

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL FLUSHING CON SUPLEMENTOS DE DIFERENTES
CONCENTRACIONES DE TANINOS SOBRE LA TASA OVULATORIA EN
OVINOS**

por

**Pablo Andrés ERRAZOLA ANZOLABEHERE
Santiago MACHADO JOVER
Juan Andrés TAFERNABERRY BICA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2014**

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Daniel Fernández Abella

Ing. Agr. MSc. PhD. Lucia Piaggio

Ing. Agr. M.Sc. Helena Guerra

Fecha: 18 de diciembre de 2014

Autores: _____

Pablo Andrés ERRAZOLA ANZOLABEHERE

Santiago MACHADO JOVER

Juan Andrés TAFERNABERRY BICA

AGRADECIMIENTOS

Primeramente nos gustaría agradecer a Daniel Fernández Abella que gracias a su conocimiento y dedicación hizo posible que este trabajo fuera llevado a cabo. Su constante colaboración y apoyo durante el transcurso de nuestra tesis, nos permitió un gran aprendizaje tanto profesional como personal.

A las Ings. Agrs. Lucía Piaggio y Helena Guerra por su participación y tiempo destinado al presente trabajo.

Agradecemos también al Ing. Agr. Juan Luis Algorta e Ing. Agr. Martín Cordal por su colaboración para con el presente ensayo.

Al Téc. Agrop. Haroldo Deschenaux por toda su colaboración durante el transcurso de la realización del trabajo de campo, así como a todo el personal y técnicos encargados del SUL (C.I.E.D.A.G.).

Especialmente queremos agradecer a nuestras familias y amigos por su apoyo constante durante todo el transcurso de nuestra carrera, ya que sin ellos no hubiese sido posible llegar a esta instancia.

Por último, damos gracias a Dios por acompañarnos en nuestro camino.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1. BASES SOBRE LA FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA OVINA.....	4
2.1.1. <u>Ciclo estral y regulación endocrina</u>	6
2.1.2. <u>Ovogénesis y foliculogénesis</u>	10
2.1.2.1. Ovogénesis.....	10
2.1.2.2. Foliculogénesis.....	11
2.1.3. <u>Tasa ovulatoria</u>	13
2.1.4. <u>Estación de cría</u>	14
2.1.5. <u>Fecundación e implantación</u>	17
2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA TASA OVULATORIA.....	19
2.2.1. <u>Genéticos</u>	19
2.2.2 No genéticos.....	21
2.2.2.1 Internos.....	25
2.2.2.2 Externos.....	25
2.3. FLUSHING Y FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA.....	30
2.3.1. <u>Flushing</u>	30
2.3.2. <u>Factores que afectan la respuesta</u>	34
2.3.2.1. Genéticos.....	34
2.3.2.2. Condición corporal.....	35
2.3.2.3. Edad.....	36
2.4. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.....	36
2.4.1. <u>Base forrajera</u>	36
2.4.1.1. Generalidades.....	37
2.4.1.2. Suelos.....	37
2.4.1.3. Campo natural del Cristalino Central.....	40
2.4.1.4. Alternativas de intervención.....	41
2.4.1.5. Mejoramientos extensivos con leguminosas.....	44

2.4.2 <u>Suplementos</u>	47
2.4.2.1. <u>Suplementos proteicos</u>	50
2.5. <u>CONSIDERACIONES FINALES</u>	51
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	51
3.1. <u>DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL</u>	51
3.2. <u>RECURSOS DISPONIBLES</u>	52
3.2.1. <u>Base forrajera</u>	53
3.2.2. <u>Suplementos</u>	54
3.2.3. <u>Animales experimentales</u>	54
3.2.4. <u>Clima</u>	55
3.3. <u>TRATAMIENTOS</u>	56
3.4. <u>DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA</u>	57
3.5. <u>DETERMINACIONES REALIZADAS</u>	57
3.5.1. <u>Determinaciones en la pastura</u>	57
3.5.2. <u>Determinaciones en los animales</u>	57
3.5.2.1. <u>Laparoscopia</u>	58
3.5.2.2. <u>Ecografía</u>	58
3.6. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	59
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	59
4.1. <u>REQUERIMIENTOS Y CONSUMO</u>	61
4.2. <u>CATACTERIZACIÓN DE LA BASE FORRAJERA</u>	63
4.3. <u>CARACTERIZACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS</u>	64
4.4. <u>EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO Y LA CONDICIÓN CORPORAL</u>	66
4.5. <u>DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDAD OVÁRICA</u>	70
4.1. <u>DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ</u>	73
5. <u>CONCLUSIONES</u>	75
6. <u>RESUMEN</u>	76
7. <u>SUMMARY</u>	77
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Principales hormonas vinculadas a la reproducción.....	5
2. Estimación de la duración de la estación de cría en distintas razas del Uruguay.....	16
3. Efecto del estado corporal en la respuesta al flushing en ovejas Merino adultas.....	35
4. Uso del suelo en la región Cristalino del centro.....	37
5. Producción de forraje (Kgs MS/ha) y distribución estacional (%) en distintos suelos de Cristalino central.....	38
6. Parámetros de calidad de forraje promedio de suelos del Cristalino central.....	40
7. Producción estacional y anual (KgMS/ha) de campos de cristalino mejorado con <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> o <i>Lotus subbiflorus</i> cv. El Rincon.....	44
8. Clasificación de alimentos de NRC.....	46
9. Composición química de subproductos de origen animal.....	47
10. Composición química de harinas de oleaginosas.....	48
11. Tasa ovulatoria de ovejas ideal suplementadas con harina de soja protegida o no con taninos.....	49
12. Composición suplementos barraca Deambrosi.....	53
13. Condiciones climáticas durante el experimento.....	54
14. Asignación de tratamientos.....	55
15. Requerimientos y consumo de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) según tratamiento.....	60

16. Resultados de análisis de materia seca (MS) y proteína cruda (PC).....	62
17. Composición florística.....	62
18. Evolución del peso vivo para los diferentes tratamientos.....	65
19. Condición corporal al inicio y fin del experimento.....	66
20. Tasa ovulatoria, nivel ovulatorio y número de ovejas que ovulan según tratamiento.....	67
21. Ovulaciones múltiples y porcentaje de ovejas que ovulan sobre el total (%) según tratamientos.....	69
22. Estimulación folicular y eficiencia ovulatoria según tratamiento.....	70
23. Tipo de preñez según tratamiento.....	71
Figura No.	
1. Resumen del control hormonal del ciclo ovárico.....	8
2. Perfiles hormonales durante el ciclo estral.....	9
3. Desarrollo folicular y foliculogénesis.....	12
4. Modelo foto-neuro-endocrino de la regulación de la LH.....	15
5. Fases del anestro.....	17
6. Huevo embrionado de ovejas: 2 y 4 células.....	18
7. Factores que afectan la fecundidad.....	19
8. Modelos de crecimiento folicular terminal; A) Booroola; B) Finesa (raza prolífica); C) Corriedale (raza no prolífica).....	20
9. Efecto de la edad sobre la eficiencia reproductiva.....	22

10. Relación entre PV, fertilidad y fecundidad.....	23
11. Relación entre la evolución del peso y la fertilidad.....	24
12. Efecto de la condición corporal al servicio sobre la tasa ovulatoria.....	25
13. Modelo de la interacción estacional entre la atresia folicular y la tasa ovulatoria.....	26
14. Variación de la eficiencia ovulatoria y reclutamiento folicular durante el verano-otoño.....	27
15. Relación entre el efecto nutriente inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo.....	30
16. Efecto del consumo de energía digestible (MJ/día) y proteína digestible (g/día) sobre el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (A menor a B)..	31
17. Importancia de la línea Corriedale en respuesta al flushing.....	34
18. Producción de forraje de distintas alternativas forrajeras.....	42
19. Esquema de suplementación sobre pasturas mediante la utilización de excedentes forrajeros.....	45
20. Grupos de suelos CONEAT del experimento.....	52
21. Descripción cronológica del experimento.....	56
22. Tasa y nivel ovulatorio según tratamiento.....	68

1. INTRODUCCIÓN

La producción ovina en el Uruguay tiene una larga y prestigiosa historia. Los orígenes del rubro en nuestro país datan del siglo XIX y sus principales productos, carne y lana, son destacados en el mundo por su alta calidad. Uruguay es uno de los principales exportadores de productos ovinos siendo solo superado por Australia y Nueva Zelanda.

A pesar de esto, el rubro ovino ha sido postergado en los últimos años por el dinámico crecimiento de otros rubros como la forestación, la agricultura y también por la ganadería vacuna que se presentan como más competitivos; permitiendo al sector persistir en los suelos y regiones con menores recursos naturales.

A partir de la década de los noventa se da una fuerte disminución del stock ovino, explicado porque la lana pierde frente a la carne vacuna por una disminución notoria en el precio. Debido a esto, en las últimas dos décadas no solo se verifica un fuerte descenso en el stock, sino un cambio en la composición del mismo, denotado por una marcada reducción relativa de la categoría capones, donde la producción de carne comienza a surgir como una alternativa a la producción de lana.

Considerando el período del 2010 al 2013 se presentan varios indicadores con una leve tendencia en alza o de estabilización, como es el caso del stock, volumen de producción de lana y faena. En cuanto a las exportaciones, también existen indicadores positivos como exportaciones en pie, carne refrigerada y tops de lanas entre otros.

Durante los últimos 12 meses, a junio pasado, ingresaron a Uruguay US\$ 399,4 millones por concepto de exportaciones de los productos que componen el rubro ovino. Esta divisas, representó una suba de 10,7% respecto a igual período anterior según la Dirección Nacional de Aduanas. Las exportaciones de lanas siguen siendo relevantes al representar el 68,9% de los dólares ingresados, pero resulta notorio el incremento de la participación de los negocios de la carne ovina de un 27,3%, llegando a representar un 24,8% de las divisas que generó el sector.

Una de las mayores limitantes para el restablecimiento del rubro al lugar que ocupó hasta la década del 90 en el Uruguay es la baja eficiencia reproductiva. Según el SUL (2008) la misma se ubica en el entorno del 50 a 75% en la última década.

Según Fernández Abella (1993) la tasa reproductiva está afectada por la fertilidad, la prolificidad y la supervivencia de los corderos. Por fertilidad se entiende a la habilidad de una oveja de producir descendencia, mientras que la prolificidad está determinada por la tasa ovulatoria (número de ovocitos liberados en cada ciclo estral) y la mortalidad embrionaria.

Las majadas del Uruguay son en su mayoría doble propósito y tienen una tasa ovulatoria relativamente baja, por lo que la tasa mellicera se ubica entre 10-20% (Banchero y Quintans, 2005)

La tasa ovulatoria está determinada mayormente por el genotipo (raza de la oveja) pero factores ambientales, sobretodo la nutrición, influyen sobre la misma. Es posible lograr altas tasas si logramos un buen peso vivo y/o condición corporal previo al servicio o cuando se mejora el plano nutricional entorno a la encarnerada por periodos variables de tiempo (Azzarini y Ponzoni, 1971). Una sobrealimentación entorno al servicio, técnica conocida como "Flushing", genera un aumento en la tasa ovulatoria. La mayor respuesta a esta técnica ha sido observada en ovejas adultas, de condición corporal intermedia, en razas que presenten poca prolificidad y sobre el fin del verano-otoño (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

En esta misma línea Banchero y Quintans (2005) utilizando expeler de girasol como suplemento (22% de PC) midieron incrementos de 21 puntos porcentuales en la tasa ovulatoria.

Una forma de aumentar aún más la tasa ovulatoria con suplementos proteicos, es la inclusión de taninos exógenos que protegen la proteína. Los taninos tienen la habilidad de unirse a las proteínas bajo condiciones de pH neutro o ligeramente ácido como los existentes a nivel ruminal, formando un complejo proteína-taninos. Este complejo es disociado a bajos pH como los del ambiente que provee el abomaso y el duodeno logrando el incremento de proteína de sobrepaso de la dieta que puede ser digerido y absorbido en el intestino delgado, disminuyendo la proteína degradada a nivel de los

microorganismos del rumen¹. A nivel nacional Banchemo et al. (2012) encontraron aumentos en la tasa ovulatoria de 15 puntos porcentuales suplementando con harina de soja, mientras que cuando se utilizaron taninos de quebracho (*Schinopsis balansae*), en una concentración de 1,5%, protegiendo dicha proteína, el incremento se elevó a 28 puntos porcentuales en ovejas Ideal.

