viscosity, lactose, ewes, milk production

9. BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, G.; DAVIES, H. L. 1959. Relationship of milk production to number of lambs born or suckled. *Australian Journal of Agricultural Research* 10: 720–724.
2. ATWOOD, C. S.; TOUSSAINT, J. K.; HARTMANN, P. E. 1995. Assessment of mammary gland metabolism in the sow. II. Cellular metabolites in the mammary secretion and plasma during lactogenesis II. *Journal of Dairy Research* 62: 207–220.
3. BANCHERO, G.; QUINTANS, G. 2002a. Mortalidad neonatal y crecimiento de corderos en relación con la producción de calostro en ovejas Corriedale. *In: Jornada Anual de Producción Animal. INIA Actividades de Difusión* 294. pp 37–40.
4. _____. DELUCCI, M. I.; QUINTANS, G. 2002b. Reducción de pérdidas de corderos: alimentación preparto y lactogénesis. I) Producción de calostro en ovejas pastoreando alfalfa de alta calidad en la última semana de gestación: efecto de la carga fetal y condición corporal. *In: Seminario de actualización técnica: Cría y Recría Ovina y Vacuna. INIA Serie de Actividades de Difusión* 288. pp 19–25.
5. _____. QUINTANS, G. 2002c. Reducción de pérdidas de corderos: alimentación preparto y lactogénesis. II) Energía metabolizable durante el parto: ¿es la clave para aumentar la producción de calostro?. *In: Seminario de actualización técnica: Cría y Recría Ovina y Vacuna. INIA Serie de Actividades de Difusión* 288. pp 26–31.
6. _____. DELUCCI, M. I.; QUINTANS, G. 2003a. Producción de calostro en ovejas Ideal: efecto de la carga fetal y condición corporal. *In: Producción Ovina Intensiva. INIA Serie de Actividades de Difusión* 342. pp 19–25.
7. _____. 2003b. Strategic nutrition to improve lactogenesis and behaviour in wool sheep. Thesis Doctor of Philosophy. Australia. Faculty of Natural and Agricultural Sciences. University of Western Australia.
8. _____. QUINTANS, G.; MARTIN, G. B; MILTON, J.T.B.; LINDSAY, D.R. 2004. Nutrition and colostrum production in sheep. 2- Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development* 16: 645–653.
9. _____. QUINTANS, G.; MILTON, J.; LINDSAY, D. 2005a. Alimentación estratégica para mejorar la lactogénesis de la oveja al parto. *In: Seminario de actualización técnica: Reproducción Ovina. Recientes Avances Realizados por el INIA. INIA Serie de Actividades de Difusión* 401. pp 127–136.

10. _____. FERNANDEZ, M.; GANZABAL, A. 2005b. Manejo antes del parto para disminuir la mortalidad de corderos recién nacidos: esquila y suplementación preparto. In: Producción Ovina Intensiva. INIA. Serie de Actividades de Difusión 426. pp 4–8.
11. BARRY, T. N.; MANLEY, T. R. 1985. Glucose and protein metabolism during late pregnancy in triplet-bearing ewes given fresh forages ad lib. *British Journal of Nutrition* 54: 521–533.
12. BELL, A. W. 1995. Regulation of nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* 73: 2804–2819.
13. _____. BAUMAN, D. E. 1997. Adaptations of glucose metabolism during pregnancy and lactation. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia* 2 (3): 265–278.
14. BENCINI, R.; PURVIS, I. W. 1990. The yield and composition of milk from Merino ewes. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 18: 144–147.
15. BROCKHUS, M. A.; NUNAN, K.; PARR, R. A. 1988. A relationship between nutrition and progesterone at parturition and the implications for lamb survival. *Australian Society for Reproductive Biology* 20: 62.
16. CAMPBELL, S. G.; SIEGEL, M. J.; KNOWLTON, B. J. 1977. Sheep immunoglobulins and their transmission to the neonatal lamb. *New Zealand Veterinary Journal* 25 (12): 361–365.
17. CHAMLEY, W. A.; BUCKMASTER, J. M.; CERINI, M. E.; CUMMING, I. A.; GODING, J. R.; OBST, J. M.; WILLIAMS, A.; WINFIELD, C. 1973. Changes in the levels of progesterone, corticosteroids, estrone, estradiol-17 β , luteinizing hormone, and prolactin in the peripheral plasma of the ewe during late pregnancy and at parturition. *Biology of Reproduction* 9: 30–35.
18. CHOUNG, J. J.; CHAMBERLAIN, D. G.; THOMAS, P. C.; BRADBURY, I. 1990. The effects of intraruminal infusions of urea on the voluntary intake and milk production of cows receiving grass silage diets. *Journal of Dairy Research* 57: 455–464.
19. COLLIER, R. J.; McNAMARA, J. P.; WALLACE, C. R.; DEHOFF, M. H. 1984. A review of endocrine regulation of metabolism during lactation. *Journal of Animal Science* 59 (2): 498–510.
20. COWIE, A. T.; FORSYTH, I. A.; HART, I. C. 1980. Growth and development of the mammary gland. In: Hormonal Control of Lactation, A.T. Cowie, I.A. Forsyth and I.C. Hart (Eds.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg; New York, pp. 58-145.