En base a estos antecedentes se planteó como objetivo evaluar el efecto de la suplementación sobre campo natural mejorado, 2 semanas previas a la encarnada y la primer semana de la misma, durante el otoño, con bloques proteicos con diferentes concentraciones (1,5 y 2,25 %) de taninos de quebracho sobre ovejas Corriedale adultas en una condición corporal media, con la hipótesis de lograr un aumento en la tasa ovulatoria y por ende incrementar la fecundidad.

¹ Barajas, R.; Ortiz, B.; Camacho, A.; Villalba, N. E.; Flores, L. R.; Lomeli, J. J.; Romo, J. A. s.f. Influence of additional tannins-extract level on feedlot-performance of finishing lambs. (sin publicar).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. BASES SOBRE LA FISIOLOGÍA REPRODUCTIVA OVINA

La oveja presenta una época del año en la cual es receptiva al macho. A esta época se le llama estación de cría y se caracteriza por una serie de cambios cíclicos en su tracto reproductivo, acompañados por ciertos períodos de receptividad sexual (Azzarini y Ponzoni, 1971).

La función reproductiva en la oveja es dominada por dos ciclos. Un ciclo estral de 17 (+/- 2) días, y un ciclo anual de la actividad ovárica, regulado por el fotoperiodo que marca la estación de cría (Hafez, 1993).

Existen dos sistemas reguladores de las actividades funcionales de los distintos órganos: el sistema nervioso y el sistema endócrino (Fernández Abella, 1993).

La iniciación y mantenimiento del ciclo sexual está gobernado por la actividad fundamental de diferentes estructuras anatómicas y sus secreciones hormonales. El eje hipotálamo-hipófisis, el ovario y el útero, son los principales centros encargados de la regulación de la fisiología reproductiva (Durán del Campo, 1980).

Tanto la síntesis, como el almacenamiento y la liberación de las hormonas del hipotálamo están regulados por hormonas hipofisarias y/o esteroideas, a través de dos mecanismos de alimentación. De acuerdo a su concentración en sangre, las hormonas esteroideas generan una retroalimentación positiva o negativa (Hafez, 1993). Fernández Abella (1993) coincide con dicha información añadiendo que la retroalimentación positiva se produce cuando la estimulación de una hormona (por ejemplo estrógenos), genera un aumento en la concentración de otra (hormona luteinizante). En cambio el feedback negativo se da cuando las elevadas concentraciones de una hormona (progesterona) impiden la liberación de otras (gonadotropinas) (Hafez, 1993).

El sistema nervioso central se relaciona a casi la totalidad de las células asegurando una transmisión veloz de las excitaciones, cumpliendo así un rol importante en las modificaciones del organismo. Contrariamente a esto, las

respuestas del sistema hormonal son lentas ya que las sustancias elaboradas por las células especializadas actúan en un lugar preciso (órgano blanco) a donde deben ser transportadas (Fernández Abella, 1993).

En el siguiente cuadro pueden observarse las principales hormonas relacionadas a la reproducción.

Cuadro No. 1. Principales hormonas vinculadas a la reproducción.

Glándula Productora	Hormona	Naturaleza química	Acciones principales
Hipotálamo	Gn RH	Péptido	Regula síntesis y liberación de las hormonas adenohipofisarias
	Oxitocina	Péptido	Estimula la contracción del músculo liso
Hipófisis	FSH y LH	Glicoproteínas	Induce a la ovulación y a la espermatogénesis
	Prolactina	Proteína	Mantenimiento del cuerpo lúteo
Pineal	Melatonina	Esteroides	Regulación de la estación de cría y aparición de la pubertad
Gónadas	Progesterona	Esteroides	Mantenimiento de la preñez, regulación del ciclo estral
	Estrógenos	Esteroides	Inducción al celo, desarrollo de las estructuras reproductivas y mamas
	Andrógenos	Esteroides	Comportamiento sexual del macho, espermatogénesis y supervivencia espermática
	Inhibina	Proteína	Inhibición específica de la liberación de LH
Útero	Prostaglandinas	Ácidos Grasos	Inducción al parto, lisis del cuerpo lúteo, inducción a la ovulación y transporte de gametos

Referencias:

GnRH = hormona liberadora de gonadotropinas; LH = hormona luteinizante; FSH = hormona foliculo estimulante.

Fuente: adaptado de Fernández Abella (1993).

El ciclo reproductivo ovino está regulado por factores ambientales, genéticos, fisiológicos, hormonales, conductuales y psicosociales, los cuales inciden sobre los fenómenos: pubertad y maduración sexual, época reproductiva, ciclo estral, actividad post parto y envejecimiento (Hafez, 1993).

2.1.1. Ciclo estral y regulación neuroendocrina

La especie ovina está caracterizada por presentar una frecuencia de repetición del ciclo sexual de tipo poliéstrica estacional, es decir que son cíclicas en solo una o dos épocas del año (según la raza), las cuales están determinadas por factores ambientales como el fotoperiodo (Caravaca Rodríguez et al., 2003).

Mediante el ciclo estral se ponen en contacto gametos femeninos con gametos masculinos, coordinando los mecanismos de foliculogénesis y de ovulación, del transporte y supervivencia de los espermatozoides y de anidación del huevo (Fernández Abella, 1993).

Se define al ciclo estral como el intervalo entre dos estros consecutivos. En el ovino presenta una duración, como ya fue mencionado, de 17 ± 2 días donde ocurren importantes cambios morfo fisiológicos y del comportamiento, interconectados a una dinámica neuro-endócrina (Fernández Abella, 1993).

Se pueden distinguir dos fases: la fase folicular y la fase luteal; dentro de las cuales se distinguen dos etapas en cada una. En la fase folicular encontramos el proestro y el estro, mientras que en la fase luteal el metaestro y diestro (Caravaca Rodríguez et al., 2003).

El proestro, es la fase en que se produce la preparación del estro y presenta una duración aproximada de 3 días. En esta etapa se produce la lisis del cuerpo lúteo y se da el inicio del crecimiento terminal de los folículos (Fernández Abella, 1993). La $\text{PGF}_{2\alpha}$, hormona generada en el útero, es la principal responsable de la luteólisis (Niswender et al., 2000).

Durante el estro, se produce la receptividad al macho (la hembra se deja montar por el carnero u otras hembras) con una duración de entre 20 a 28 horas y se producen diversos cambios que permiten la ovulación y la formación de un nuevo cuerpo lúteo (Palma, 2001). Se caracteriza por la manifestación del celo, la cual es consecuencia de la alta concentración de estrógenos circulantes. Estos generan un feedback positivo que incide en el eje hipotálamo-hipófisis provocando una mayor liberación de LH. Los pulsos de LH completan la maduración del folículo, hasta que previo a la ovulación se produce una descarga de gran concentración y corta duración que provoca la rotura del

folículo y salida del ovocito (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Al final del estro ocurre la formación del cuerpo amarillo propiciando la secreción de progesterona (Hafez, 1993).

El metaestro es el período post-ovulatorio y está caracterizado por la formación del cuerpo lúteo que impide la ovulación y tiene una duración de 2 a 3 días (Fernández Abella, 1993).

La última fase del ciclo, siendo la de mayor duración se denomina diestro. Comienza al finalizar el metaestro y se extiende hasta el día 14 del ciclo, lo que determina una duración aproximada de 12 días. Se corresponde con un período de inactividad sexual que inicia con la madurez completa del cuerpo lúteo hasta su desaparición, denominado regresión del cuerpo lúteo. En caso de existir gestación persiste dicho cuerpo lúteo durante toda la preñez (Durán del Campo 1980, Fernández Abella 1993, Caravaca Rodríguez et al. 2003). En caso de no existir fecundación, durante los días 11-13 del ciclo estral, comienza a aumentar la secreción de prostaglandina por parte del útero que induce la luteólisis, disminuyendo la concentración de progesterona (Viñoles, 2003). La regresión del cuerpo lúteo coincide con el inicio de la fase de proestro, comenzando así un nuevo ciclo.

Las principales hormonas encargadas de la regulación del ciclo sexual en las ovejas, mediante distintos mecanismos de retroalimentación, son liberadas por el hipotálamo (GnRH), la hipófisis (LH y FSH), los folículos (estradiol e inhibina), el cuerpo lúteo (progesterona y oxitocina) y el útero (prostaglandina F2 α) (Scaramuzzi et al., 1993).

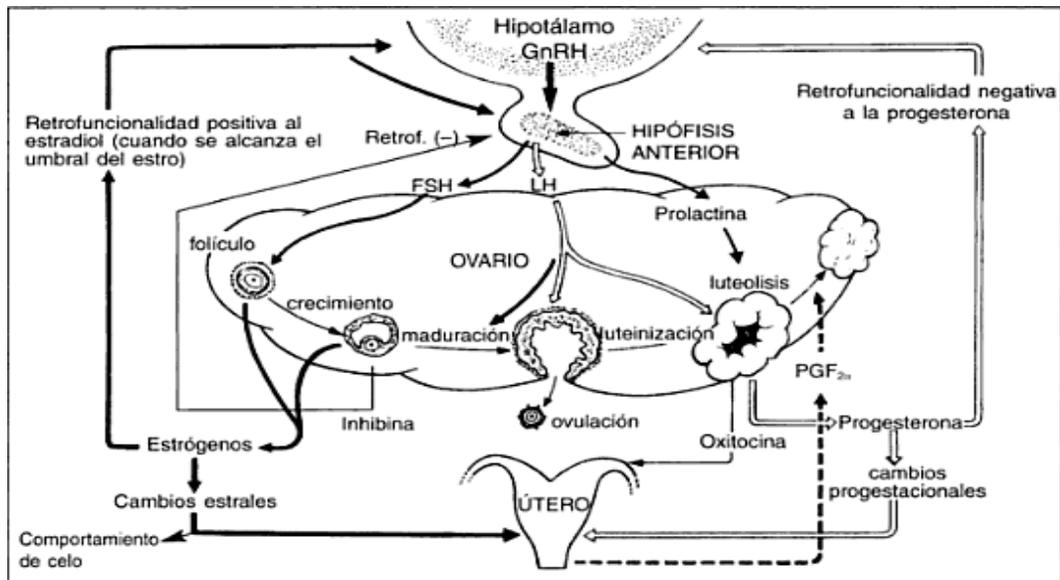


Figura No. 1. Resumen del control hormonal del ciclo ovárico. Fuente: adaptado de Peters y Ball, por Caravaca Rodríguez et al. (2003).

La GnRH es la hormona encargada de liberar las gonadotropinas (hormona folículo estimulante o FSH y hormona luteinizante o LH). Su secreción es controlada por el pulsar constituido por un grupo de neuronas ubicadas en la eminencia media (Caratay et al., citados por Fernández Abella, 1993).

La FSH es una glucoproteína que llega por vía sanguínea al ovario y tiene como principales funciones estimular el crecimiento y maduración de los folículos del ovario y lo prepara para la acción de la LH (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Por si misma no causa la secreción de estrógenos, pero bajo la presencia de LH, estimula al ovario a producir estrógenos (Hafez, 1993).

La LH es también una glucoproteína que tiene como principal efecto en la hembra, ayudar a la maduración de los folículos en su fase final y la producción de estrógenos en el folículo maduro. Luego es encargada de desencadenar la formación del cuerpo lúteo y estimula la producción de progesterona por parte del mismo (Caravaca Rodríguez et al., 2003).

Las variaciones hormonales durante el ciclo estral, como ya fue mencionado, dependen del sistema hipotálamo-hipófisis modulado por mecanismos de retroalimentación de los esteroides ováricos y la inhibina.

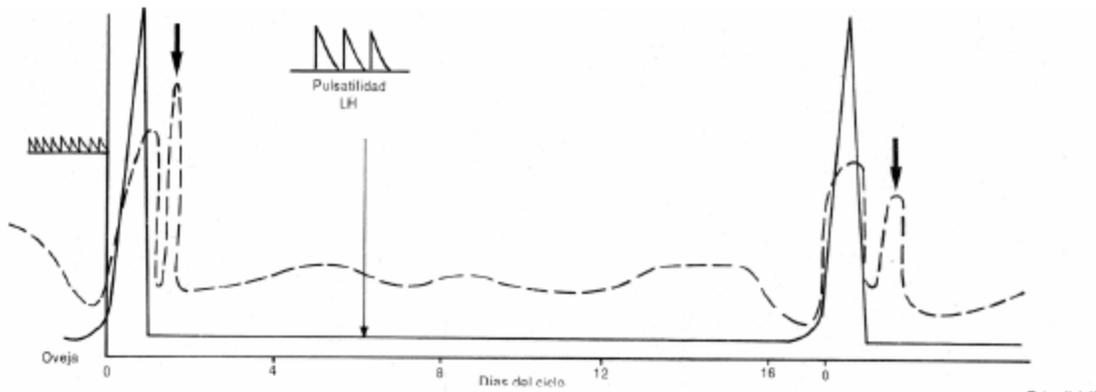


Figura No. 2. Perfiles hormonales durante el ciclo estral.