21. COZZOLINO, D.; FIGURINA, G.; METHOL, M.; ACOSTA, Y.; MIERES, J.; BASSEWITZ, H. 1994. Guía para la alimentación de rumiantes. INIA. Serie Técnica 44. 60 p.
22. DELOUIS, C.; RICHARD, P. 1993. Lactation. In: Reproduction in mammals and man. Thibault, C.; Levasseur, M. C.; Hunter, R. H. F. eds. Ellipses, Paris. pp 503–530.
23. DUKES, H. H.; SWENSON, M. J. 1981. Fisiología de los animales domésticos. 4th ed. Ed. Aguilar, México.
24. EMMANUEL, B.; EDJTEHADI, M. 1981. Glucose biokinetics in normal and urea-treated sheep (*ovis aries*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 68B: 555–560.
25. FORBES, J. M. 1968. The physical relationships of the abdominal organs in the pregnant ewe. *Journal of Agricultural Science of Cambridge* 70: 171–177.
26. GILBERT, R. P.; GASKINS, C. T.; HILLERS, J. K.; PARKER, C. F.; McGUIRE, T. C. 1988. Genetic and environmental factors affecting immunoglobulin G1 concentrations in ewe colostrum and lamb serum. *Journal of Animal Science* 66: 855–863.
27. GUTIERREZ, R. B. 1991. La leche de oveja y su composición. In: Elaboración artesanal de quesos de oveja. MGAP. JUNAGRA – UAPAG.GTZ: 29–37.
28. HALL, D. G.; EGAN, A. R.; FOOT, J. Z.; PARR, R. A. 1990. The effect of litter size on colostrum production in crossbred ewes. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 18: 240–243.
29. _____. HOLST, P. J.; SHUTT, D. A. 1992. The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1 concentrations. *Australian Journal of Agricultural Research* 43: 325–337.
30. HARTMANN, P. E. 1973a. Changes in the composition and yield of the mammary secretion of cows during the initiation of lactation. *Journal of Endocrinology* 59: 231–247.
31. _____. TREVETHAN, P.; SHELTON, J. N. 1973b. Progesterone and oestrogen and the initiation of lactation in ewes. *Journal of Endocrinology* 59: 249–259.
32. HOLST, P. J.; HALL, D. G.; ALLAN, C. J. 1996. Ewe colostrum and subsequent lamb suckling behaviour. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36: 637–640.

33. HUNTINGTON, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of Animal Science* 75: 852–867.
34. KHALAF, A. M.; DOXEY, D. L.; BAXTER, J. T. 1979. Late pregnancy ewe feeding and lamb performance in early life. *Animal Production* 29 (3): 393–399.
35. KUHN, N. J.; CARRICK, D. T.; WILDE, C. J. 1980. Symposium: milk synthesis. *Journal of Dairy Science* 63 (2): 328–336.
36. LANDAU, S.; ZOREF, Z.; NITSAN, Z.; MADAR, Z. 1997. The influence of extruding corn grain in diets fed to Finn x Awassi crossbred ewes during late pregnancy on birth weight of lambs. *Canadian Journal of Animal Science* 77: 141–147.
37. LECCE, J. G.; MORGAN, D. O. 1962. Effect of dietary regimen on cessation of intestinal absorption of large molecules (closure) in the neonatal pig and lamb. *The Journal of Nutrition* 78: 263–268.
38. LINZELL, J. L.; PEAKER, M. 1971. Mechanism of milk secretion. *Physiological Reviews* 51 (3): 564–597.
39. _____ PEAKER, M. 1974. Changes in colostrum composition and in the permeability of the mammary epithelium at about the time of parturition in the goat. *Journal of physiology* 243: 129–151.
40. MAFF, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1975. Energy allowances and feeding systems for ruminants. *Technical Bulletin* 33. London. 79 pp.
41. MARI, J.J. 1979. Pérdidas perinatales en corderos. *In: Jornadas Veterinarias de Ovinos*. 1: 1-13.
42. MAZZONE, M. M.; HOLCOMBE, D. W.; ACKERMAN, C. J.; BALOK, C. E.; MENDOZA-REYES, A.; HALLFORD, D. M. 1999. Effect of short-term protein supplementation on colostrum characteristics and immunoglobulin G concentrations in colostrum and ewe and lamb serum. *Sheep and Goat Research Journal* 15 (2): 64–72.
43. McCANCE, I.; ALEXANDER, G. 1959. The onset of lactation in the Merino ewe and its modification by nutritional factors. *Australian Journal of Agricultural Research* 10: 699–719.
44. McDONALD, P; EDWARDS, R. A.; GREENHALG, J. F. D. 1988. *Animal nutrition*. 4a. ed. Singapur. Longman Scientific & Technical. 543 p.