Referencias:

— LH - - - - FSH

Fuente: Fernández Abella (1993).

Como se observa en el gráfico, la LH es liberada por pulsos. Durante la fase luteal los pulsos son de gran amplitud y baja frecuencia, en cambio en la fase folicular la frecuencia aumenta pero su amplitud disminuye (Fernández Abella, 1993). Los niveles crecientes de estrógenos afectan de forma positiva al centro de control tónico de LH aumentando la liberación de GnRH, la que induce una mayor producción de LH por la adenohipófisis (retroalimentación positiva). Este aumento en las cantidades de LH determina niveles de estrógenos suficientes para estimular el centro cíclico del hipotálamo, ocasionando un aumento en la liberación de GnRH.; lo que resulta en el “pico preovulatorio” de GnRH que induce la ovulación (Hafez, 1993).

En cuanto a la secreción de la FSH, se observan dos picos principales, coincidiendo el primero con el pico preovulatorio de LH y el segundo se da aproximadamente a las 24 horas lo que coincidiría con la ovulación (Miller et al., 1981). Los bajos niveles de FSH son regulados por la concentración de estrógenos. Altos niveles de éstos determinan una depresión de la secreción de GnRH (feedback negativo), disminuyendo así la liberación de FSH (Viñoles, 2003).

En lo que refiere a la prolactina, también es una hormona hipotalámica la cual cumple una función estimulante de la producción de leche por la glándula mamaria. Junto con la LH se encarga de mantener el cuerpo lúteo y estimular la secreción de progesterona (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Su

perfil presenta un aumento luego de comenzada la luteólisis y un segundo pico coincidente con la elevación de los estrógenos.

El ovario tiene dos funciones endócrinas que se pueden diferenciar en: hormonas producidas por el folículo de Graff y hormonas producidas por el cuerpo lúteo. Las primeras se conocen como estrógenos mientras que a las siguientes se les llama progestágenos. Las funciones principales de los estrógenos son la maduración folicular, estimulación de la onda preovulatoria de LH, modificaciones internas en el aparato genital y la producción del estado psicológico de celo (De Alba, 1964). Por otro lado los progestágenos tienen como funciones principales la inhibición de la producción de FHS y LH a través de un feedback negativo sobre la síntesis de GnRH. Esto provoca el detenimiento de la actividad ovárica. En caso de existir fecundación, esta hormona es una de las encargadas del desarrollo de la gestación (Caravaca Rodríguez et al., 2003). Esta hormona aumenta sus niveles plasmáticos luego de la ovulación hasta el séptimo día para luego comenzar a descender hasta el día doce, llegando a niveles mínimos a partir del día catorce-quince del ciclo, en caso de no existir fecundación (Pant et al., 2006).

2.1.2. Ovogénesis y foliculogénesis

2.1.2.1. Ovogénesis

La tasa ovulatoria (número de ovocitos liberados en una ovulación) varía en la especie ovina. La misma es afectada por factores genéticos y no genéticos, siendo el resultado de la actividad del ovario el cual está regulado por el organismo en estrecha relación con el medio. Esto determina una dinámica de crecimiento folicular que puede desencadenar en la ovulación o que la misma esté ausente (Fernández Abella, 1993).

El proceso de ovogénesis comienza antes del nacimiento de la cordera, llegando el animal al nacimiento con un número de folículos ováricos que determina su potencial reproductivo (Fernández Abella, 1993).

El impacto de la nutrición sobre la ovogénesis ocurre desde la etapa fetal y pos-natal temprana, ya que la exposición de la oveja gestante y lactante a diferentes planos nutricionales determina el número de folículos que se desarrollan y el potencial reproductivo futuro de la hembra (Gunn, 1983).

Este proceso se inicia cuando las células germinales primordiales embrionarias dan origen a los gonocitos (50 días de gestación), que se dividen por mitosis originando las oogonias las cuales se multiplican y desarrollan determinando la formación de los ovocitos primarios hasta el día 95-100 de la gestación (Baker, 1972), llegando el animal al nacimiento con un número de folículos ováricos que contienen ovocitos primarios (Fernández Abella, 1993).

Luego de comenzada la meiosis, los ovocitos son rodeados por células foliculares (células pregranulosas), y se produce la detención de la misma en el estadio diploteno. Cuando se produce el pico preovulatorio de LH, solo el ovocito del folículo preovulatorio reinicia su meiosis y permanece así hasta la fecundación, cuando se transforma en óvulo (Baker, 1972).

Se debe tener en cuenta que previo al nacimiento las hembras tienen máxima reserva de ovocitos los cuales declinan rápidamente hasta la pubertad.

2.1.2.2. Foliculogénesis

El proceso de foliculogénesis comprende el crecimiento del folículo y su pasaje a través de distintos estadios de desarrollo, y se extiende desde el momento que emerge del pool de folículos formados durante la ovogénesis, hasta el momento en el cual es ovulado o se atresia (Driancourt y Cahill, 2001).

El folículo es el encargado del desarrollo ovocitario, cumpliendo dos funciones fundamentales: la producción de ovocitos fecundables y la secreción de hormonas que mantienen la gestación y aseguran la implantación y desarrollo exitoso del embrión en el útero (Hafez, 1993).

La foliculogénesis es un proceso lento, que comienza 120 días antes de la ovulación, e involucra el pasaje de los folículos por 5 estadios de desarrollo: primordiales, primarios, sensibles a las gonadotrofinas (o secundarios), folículo antral (dependiente de las gonadotrofinas) y folículos ovulatorios (De Graff) (Scaramuzzi et al., 1993). Por lo tanto se distinguen dos etapas dentro del crecimiento folicular, la primera que va desde el folículo primordial hasta alcanzar el estadio de pre-antrio y la segunda desde la formación del antro hasta la ovulación. La primera etapa está determinada por control intraovárico y la segunda depende de la secreción de gonadotropinas (Fernández Abella, 1993).

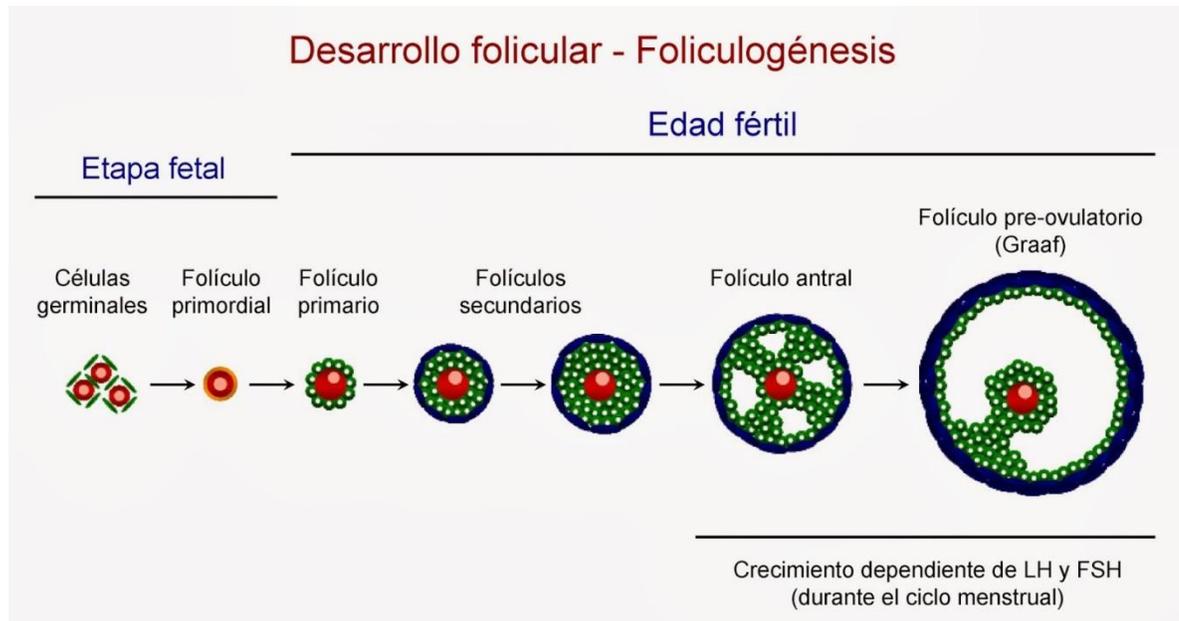


Figura No. 3. Desarrollo folicular y foliculogénesis. Fuente: Ropero (2013).

En la oveja, todos los folículos sanos de 2 mm o más de tamaño, son reclutados y una vez que ha ocurrido la selección, se bloquea el reclutamiento. El momento de reclutamiento y selección varía según la raza. Los folículos que no son seleccionados se atresian producto de cambios bioquímicos y morfológicos. La maduración y ovulación final de uno o más folículos, provoca la destrucción de los folículos restantes (Hafez, 1993).

Las hormonas FSH y LH tienen efecto sinérgico en la formación y también en la ovulación de los folículos ováricos. La FSH estimula la maduración y crecimiento folicular, pero dicha maduración no puede ser completada sin la acción de la LH; ambas favorecen la secreción de estrógenos (Cunningham, 1992).

Mecanismos intra-ováricos aumentan la sensibilidad a las FSH de los folículos pre-ovulatorios, lo que se traduce en un aumento de receptores de LH en las células de la granulosa. Esto permite que los folículos seleccionados sean capaces de beneficiarse de los andrógenos, aumentando la capacidad de

secretar los estrógenos producidos por las células de la teca (Scaramuzzi et al., 1993).

El aumento de los estrógenos es detectado a nivel hipofisario, estimulando la secreción de GnRH, determinando la oleada pre-ovulatoria de LH y FSH. Este pico de GnRH induce la ovulación (Hafez, 1984).

Según Viñoles (2003) la nutrición afecta la dinámica folicular, donde encontramos efectos del peso estático, inmediato y dinámico, los cuales van a incidir sobre la tasa ovulatoria.

2.1.3. Tasa ovulatoria

Según Banchemo et al. (2003) la tasa ovulatoria se define como el número de ovocitos liberados por los ovarios en cada ciclo estral. Aquí se determina el número potencial de corderos que nacen por oveja.

Las majadas del Uruguay son en su mayoría doble propósito y tienen una tasa ovulatoria relativamente baja, por lo que la tasa mellicera se ubica entre 10-20%. Sin embargo cuanto mayor sea la tasa ovulatoria habrá mayor oportunidades de producir más corderos (Banchemo y Quintans, 2005).

La tasa ovulatoria está determinada mayormente por el genotipo (raza de la oveja) pero factores ambientales, sobretodo la nutrición, influyen sobre la misma. Dentro de una raza podemos obtener una mayor tasa ovulatoria. Logramos altas tasas cuando se alcanza un buen peso vivo al servicio, una buena condición corporal o cuando se les aumenta el nivel nutricional (cantidad y/o calidad) previo al servicio por periodos variables de tiempo (Azzarini y Ponzoni, 1971). Los factores ambientales pueden subdividirse en internos y externos. La edad, condición corporal y peso vivo son de mayor relevancia dentro de los internos, mientras que fotoperiodo, temperatura, efectos sociales y la alimentación ya mencionada, forman parte de los externos (Fernández Abella, 1993).

La energía y proteína son factores que hacen variar la tasa ovulatoria, pero debe existir una relación entre ambos para que ningún factor sea limitante del otro.

La tasa ovulatoria es el resultado del reclutamiento y selección folicular, obteniéndose mayores tasas ovulatorias cuando el primero es más alto y existe una menor presión de selección (Azzarini, 1992). El aumento en el reclutamiento es producto de que un mayor número de folículos alcanzan el desarrollo necesario posibilitando que al momento de la luteólisis más de uno logre estar listo. Por otro lado, se alcanza una menor presión de selección, ya que el eje hipotálamo-hipófisis disminuye su sensibilidad al feedback negativo de los estrógenos (Scaramuzzi et al., 1993).

Los factores que afectan la tasa ovulatoria serán detallados a continuación, en el ítem 2.2.

2.1.4. Estación de cría

Como fue mencionado con anterioridad la estación sexual o de cría está integrada por un período donde la hembra es receptiva al macho, el cual abarca un conjunto de ciclo estrales, y un periodo de inactividad llamado anestro (Durán del Campo, 1980). Es por esto que a la especie ovina se la clasifica como poliestrica estacional (Fernández Abella, 1993).

La ovulación no siempre está acompañada de un celo, lo que se conoce como celo silente, y se da en la primera ovulación de cada estación debido a la carencia de un cuerpo lúteo previo que genere sensibilidad en el hipotálamo al pico preovulatorio de estradiol (Fernández Abella, 1993).

Por otro lado es común que se dé un celo sin ovulación. Esto puede suceder en borregas durante su primera estación de cría (Edey, 1968) y durante el anestro post-parto en un pequeño porcentaje de la majada (Fernández Abella, 1993).

Dentro de la estación reproductiva se pueden observar variaciones en actividad ovárica, concretamente por diversos mecanismos fisiológicos se produce una mayor fecundidad durante el otoño. En dicho periodo la tasa ovulatoria es superior a nivel individual y poblacional, producto de un incremento en el número de folículos reclutados y una menor tasa de atresia (Fernández Abella, 1993).

Existen una serie de factores que controlan la estacionalidad de la actividad sexual. Uno de los más importantes es la variación estacional del

fotoperíodo o duración de las horas de luz (Azzarini y Ponzoni, 1971). Según el modelo propuesto por Karsch et al. (1984) la información lumínica es captada por foto receptores que se ubican en la retina y transmitida por vía nerviosa hasta alcanzar la glándula pineal. Esta señal neural es traducida a un mensaje hormonal en la hipófisis modificando el ritmo circadiano en la secreción de melatonina. Este aumento en los niveles de melatonina provocado por el acortamiento de las horas de luz, estimula el pulsar generador de pulsos de GnRH haciendo disminuir la sensibilidad negativa del estradiol.

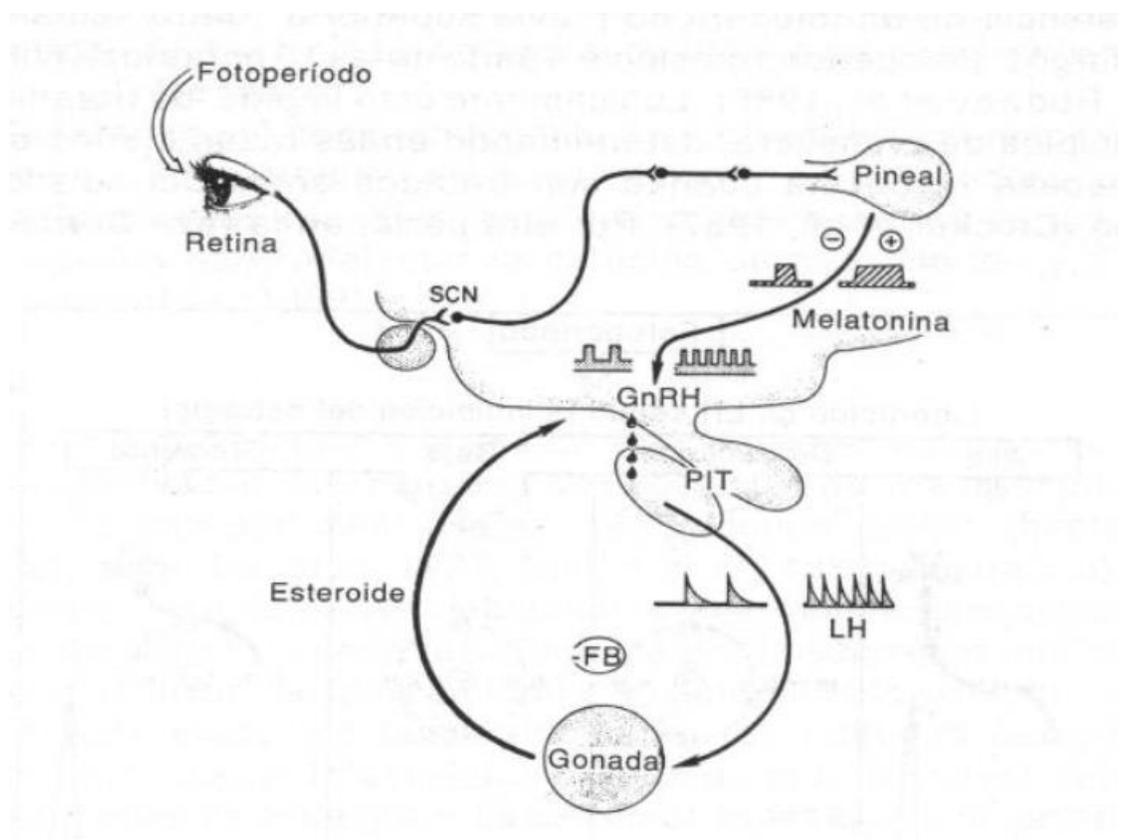


Figura No. 4. Modelo foto-neuro-endocrino de la regulación de la LH.

Fuente: Karsch et al. (1984).

Otro factor que determina la estación de cría es la raza. En el Uruguay las razas de lana fina tienen un comienzo de su estación sexual anterior a las de lana gruesa. Se puede afirmar que en general la raza Merino comienza en

noviembre, mientras que Corriedale en enero o febrero y Romney en febrero o marzo (Durán del Campo, 1980).

Dichas variaciones se deben a que en el lugar de origen de cada raza ha actuado tanto la selección natural como la selección artificial del hombre al realizar los apareamientos en determinadas épocas del año (Fernández Abella, 1993).

Cuadro No. 2. Estimación de la duración de la estación de cría en distintas razas del Uruguay.

OVEJA	ESTACION DE CRIA	A N E S T R O	
		PROFUNDO	SUPERFICIAL
MERINO IDEAL	FIN NOV-DIC. A JUN.	AGOSTO-SEPT.	OCT-NOV
MERILIN	FIN ENE-FEB. A JUN.	JULIO-OCT.	DIC-ENERO
CORRIEDALE	FEB. A JUN.	JULIO-NOV.	FIN DIC.-EN.
BORREGA			
MERINO IDEAL	FIN DIC.-EN. A JUNIO	JULIO-OCT.	NOV-DIC.
MERILIN	FEB- A JUNIO	JULIO-NOV.	FIN NOV.- EN
CORRIEDALE	FIN FEB-MAR. A JUNIO	JULIO-DIC.	DIC.-FEB.

Fuente: Fernández Abella et al. (1994).

Es sabido que los niveles alimenticios controlan el inicio y el fin de la estación de cría (Hafez 1984, Smith 1988, Oldham et al. 1990). Niveles nutricionales restrictivos generan una reducción en los niveles de progesterona debido a que se produce una reducción en el tamaño de los cuerpos lúteos. Por otro lado aumenta la sensibilidad al feedback negativo del estradiol y reduce la sensibilidad al feedback positivo (Fernández Abella, 1993).

Según Coop (1962), Edey (1968) el status nutricional modifica el peso y la condición corporal mejorando la tasa ovulatoria.

Otros factores como la edad de la hembra y la presencia de machos también modifican la estación de cría. De este modo en borregas se observa

una estación reproductiva más corta que en ovejas y la introducción masiva de carneros o individuos androgenizados al final del anestro estacional genera un retorno a la actividad ovárica, debido a un aumento en la pulsatilidad de la LH (Fernández Abella, 1993).

El periodo durante el cual el ovario está inactivo se conoce como anestro. Según Fernández Abella (1993) se distinguen cuatro diferentes fases caracterizadas por perfiles hormonales distintos, como se observa en el siguiente esquema.



Figura No. 5. Fases del anestro.

Fuente: UdelaR (2013a).

2.1.5. Fecundación e implantación

La fertilización de los ovocitos por espermatozoides es un proceso complejo que es afectado por diferentes mecanismos (Fernández Abella, 1993). Se entiende por fecundación a la conjugación del gameto masculino con el femenino (espermatozoide y óvulo respectivamente) (Durán del Campo, 1980). Dicha unión, la cual forma un nuevo ser diploide a partir de células haploides, depende de: la capacidad y maduración gamética, su transporte por el tracto genital en la oveja y de un correcto desarrollo inicial que permita su anidación u ovoimplantación en el útero (Fernández Abella, 1993).

Existe una coordinación entre el transporte espermático y el descenso de ovocitos posibilitando que un número de espermatozoides suficiente llegue al lugar del oviducto donde se produce la fecundación (Fernández Abella, 1993). El encuentro del óvulo y los espermatozoides distaría mucho de la casualidad (Durán del Campo, 1980).

Entre el momento de la eyaculación y la llegada a la ampolla ocurren entre 6 y 8 horas (Fernández Abella, 1993). Luego del encuentro se da la

fijación del espermatozoide a través la cabeza de éste a la zona pelúcida, la cual es regulada por sitios receptores en la superficie de la misma. Dicha unión, a su vez, puede ser inhibida por pre tratamientos de los espermatozoides o con glucoproteínas extraídas de la zona pelúcida (Hafez, 1993).

La penetración de los espermatozoides ocurre entre los 5 y 15 minutos que siguen a la fijación (Hafez, 1993). A favor de su propia movilidad los espermatozoides comienzan a disolver la corona radiada alcanzando la zona pelúcida. Solamente la cabeza del espermatozoide es capaz de penetrar el vitelo y la membrana de ambos formará una nueva membrana común comenzando lo que será la verdadera fusión de los gametos (Durán del Campo, 1980).

Luego de la fecundación se completa la fusión de ambos pro núcleos (masculino y femenino) y comienza la multiplicación celular (Fernández Abella, 1993). A partir de este momento, el óvulo fertilizado sufre sucesivas divisiones celulares que darán origen a lo que se le llama mórula (Durán del Campo, 1980), etapa en la cual, el embrión debe llegar al útero para sobrevivir (Fernández Abella, 1993).

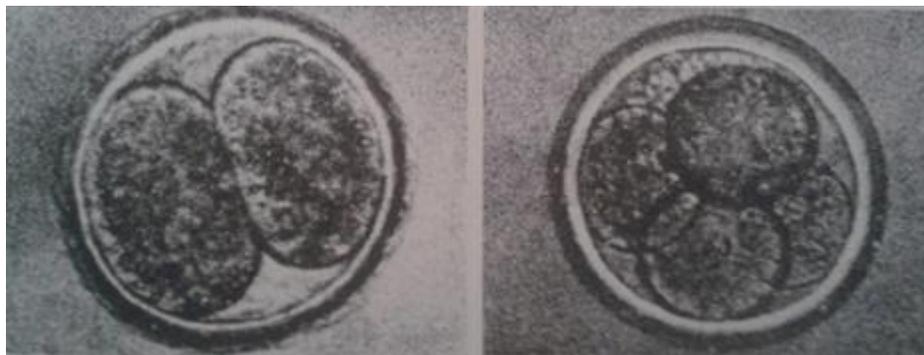


Figura No. 6. Huevo embrionado de ovejas: 2 y 4 células respectivamente. Fuente: Durán del Campo (1980).

El comienzo de la implantación es producido entre los días 14 a 16 para alcanzar una total unión entre los días 22 y 30 post-ovulación (Fernández Abella, 1993).

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA TASA OVULATORIA

Según Azzarini y Ponzoni (1971) por fertilidad entendemos a la capacidad de un individuo de engendrar descendencia, mientras que por fecundidad se entiende a la facultad de producir partos múltiples, estando principalmente determinado por el número de óvulos producido por celo, o tasa ovulatoria. Otros factores determinantes en la fecundidad son el número de óvulos fertilizados, y la cantidad de estos que llegan a convertirse en un cordero.



Figura No. 7. Factores que afectan la fecundidad. Fuente: UdelaR (2013a).

2.2.1. Genéticos

Como fue mencionado anteriormente, la tasa de ovulación puede ser influenciada por varios factores, siendo uno de los principales el factor genético (Durán del Campo, 1986), donde encontramos razas prolíficas y no prolíficas. Dentro de las razas prolíficas se encuentran Finnish Landrace o razas con el gen Booroola, con valores de tasa ovulatoria que van de 2,2-4 y 2,2-5,2 respectivamente. Dentro de las no prolíficas se destacan por su proporción en

Uruguay, las razas Corriedale, Merino y Merilin, con valores de tasa ovulatoria que se ubica entre 1,1 y 1,3 (Fernández Abella, 1993). Los caracteres genéticos son de baja heredabilidad, por lo cual el avance genético a través de la selección lleva muchos años. Un avance genético más veloz puede ser logrado a través de cruzamientos con razas prolíficas como las mencionadas con anterioridad (Thomas, 1985).