45. McNEILL, D. M.; MURPHY, P. M.; LINDSAY, D. R. 1998. Blood lactose v. milk lactose as a monitor of lactogenesis and colostrum production in Merino ewes. *Australian Journal of Agricultural Research* 49: 581–587.
46. MELLOR, D. J.; MURRAY, L. 1985a. Effects of maternal nutrition on the availability of energy in the body reserves of fetuses at term and in colostrums from Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science* 39: 235–240.
47. _____. MURRAY, L. 1985b. Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrum production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Research in Veterinary Science*. 39: 230–234.
48. _____. COCKBURN, F. 1986a. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 71: 361–379.
49. MELLOR, D. J.; MURRAY, L. 1986b. Making the most of colostrum at lambing. *The Veterinary Record* 118: 351–353.
50. _____. FLINT, D. J.; VERNON, R. G.; FORSYTH, I. A. 1987. Relationships between plasma hormone concentrations, udder development and the production of early mammary secretions in twin – bearing ewes on different planes of nutrition. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* 72: 345–356.
51. _____. 1988. Integration of perinatal events, pathophysiological changes and consequences for the newborn lamb. *British Veterinary Journal* 144: 552–569.
52. MEPHAN, T. B. 1987. *Physiology of lactation*. Open University Press. Milton Keynes. Philadelphia. 207 p.
53. MURPHY, P. M.; McNEILL, D. M.; FISHER, J. S.; LINDSAY, D. R. 1996. Strategic feeding of Merino ewes in late pregnancy to increase colostrum production. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production* 21: 227–230.
54. NEVILLE, M. C.; MORTON, J. 2001. Physiology and endocrine changes underlying human lactogenesis II. *Journal of nutrition* 131 (11): 3005S–3008S.
55. NICHOLAS, K. R.; HARTMANN, P. E. 1981. Progesterone control of the initiation of lactose synthesis in the rat. *Australian Journal of Biology Science* 34: 435–443.
56. NOWAK, R.; PORTER, R. H.; LÉVY, F.; ORGEUR, P.; SCHAAL, B. 2000. Role of mother-young interactions in the survival of offspring in domestic mammals. *Reviews of Reproduction* 5: 153–163.

57. NRC, National Research Council. 1985. Nutrient requirements of sheep. National Academy Press; Washington, 99 pp.
58. O' DOHERTY, J. V.; CROSBY, T. F. 1996. The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. *Theriogenology* 46: 233–241.
59. _____. CROSBY, T. F. 1997. The effect of diet in late pregnancy on colostrum production and immunoglobulin absorption in sheep. *Animal Science* 64: 87–96.
60. _____. CROSBY, T. F. 1998. Blood metabolite concentrations in late pregnant ewes as indicators of nutritional status. *Animal Science* 66: 675–683.
61. PATTINSON, S. E.; DAVIES, D. A. R.; WINTER, A. C. 1995. Changes in the secretion rate and production of colostrum by ewes over the first 24 h post partum. *Animal Science* 61: 63–68.
62. PRIETO, D. 1995. Fisiología de la lactación. *In: Fisiología veterinaria*. García Sacristán, A. ed. Interamericana. pp 893–914.
63. REARTE, D.H. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. drearte@balcarce.inta.gov.ar
64. RIGOUT, S.; LEMOSQUET, S.; VAN EYS, J. E.; BLUM, J. W.; RULQUIN, H. 2002. Duodenal glucose increases glucose fluxes and lactose synthesis in grass silage-fed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85: 595–606.
65. ROBINSON, J. J.; ROOKE, J. A.; McEVOY, T. G. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. *In: Sheep nutrition*. Freer, M.; Dove, H. eds. CAB international. pp 189–211.
66. RUCKEBUSCH, Y. 1991. Physiology of small and large animals. Yves Ruckebush, Louis-Philippe Planeuf, Robert Dunlop. Philadelphia : Hamilton: B.C. Decker 672 p.
67. RUSSELL, A.J.F.; DONEY, J. M.; GUNN, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science*. 72: 451–454.
68. SALGADO, C. 2004. Producción ovina: Situación actual y perspectivas. *In: Seminario de reproducción ovina: Propuestas para el negocio ovino*. pp. 7–13.
69. SAS .2001. *SAS* version 8.02. SAS Inst., Cary, N.C., USA.