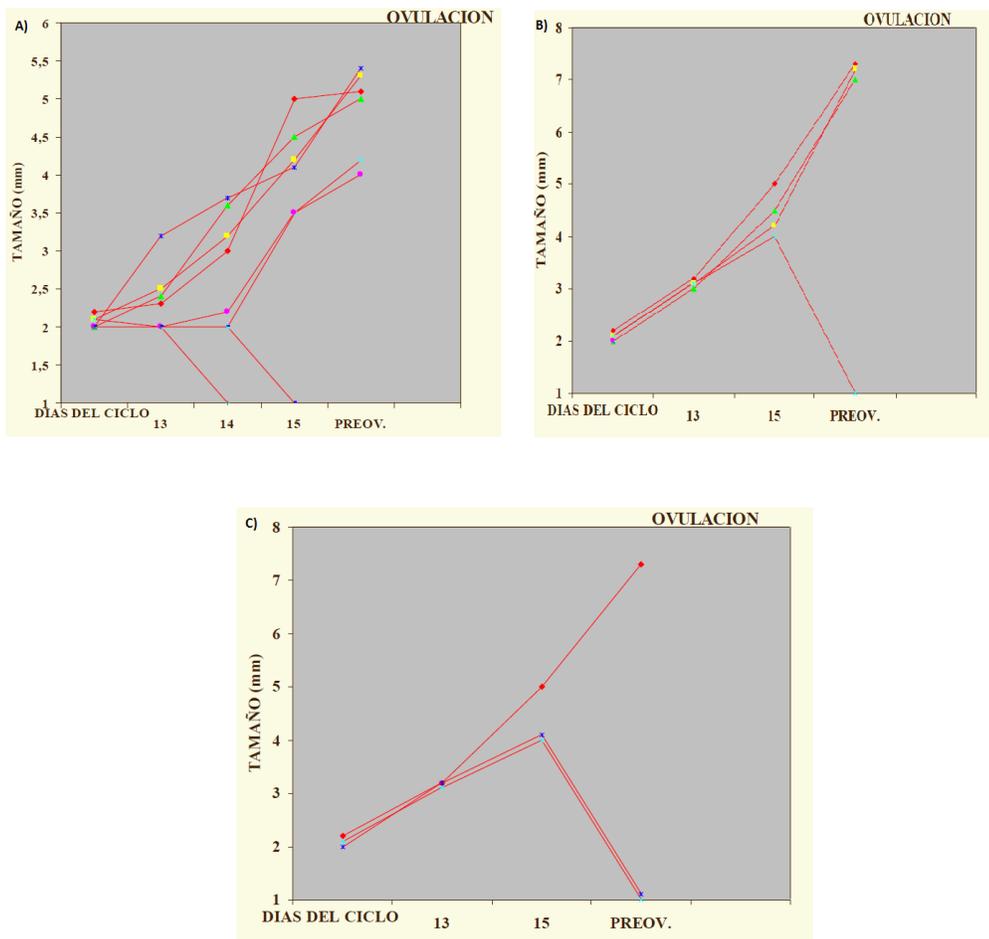


Figura No. 8. Modelos de crecimiento folicular terminal; A) Booroola; B) Finesa (raza prolífica); C) Corriedale (raza no prolífica). Fuente: UdelaR (2013a).

Como se puede observar en la figura No. 8, la raza Booroola presenta un muy alto reclutamiento, que sumado a una baja atresia, determina que varios folículos lleguen a ovular. Para el caso de la raza Finesa, si bien el reclutamiento no es tan elevado como la anterior, la atresia folicular es baja,

logrando tasas de ovulación altas. Por último las razas no prolíficas, como es el caso de Corriedale, la baja tasa ovulatoria se debe a un bajo reclutamiento sumado a una alta atresia.

Debido a esto es probable esperar que incrementos en los niveles nutricionales generen mayor efecto en la tasa ovulatoria de razas no prolíficas como la Corriedale, debido a que las razas de media y alta prolificidad se encuentran cerca de su potencial genético en esta característica. Es importante destacar que para lograr aumentos significativos en tasa ovulatoria es necesario niveles de alimentación altos, objetivo principal del presente experimento (Fernández Abella, 1993).

2.2.2. No genéticos

Los factores no genéticos se pueden subdividir en internos y externos. Dentro de los primeros se ubican los factores que están determinados por cambios fisiológicos que ocurren durante la vida del animal. Estos son edad, peso vivo y condición corporal (Bove Itzaina et al., 2010); mientras que los segundos se pueden subdividir en ambientales y sociales.

2.2.2.1. Internos

La fertilidad de la oveja aumenta con la edad hasta los 6 o 7 años, para luego declinar más o menos rápidamente (Durán del Campo 1980, Caravaca Rodríguez et al. 2003, Fernández Abella y Formoso 2007b, Buratovich 2010). Esto estaría en parte explicado en las condiciones de nuestro país, donde predomina el pastoreo sobre campo natural, por una disminución en la condición corporal a partir de dicha edad por problemas de dentición. En corderas y borregas, categorías más jóvenes, la tasa ovulatoria es menor que en una oveja adulta. Dentro de los animales adultos no se encuentran demasiadas diferencias según la edad (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

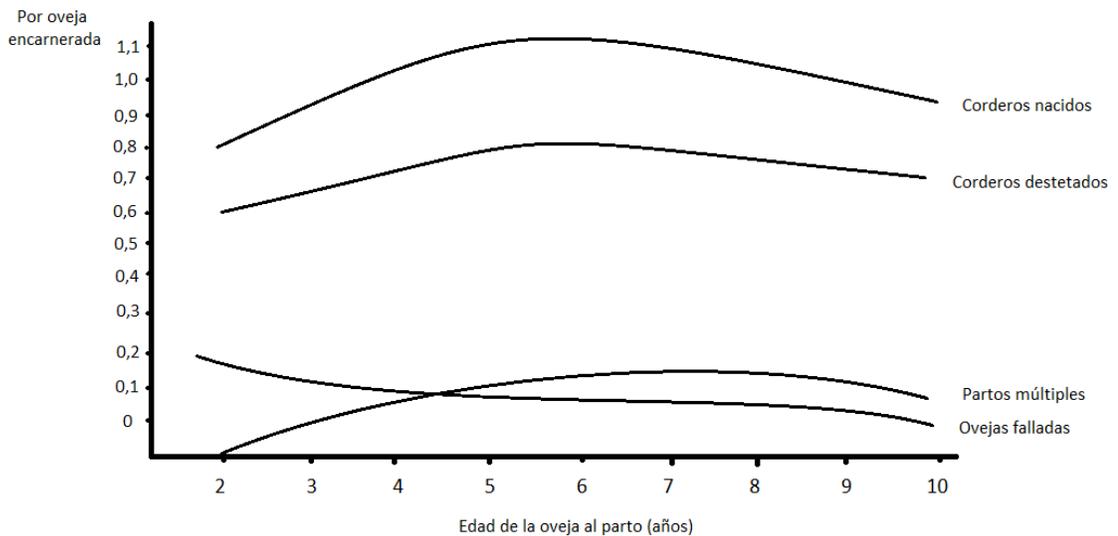


Figura No. 9. Efecto de la edad sobre la eficiencia reproductiva. Fuente: Azzarini y Ponzoni (1971).

Otro factor no genético de mucha importancia en la tasa ovulatoria es el peso corporal o vivo, donde se observa un incremento de la misma con aumentos de peso (Fernández Abella y Formoso, 2007b). Es posible separar los efectos del peso vivo en dos componentes; el peso en sí al momento de la encarnerada, efecto estático y las variaciones de peso en dicho periodo, o peso dinámico (Azzarini y Ponzoni, 1971).

Según Coop (1962), Azzarini y Ponzoni (1971), Fernández Abella (1993), en lo que refiere al peso estático se ha demostrado la existencia de un valor crítico variable según la raza y la majada, por debajo del cual se ve afectada la eficiencia reproductiva. Para razas como Corriedale y Merilin, el peso se ubicaría en torno a los 45 Kg, mientras que para Merino e Ideal parecería ser del entorno a los 38 Kg. Por encima de dicho peso crítico se produce un aumento de la tasa ovulatoria determinando un incremento en el número de partos múltiples (% de ovejas melliceras) y una reducción del porcentaje de ovejas falladas. Esto está explicado según Rhind et al., citados por Viñoles (2003) por un mayor número de folículos grandes (definidos como mayor o igual a 4mm o mayor a 2,5 mm por los mismos autores en diferentes estudios) y una menor tasa de atresia.

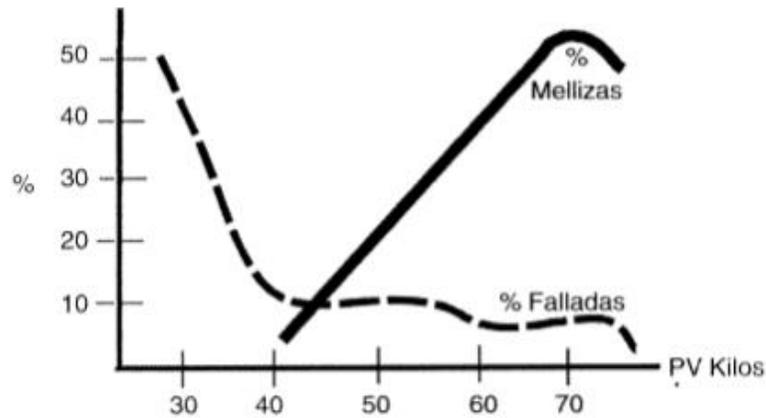


Figura No. 10. Relación entre PV, fertilidad y fecundidad. Fuente: de Gea (2007).

Kelly y Croker (1990) trabajando con Merino australiano encontraron que por cada kilo por encima del nivel crítico en el momento de la encarnerada, las borregas de 2 dientes y ovejas adultas tuvieron un aumento de 0.8 y 1,1 % en la tasa ovulatoria respectivamente. Ganzábal et al. (2003) trabajando con una majada Corriedale, hallaron que por cada kilo de peso vivo extra el número de corderos nacidos aumentaba 1.7%.

Por otro lado la evolución del peso de la hembra en el periodo de la encarnerada (efecto dinámico) es también de gran importancia, ya que aumenta la probabilidad de que se produzcan ovulaciones múltiples (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

Se pueden observar resultados muy diferentes si las ovejas están aumentando, disminuyendo o manteniendo su peso al inicio de la encarnerada, aunque para los tres grupos en dicho momento el peso sea igual (Coop, 1962).

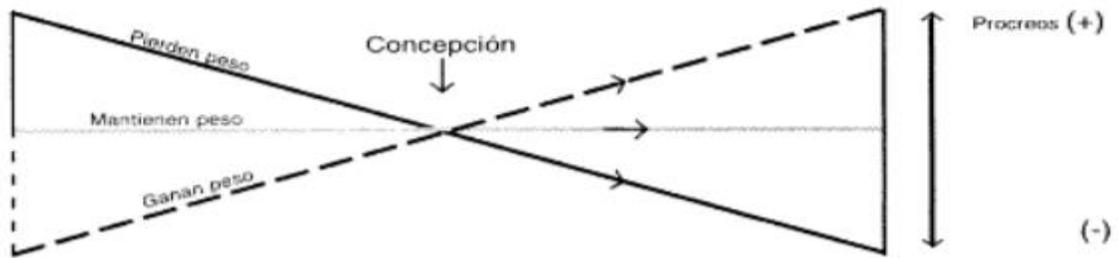


Figura No. 11. Relación entre la evolución del peso y la fertilidad. Fuente: de Gea (2007).

De este modo, cuando las ovejas llegan al servicio ganando peso tendrán mayor fecundidad en comparación con las que pierden peso o lo mantienen (Fernández Abella y Formoso, 2007b). En un estudio realizado por Haresign (1981) se comprobó a través de un tratamiento nutricional aplicado durante un ciclo estral un aumento en el número de folículos de 2 a 3 mm sin aumentar la cantidad de folículos pequeños. Por esto concluyó que el efecto del “flushing” se relaciona con la reducción de la atresia de folículos grandes.

Así los mejores resultados se obtendrán con hembras en buen estado que durante la encarnerada se encuentren aún ganando peso (Azzarini y Ponzoni, 1971).

La condición corporal (CC) es una de las herramientas existentes para monitorear el estatus energético de la oveja de cría, permitiendo definir estrategias de alimentación en los momentos más críticos para mejorar la eficiencia reproductiva. La CC es una medida subjetiva del estado nutricional de un animal a través de la palpación de la columna vertebral y los procesos lumbares ubicados detrás de la última costilla y por encima de los riñones (Montossi et al., 2005).