70. SCALES, G. H.; BURTON, R. N.; MOSS, R. A. 1986. Lamb mortality, birthweight, and nutrition in late pregnancy. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 29: 75–82.
71. SHUBBER, A. H.; DOXEY, D. L. 1979. Colostrum production by ewes and the amounts ingested by lambs. *Research in Veterinary Science* 27 : 280 – 282.
72. TREACHER, T. T. 1970. Effects of nutrition in late pregnancy on subsequent milk production in ewes. *Animal Production* 12: 23–36.
73. TUCKER, H. A. 1994. Lactation and its hormonal control. *In: The physiology of reproduction*. Knobil, E.; Neill, J. eds. Raven Press Ltd., New York. pp 1065–1098.
74. _____. 2000. Symposium: hormonal regulation of milk synthesis. *Journal of Dairy Science* 83: 874–884.
75. WESTON, R. H. 1988. Factors limiting the intake of feed by sheep. XI The effect of pregnancy and early lactation on the digestion of a medium-quality roughage. *Australian Journal of Agricultural Research* 39: 659–669.

10. ANEXOS

ANEXO 1: Composición de los alimentos

Resultados de las muestras analizadas en el laboratorio de nutrición animal de INIA La Estanzuela:

	MSP	MSA	DMO	PC	CEN
Fardo AA 14/8/03	90.00	96.46	56.60	13.20	6.59
Fardo AA 25/8/03	89.30	96.65	59.02	18.08	9.45
Fardo AA 27/8/03	89.24	96.27	61.38	16.73	7.55
Fardo AA 28/8/03	90.37	96.50	58.94	13.13	8.04
Grano Ma 27/8/03	-	86.93	87.34	8.04	1.28
Grano Ce 21/8/03	-	86.89	87.66	10.51	2.43
Grano Ma 20/8/03	-	87.13	85.87	7.90	1.50
Grano CE 31/8/03	-	86.65	89.50	10.85	2.19

Referencias: MSP = Materia Seca Parcial; MSA = Materia Seca Analítica; DMO = Digestibilidad de la Materia Orgánica; PC = Proteína Cruda; CEN = Cenizas; AA = Alfalfa; Ma = Maíz; CE = Cebada

Datos extraídos de la guía para la alimentación de rumiantes de INIA:

	Materia Seca (%)	Energía Metabolizable (MJ/Kg MS)
Cebada	88.3	13.38
Maíz	87.1	14.01

Para calcular la Energía Metabolizable de las muestras de fardo de Alfalfa se utilizaron las siguientes fórmulas extraídas de MAFF (1975):

$$\text{Energía Digestible (ED)} = 0.19 * \text{DMO\% (MJ/Kg MS)}$$

$$\text{Energía Metabolizable (EM)} = 0.81 * \text{ED (MJ/Kg MS)}$$

ANEXO 2: Cálculo de requerimientos de las ovejas.

Para el cálculo de los requerimientos de las ovejas se tomó en cuenta el peso de las mismas y los datos de energía metabolizable (MJ/día) extraídos de MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1975):

- Requerimientos de Energía Metabolizable (MJ/d) de ovejas preñadas en condiciones de campo:

Peso vivo(Kg)	Mantenimiento	Semanas pre-parto	
		2	Parto
40	única	5.8	8.2
	mellicera	*(- 0.8)	9.5
50	única	6.8	9.5
	mellicera	*(- 0.9)	11.1

* valor de EM que decrece para ovejas estabuladas

- Datos:

Peso de ovejas: únicas 44.2 Kg
 melliceras 50.8 Kg

- Cálculos de requerimiento de EM para ovejas estabuladas en la última semana de gestación:

Únicas: $(((9.1+8.2)/2)+((10.5+9.5)/2))/2 - ((0.8 + 0.9)/2) = 8.475 \text{ MJ/d}$

Melliceras: $((12.8+11.1)/2) - 0.9 = 11.05 \text{ MJ/d}$

ANEXO 3: Volumen de las ubres

Promedio del volumen de las ubres (ml):

Días pre-parto	único			mellizo		
	cebada	maíz	control	cebada	maíz	control
Parto	1894	2220	1787	2962	3592	2359
1 y 2	1569	1578	1576	2379	2771	2004
3 y 4	1201	1338	1202	1931	2260	1724
5 y 6	1048	1051	1040	1710	2172	1515
7 y 8	974	1002	1008	1299	1772	1201
9 y 10	867	1006	895	1442	1468	1383
11 y 12	747	652	780	1326	1612	1339