En base a los trabajos realizados por Jefferies (1961) en Australia, se estableció una escala de seis puntos para la condición corporal de las ovejas de cría. El rango utilizado comienza en 0 (animal extremadamente flaco) y culmina en 5 (engrasamiento excesivo). La principal ventaja de esta herramienta es que permite la comparación entre diferentes estados nutricionales independientemente de las diferencias que provocan: la raza, el “frame”, la categoría, el estado fisiológico (preñada vs vacía), el llenado del tracto gastrointestinal, la cobertura de lana y el tipo de sistema productivo (intensivo vs. extensivo, Montossi et al., 2005).

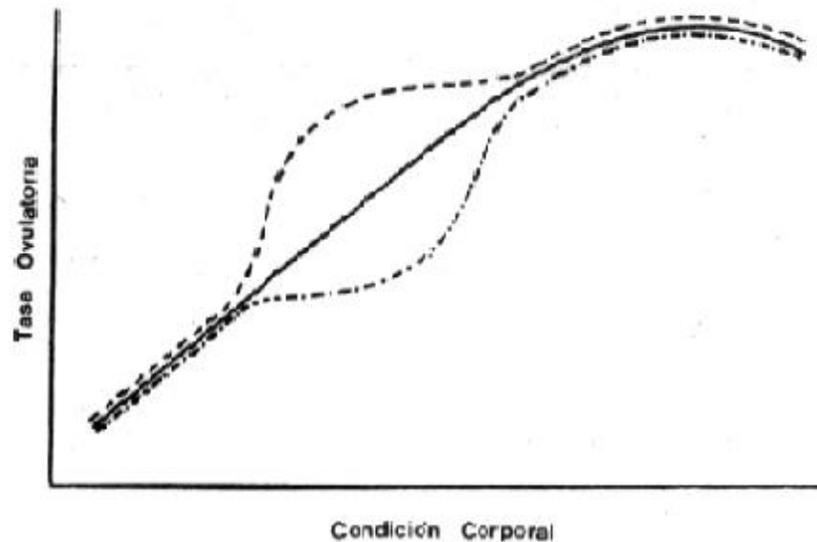


Figura No. 12. Efecto de la condición corporal al servicio sobre la tasa ovulatoria. Fuente: Gunn (1983).

Kleemann et al., citados por Casco et al. (2007) obtuvieron un aumento en la tasa ovulatoria del orden del 7,2% por cada punto de incremento en la condición corporal, en un periodo comprendido entre enero y marzo.

2.2.2.2. Externos

Los factores externos afectan directa e indirectamente a la reproducción. Todos estos están conectados modificando su incidencia según las variaciones existentes. La reducción al mínimo del grado de incidencia de estos factores ha demostrado que los manejos determinados por el hombre introducen modificaciones de gran escala sobre la reproducción animal (Fernández Abella, 1993).

Como primer componente externo interviniente en la tasa ovulatoria, destacamos la estación del año, donde existen variaciones a través de diferentes momentos que llevan a modificar la misma. Siendo la época de menor atresia el otoño (Fernández Abella, 1993).

Como fue mencionado con anterioridad el principal factor que se modifica con la estación de cría es la duración de las horas de luz (fotoperiodo), de gran incidencia sobre la fertilidad (Buratovich, 2010).

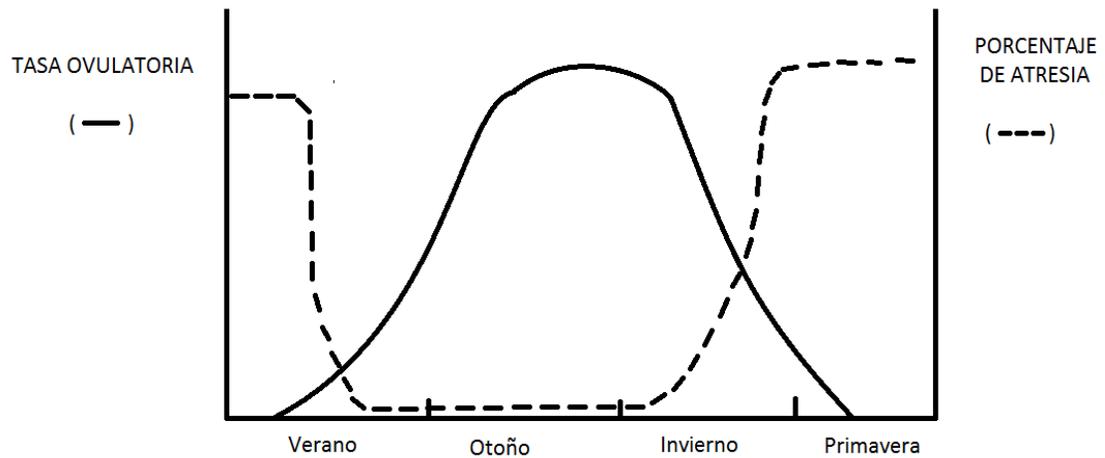


Figura No. 13. Modelo de la interacción estacional entre la atresia folicular y la tasa ovulatoria. Fuente: Cahill (1984).

Es sabido que el momento de mayor fecundidad es el otoño, entre otras causas explicado por un incremento en la tasa ovulatoria que comienza a fines de verano alcanzándose el máximo reclutamiento folicular en febrero-marzo. En cambio en primavera-verano el número de óvulos liberado por oveja es cercano a uno. En contrapartida la selección folicular es menor a medida que transcurre el otoño, llegando a valores máximos en el mes de mayo, determinando la mayor eficiencia (porcentaje de folículos reclutados que ovulan). Por lo tanto en la estación de mayor fertilidad existe un momento donde el reclutamiento es mayor (marzo) y un periodo donde la atresia es menor (mayo), como se observa en la figura No. 14.

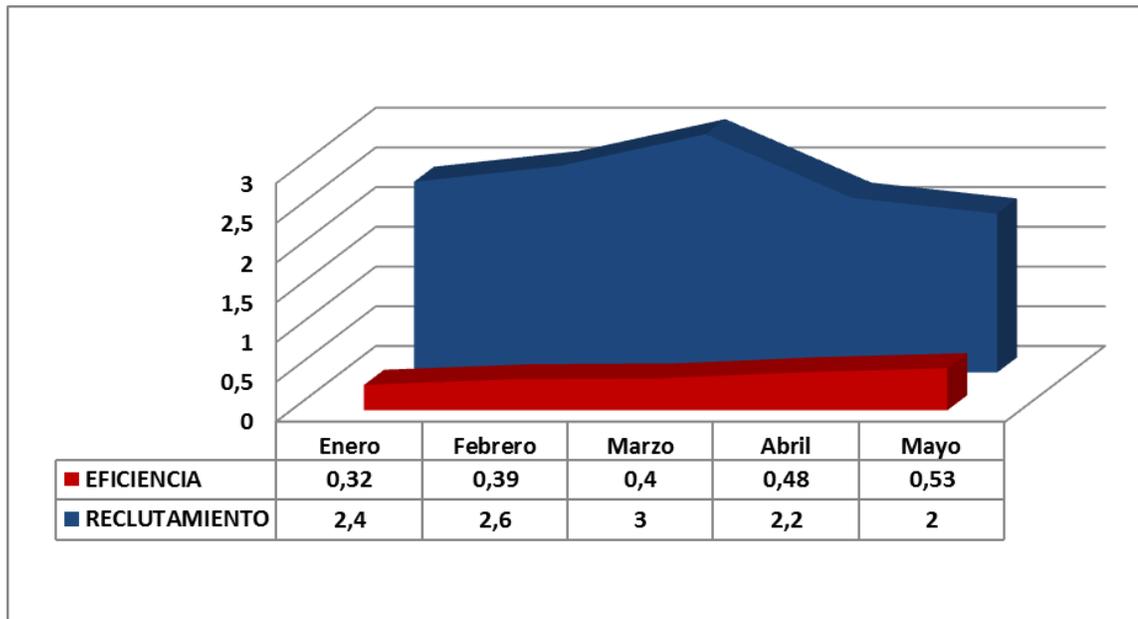


Figura No. 14. Variación de la eficiencia ovulatoria y reclutamiento folicular durante el verano-otoño. Fuente: Fernández Abella y Formoso (2007b).

La temperatura, la humedad y las precipitaciones son los factores ambientales que afectan en mayor medida la eficacia reproductiva (Caravaca Rodríguez et al., 2003). El estrés por calor o frío puede tener diferentes efectos dependiendo del momento en que ocurra. Durante la ovulación, fertilización y en los primeros días de la vida del embrión el estrés generado por temperaturas elevadas puede inducir al anestro, pudiendo generar también descensos en la fertilización del óvulo (Buratovich, 2010). Sin embargo existe una clara interacción con el genotipo, particularmente con el origen geográfico de las razas.

En un ensayo presentado por Dutt (1964) demostró que exponiendo a ovejas en el día 12 del ciclo estral a temperaturas de 32° C, el número de óvulos anormales fue muy superior.

El estrés por frío puede generar adelantos en el comienzo de la estación de cría. Si bien los efectos de las bajas temperaturas han sido estudiados en menor medida, valores entre 0°C y 8°C producen un anticipo del comienzo de la estación, incrementando el largo de gestación (Fernández Abella, 1993).

El efecto de la temperatura es además influenciado por la humedad siendo mayores los perjuicios en la fertilidad si se dan elevadas condiciones de humedad (efecto indirecto) (Caravaca Rodríguez et al., 2003).

El estrés ambiental originado por precipitaciones durante las dos semanas previas al apareamiento genera una reducción significativa de la tasa ovulatoria (Buratovich, 2010) e incrementan la mortalidad embrionaria precoz (Gunn y Doney, 1973).

En principio cualquier enfermedad puede generar una alteración de la actividad reproductiva. Los parásitos gastrointestinales, principalmente *Hoemonchus contortus* (lombriz de cuajo), son los nematodos que reducen drásticamente el reclutamiento folicular, disminuyendo entre un 15-20% la tasa ovulatoria. A su vez el pietín determina una reducción del estado corporal de las ovejas por ende una disminución en la tasa ovulatoria y manifestación de celo (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

Otro de los elementos condicionantes en la fertilidad es la presencia de los machos en forma continuada. Los animales que se encuentren en un anestro superficial o de lactación y las corderas pre-púberes que no ovulan regularmente, si luego de permanecer aislados de los carneros se enfrentan a una introducción repentina de los machos en la majada, se inducirá a la ovulación y el celo. Este fenómeno es ocasionado por bruscos cambios hormonales en la hembra y es conocido como el efecto macho. Se ha estudiado en Merino una respuesta que varía entre un 40 y un 100% de las ovejas previamente en anestro por efecto macho (Buratovich, 2010). Hay varios aspectos que modifican la eficiencia del efecto macho, entre ellos: condición corporal, edad de la hembra, actividad ovárica, periodo de aislamiento, grado de bioestimulación y raza (UdelaR, 2013a). También existe el llamado efecto hembra, el cual se manifiesta a partir de la presencia de hembras en celo induciendo la ovulación de aquellas que aún están en anestro (Fernández Abella, 1993).

Existen efectos de la nutrición las cuales se dividen en indirectos (o de largo de plazo) o efectos directos (o de mediano-corto plazo). Los efectos de largo plazo hacen referencia a la influencia de la nutrición durante las etapas fetales del animal hasta alcanzar la pubertad, y su repercusión en el adulto. Aquí una correcta alimentación es fundamental ya que afecta el potencial genético del individuo (Gunn, 1983). En cuanto a los efectos directos, los de

mediano plazo son los que afectan dentro de un ciclo reproductivo o al siguiente, donde el nivel alimenticio determina una mayor o menor acumulación de energía en el cuerpo, variando así el peso vivo y condición corporal. Como ya es sabido ambos componentes son responsables directos de la fertilidad de la hembra, y existe un período clave comprendido entre el fin de la preñez-lactación y la próxima cubrición donde se determina el potencial de generar descendencia (Fernández Abella, 1993).

Por último, los efectos de corto plazo hacen referencia a los factores que actúan directamente en el periodo pre-servicio y servicio, haciendo variar principalmente la tasa ovulatoria (Coop 1962, Fernández Abella 1993). Dentro de estos efectos se encuentran el peso estático y peso dinámico, los cuales ya fueron anteriormente descritos. Igualmente estos efectos provocados por un consumo diferencial de energía son efectivos en un rango de condición corporal (Gunn, 1983) y el tipo de respuesta varía según el genotipo.

Dentro de los factores ambientales, es necesario destacar como uno de los más importantes en su efecto sobre la tasa ovulatoria a la alimentación. Knight et al. (1975) describen aumentos en la tasa ovulatoria con dietas mejoradas en torno a la encarnerada sin aumentos en el peso vivo, indicando un efecto inmediato de los nutrientes. Fernández Abella y Formoso (2007b) coinciden con dicha información indicando que los cambios en el peso vivo de las ovejas explican parcialmente las variaciones en tasa ovulatoria, mientras que la alimentación proteica y energética generan variaciones muy importantes afectando los procesos de reclutamiento y selección folicular respectivamente.

Existen manejos nutricionales como el “flushing” que permiten con bajos costos un aumento en la tasa ovulatoria (Rubianes y Ungerfeld, 2002) y es por lo mencionado anteriormente que Azzarini (1971) recomienda un aumento en el nivel energético de la dieta a principio de verano-otoño (disminución de atresia) y un flushing proteico en el otoño avanzado (aumento en el reclutamiento).

2.3. FLUSHING Y FACTORES QUE AFECTAN LA RESPUESTA

2.3.1. Flushing

Por “flushing” se entiende a una sobrealimentación entorno al servicio, lo que genera un aumento en la tasa ovulatoria. La mayor respuesta a esta técnica ha sido observada en ovejas adultas, de condición corporal intermedia, en razas que presenten poca prolificidad y sobre el fin del verano-otoño (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

Son extensos los trabajos que demuestran el efecto de la nutrición en la fertilidad de la oveja. Dentro de estos, Smith y Stewart (1990) establecen la existencia de efectos estáticos, dinámicos e inmediatos. Como fue mencionado en el capítulo anterior, el efecto estático refiere a una mayor tasa ovulatoria al comparar animales pesados con livianos, por encima de un peso crítico; mientras que el efecto dinámico hace referencia a una ovulación superior por incrementos en el peso vivo y la condición corporal previa a la encarnerada.

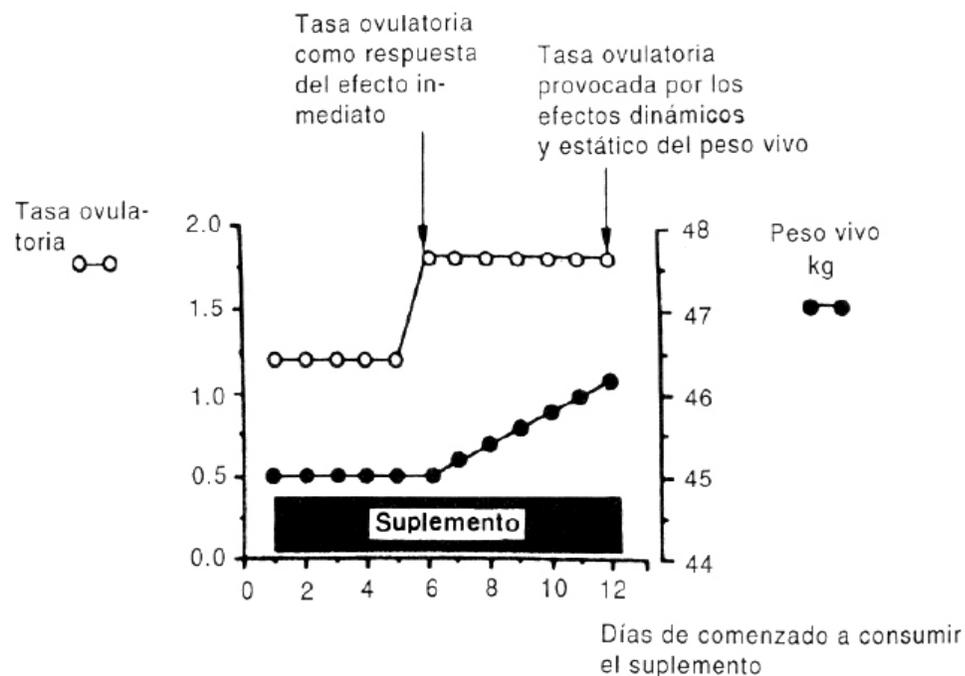


Figura No. 15. Relación entre el efecto nutriente inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo. Fuente: Oldham (1990).

Otros estudios han establecido que suplementaciones de 4 a 6 días con grano de *Lupinus angustifolius* (o lupino, suplemento proteico-energético) incrementan la tasa ovulatoria sin modificaciones en el peso vivo o la condición corporal, lo que se conoce como efecto inmediato y está estrechamente vinculado con la técnica del flushing (Knight et al., 1975).

La utilización de suplementos proteicos han proporcionado excelentes resultados con incrementos en la tasa ovulatoria en el orden del 20-40%. Dicha respuesta está condicionada al acostumbramiento al consumo del suplemento. Existen también bloques proteico-energéticos que han sido utilizados para la técnica del flushing con resultados en tasa ovulatoria muy variable, que oscilan entre 0-20% (Fernández Abella, 1993).

La energía y la proteína tienen influencia sobre tasa de ovulación de manera independiente, sin embargo el nivel de uno de estos puede afectar la respuesta del otro y podría necesitarse un incremento en la concentración de ambos para lograr un efecto máximo (Banchemo y Quintans, 2005).

Según Smith (1984) existiría un aumento lineal en la tasa ovulatoria a medida que la proteína aumenta para un nivel constante de energía, como observamos en el siguiente gráfico.

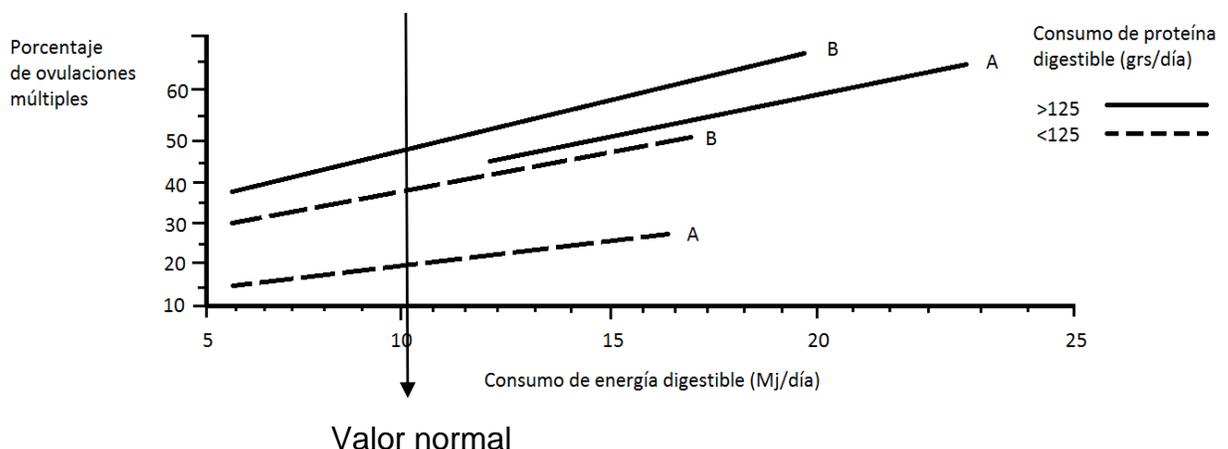


Figura No. 16. Efecto del consumo de energía digerible (MJ/día) y proteína digerible (g/día) sobre el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (A menor a B). Fuente: Smith (1984).

Son varias las hipótesis que argumentan el porqué del aumento en tasa ovulatoria por una dieta rica en energía. Entre ellas, según Thomas et al. (1987) el consumo de dietas energéticas entorno a la encarnerada provocaría un aumento en el metabolismo hepático de los esteroides, disminuyendo el feedback negativo sobre el eje hipotálamo-hipófisis desencadenando una producción superior de gonadotropinas.

En un estudio realizado por Adams et al. (1987) encontraron una concentración periférica de estradiol 10 % inferior en ovejas con plano nutricional alto en comparación con un bajo nivel. Esta disminución en el nivel de estradiol está asociada, en concordancia con lo antedicho, a un incremento de los niveles de FSH.

A su vez dietas ricas en energía logran un aumento en la concentración de glucosa e insulina permitiendo un ahorro proteico como precursor de energía, generando una concentración de nitrógeno superior disponible para sintetizar enzimas hepáticas (Smith, 1988).

Por otro lado podría existir una acción directa de la insulina estimulando la secreción de GnRH por el hipotálamo aumentando la producción de FSH y LH, lo que provocaría un aumento en la tasa ovulatoria (Catalano y Sirhan, 1993).

Viñoles (2003) encontraron aumentos en la tasa ovulatoria suministrando suplementos energéticos. Estos autores explican que los resultados se deben a un incremento en el nivel de insulina en sangre, que generaría procesos anabólicos en el ovario responsables del aumento de la tasa ovulatoria.

Azzarini (1990) observó un aumento del 12% en la tasa ovulatoria suplementando con distintos tipos de granos a razón de 0,4 Kg por animal por día en un periodo de 30 días. A su vez Catalano y Sirhan (1993) registraron que por cada mega joule (MJ) de energía metabolizable ingerido diariamente, por encima de los niveles de mantenimiento, se producía un aumento del 8% en ovulaciones múltiples.

Por otro lado, según experimentos de Smith (1984) se ha demostrado que en gran parte los niveles de proteína actúan independientemente a los de energía. A su vez el aporte de proteína, excepto a bajos niveles de energía,

produce un incremento en la tasa ovulatoria en un umbral de 125 gramos de proteína digestible por día.

Sin embargo Thompson et al. (1973) suplementando con urea no observaron un aumento en la tasa ovulatoria lo que sugiere que otros factores como la baja degradabilidad ruminal del grano de lupino serían las responsables del aumento en tasa ovulatoria y no así el elevado nivel de proteína cruda. En esta misma línea de razonamiento Barry y McNabb (1999) hallaron incrementos significativos en la tasa ovulatoria con ovejas alimentadas en base a *Lotus corniculatus*, en comparación con otro tipo de pasturas, vinculando dichas diferencias al aporte de proteína no degradable a nivel de rumen provocado por la alta concentración de taninos condensados que presenta el género lotus.

Según Fletcher, Lindsay, citados por Fernández Abella et al. (2007a) las mejores respuestas en tasa ovulatoria se observan cuando la proteína ofrecida por el suplemento supera el nivel necesario para mantenimiento de la condición corporal. Además el balance energético de las ovejas debe ser positivo para que la proteína adicional tenga efecto.

A nivel nacional Fernández Abella et al. (2005) observaron tasas ovulatorias de 1,7 en ovejas Corriedale pastoreando *Lotus pedunculatus* (16,3% de proteína cruda) con asignaciones de 4% de peso vivo. En esta misma línea Banchemo y Quintans (2005) suministrando bloques proteicos (20% de proteína cruda) durante 16 días en ovejas de raza Corriedale, obtuvieron valores de 1,27 en la tasa ovulatoria por encima de las ovejas control. En otro orden, estos mismos autores en 2004, utilizando expeler de girasol como suplemento (22% de PC) midieron incrementos de 21 puntos porcentuales en la tasa ovulatoria.

Sobre la base de todos los antecedentes que hemos mencionado estamos en condiciones de afirmar que administrando dietas y suplementos con elevados valores energéticos, proteicos o ambos, pudiendo utilizar diferentes fuentes de proteína y energía, durante períodos cortos previo al servicio se desencadenan cambios metabólicos y endocrinos que modifican los procesos de crecimiento, maduración y/o atresia foliculares generando un aumento en la tasa ovulatoria y la prolificidad. Esta respuesta no necesariamente tiene que estar asociada a variaciones en el peso vivo y/o la condición corporal (Catalano y Sirhan, 1993).

2.3.2. Factores que afectan la respuesta

2.3.2.1. Genéticos

Uno de los factores que modifica la respuesta del “flushing” en la tasa ovulatoria es la raza de la majada. Las razas prolíficas presentan poca o nula respuesta a esta técnica. A su vez, dentro de un mismo genotipo, se pueden realizar selecciones por tasa mellicera en las cuales podría existir mayor respuesta al flushing, así como en condiciones alimenticias normales presentan mayor ovulación. Un ejemplo de selección a nivel nacional, llevado a cabo por el Secretariado Uruguayo de la Lana (S.U.L.) es el de la majada ALFERSUL, en donde se seleccionaron animales por la característica de tasa de mellizos.

Un experimento realizado en dicho centro de investigación, arrojó como resultado que una majada Corriedale pastoreando sobre *Lotus pedunculatus* cv. Maku lograba un mismo valor de tasa ovulatoria que un rodeo Corriedale ALFERSUL alimentado en base a campo natural.

Asimismo, si comparamos el desempeño ovulatorio de ambas majadas sobre la pastura sembrada con *Lotus pedunculatus* cv. Maku, la diferencia será muy superior a favor de la majada seleccionada como se puede observar en el siguiente gráfico (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

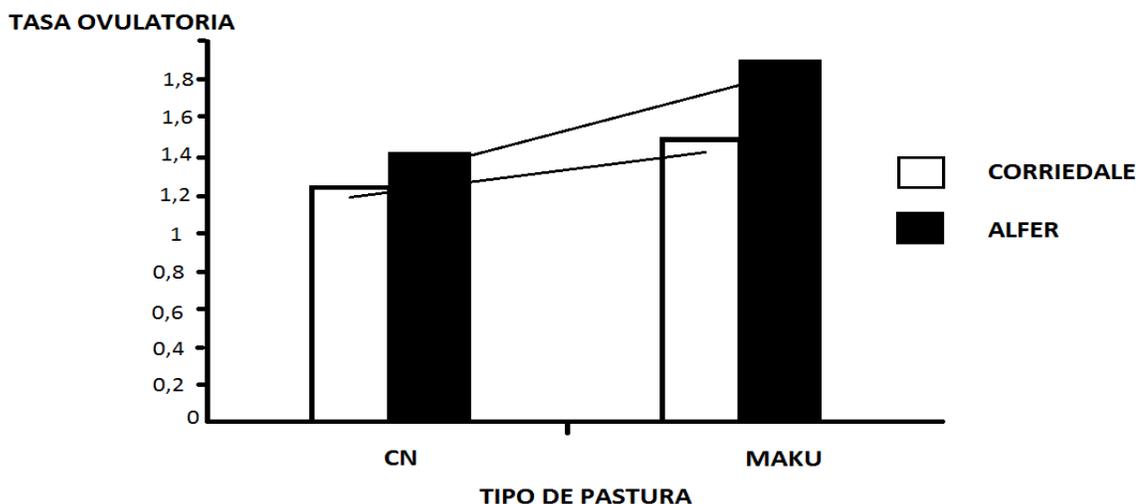


Figura No. 17. Importancia de la línea Corriedale en respuesta al flushing. Fuente: Fernández Abella et al. (2011).

2.3.2.2. Condición corporal

Normalmente una oveja con una condición corporal entre 3,0 y 3,5 presenta buenos niveles de reclutamiento folicular, por lo que frente a estos niveles de reservas energéticas, una sobrealimentación o “flushing” tendrá baja incidencia sobre la tasa ovulatoria. Sin embargo en ovejas que se encuentren en condiciones corporales medias (2,5 a 2,75) es esperable que exista una respuesta a la técnica mencionada (Fernández Abella, 1993).

Este efecto fue demostrado en un ensayo llevado a cabo por Bianchi et al., citados por Fernández Abella y Formoso (2007b) en el cual se midieron efectos de la sobrealimentación (flushing) previo al servicio en dos grupos de ovejas Merino adultas subdivididas de acuerdo a su condición corporal.

Cuadro No. 3. Efecto del estado corporal en la respuesta al flushing en ovejas Merino adultas

Condición corporal	Respuesta al flushing (porcentaje de incremento en la tasa ovulatoria)
2,50 - 2,75	15 - 20%
3,00 - 3,5	0 - 8%

Fuente: Fernández Abella y Formoso (2007b).

Como se observa en el cuadro la respuesta al flushing es mayor en las ovejas con condición corporal más baja (2,50-2,75), concordante con lo mencionado por Fernández Abella (1993).

Similares resultados arrojaron un ensayo en INIA Glencoe por Montossi et al. (2005) con ovejas pastoreando un mejoramiento de *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, separando los animales según condición corporal al inicio del ensayo. Los autores comprobaron que la respuesta en tasa ovulatoria fue mayor en las hembras que presentaban una menor condición corporal (menor a 3.25). Según los autores es posible que la respuesta sea aun mayor utilizando ovejas con menores CC iniciales que las del ensayo en cuestión.

Fernández Abella (1993) coincidiendo con lo mencionado anteriormente, afirma que la tasa ovulatoria puede ser modificada por una

sobrealimentación durante un período corto de tiempo (4 a 6 días) antes de que se aprecien cambios en la condición corporal (efecto nutriente inmediato).

2.3.2.3. Edad

La edad juega un rol de importancia en la respuesta al flushing. Corderas y borregas van a tener una menor respuesta a la sobrealimentación pre-servicio por tener una menor tasa ovulatoria. Para estas categorías debemos contemplar un buen desarrollo y una buena condición corporal (mayor a 3) (Fernández Abella y Formoso, 2007b).

2.4. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

2.4.1. Base forrajera

2.4.1.1. Generalidades

Con el objetivo de caracterizar la zona de estudio donde fue realizada esta investigación se presenta una descripción de la base forrajera del Cristalino central. Esta región ocupa una superficie de 2.5 millones de hectáreas (15,5% de la superficie del país), por lo cual es una muy importante región en la ganadería. La misma se extiende por los departamentos de Flores, Florida, noreste de Colonia, sur de Durazno y algunas zonas de San José, Soriano y Cerro Largo. Las existencias vacunas de la región representan un 10% del total del país y el 11% de los lanares, siendo la dotación promedio de 0,75 UG/ha y la relación lanar/vacuno de 1,21 (Ferreira, 2001).

Las temperaturas medias oscilan entre 24°C en enero y 11,3°C en julio, siendo el periodo libre de heladas de 253 días. Las precipitaciones varían entre 950 y 1000 mm anuales y la capacidad de almacenaje de agua en los suelos oscilan entre 150 y 200 mm en suelos profundos y 40 y 50 mm en superficiales (Boggiano, 2003).

El uso del suelo en la región se distribuye de la siguiente manera:

Cuadro No. 4. Uso del suelo en la región Cristalino del centro

Utilización del suelo	Porcentaje
Praderas artificiales permanentes	11,3 %
Campo mejorado	6,7 %
Campo fertilizado	1,3 %
Campo natural y rastrojos	71,7 %

Fuente: Ferreira (2001).

2.4.1.2. Suelos

Los suelos están formados directamente sobre el cristalino o a partir de sedimentos cuaternarios (lodolitas) depositadas sobre el basamento. La fertilidad, por lo tanto el potencial productivo, posee una tendencia creciente de este-oeste y norte-sur. Las unidades de mayor potencial ubicados en suelos profundos sobre lodolitas son La Carolina (Vertisoles y Brunosoles medios) y en menor grado Carreta Quemada. También existen suelos de menor productividad, superficiales y pedregosos, como las unidades Capilla del Sauce y Montecoral. En esta región la unidad más importante es San Gabriel-Guaycurú abarcando un total de 1,14 millones de hectáreas, predominando suelos superficiales y medios (litosoles y brunosoles) (Risso et al., 2001).

2.4.1.3. Campo natural del Cristalino central

Según Formoso (1991) las pasturas naturales de la región poseen una marcada producción de forraje durante primavera-verano, debiéndose a la dominancia de gramíneas estivales en el tapiz. En cuanto a las gramíneas invernales, la similitud en producción en otoño, invierno y primavera supone la presencia de las mismas especies en estas estaciones, las cuales disminuyen en verano por competencia con las estivales o por modificaciones en condiciones ambientales.

Como fue mencionado la vegetación predominante presenta mayoría de gramíneas estivales (C4) como *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *P. plicatulum*, *Axonopus* sp., *Andropogon* sp., e invernales (C3) de los géneros *Stipa*, *Piptochaetium*, *Vulpia*, *Hordeum*, *Lolium*, entre otras. Por lo general estas

últimas son más apetecidas por el ganado y disminuyen su frecuencia durante la primavera-verano.

La producción anual promedio de 7 años de campos representativos de estos suelos es de 3,1 toneladas de MS/ha/año, con fuertes oscilaciones entre y dentro de años (Risso y Morón, 1990) como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 5. Producción de forraje (Kg MS/ha) y distribución estacional (%) en distintos suelos de Cristalino central

Sitios	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
Cristalino superficial	498 (22%)	500 (22%)	505 (22%)	813 (34%)	2316
Cristalino medio	672 (18%)	263 (7%)	1132 (31%)	1598 (44%)	3665
Cristalino profundo	693 (22%)	366 (11%)	1112 (35%)	1035 (32%)	3206

Fuente: UdelaR (2013b).

Las no gramíneas (malezas enanas y menores) son relativamente importantes sobre todo en el otoño, cuando merma la capacidad productiva de las especies estivales. Si bien son especies no deseables desde el punto de vista productivo, estas son consumidas por los lanares y su calidad nutritiva podría ser mayor a la que se supone. La escasez de leguminosas en esta zona es clara, sobre todo en zonas sin antecedentes de fertilización. En áreas de mayor fertilidad existen abundantes leguminosas anuales como *Medicago polymorfa*, *M. arábica*, *M. lupulina*, entre otras (Formoso, 1991).

Es posible observar evidencias claras de degradación en los suelos menos profundos como un número elevado de gramíneas anuales invernales, alta proporción en la composición florística de malezas enanas de hoja ancha y zonas de suelo desnudo (Millot et al., 1987). Esto podría estar relacionado con pastoreos continuos con altas cargas y elevadas relaciones lanar/vacuno. Con frecuencia se observa una presencia abundante de *Baccharis coridifolia* (Miomio), asociado a malezas indicadoras de degradación como *Eryngium nudicaule*, *Richardia*, *Dichondra*, *Platago*, *Chaptalia*, *Evolvulus* (Boggiano, 2003).

En condiciones de subpastoreo predominan pastos duros menos apetecibles y de difícil manejo, como *P. quadrifalium* (Rossengurtt, 1979). Boggiano (2003) coincide con esta información indicando que ante degradaciones por subpastoreo se manifiesta la ocupación masiva de

gramíneas como *S. Charruana*, *Sporobolus indicus*, *P. Quadrifalium* y especies arbustivas de alto porte como *Eupatorium Buniifolium*, *Baccharis nottosergila*, *B. articulata*, *B. trimera* favorecidas por bajas cargas y/o por la ausencia de ovinos.

Según Millot et al. (1987) en suelos profundos se manifiesta con gran desarrollo *Vulpia australis*, junto con otras especies anuales invernales como *Poa annua*, *Aira sp.*, *Holcus lanatus*, *Phalaris sp.*, *Agrostis tandilensis*. En estos suelos, un aporte importante en la dieta tanto para ovinos como para vacunos está relacionado con especies anuales más productivas favorecidas por el manejo y el aumento de la fertilidad especialmente de nitrógeno. Dentro de estas especies podemos mencionar según su respuesta en orden decreciente *Lolium multiflorum*, *Bromus horaceus*, *B. commutatus* y *Gaudina fragilis*. Es posible observar con frecuencia la presencia de Raigrás naturalizado, lo cual auspicia el éxito del mejoramiento a través de un manejo controlado del pastoreo. Bajo condiciones de alta fertilidad, especialmente con fertilizaciones nitrogenadas y agregado de leguminosas (carretilla, Lotus, trébol blanco), estas contribuyen durante el otoño e invierno a la dieta del ganado, pasando a ser las especies más importantes en este periodo crítico (Boggiano, 2003).

Las principales gramíneas estivales adaptadas a condiciones de pastoreo son el *Paspalum notatum* y el complejo *Axonopus sp.* Lo que genera un tapiz más ralo que en otras zonas del país. En cuanto a las invernales perennes las especies más finas, se encuentran en baja frecuencia como ser, *Calamagrostis sp.*, *Brisa subaristata*, *Piptochaetium bicolor*, *Stipa hyalina*, *S. setigera*, *S. megapotamica* y las mejores forrajeras nativas del grupo como *B. auleticus*, *B. uniolooides* y *Poa lanígera* tienen una presencia muy ocasional. Esta ausencia evidencia la degradación del campo natural en esta zona del país, posiblemente ocasionado por la selectividad del pastoreo a la que han sido sometidos y/o al deterioro por prácticas agrícolas inapropiadas (Boggiano, 2003).

En referencia a los parámetros de calidad presentan niveles bajos a medios.

Cuadro No. 6. Parámetros de calidad de forraje promedio de suelos del Cristalino central

Parámetros de calidad	Porcentaje
Digestibilidad (DMO)	51,2
Proteína cruda (PC)	8,6
Nivel de fosforo	0,13

Fuente: Risso et al. (2001).

Teniendo en cuenta las características de la vegetación dominante en esta región, las principales limitantes que encontramos son la escasez de forraje durante el otoño e invierno y la falta de especies con alto valor nutritivo y productividad en dicho periodo. Es por esto que han surgido alternativas varias de intervención con el fin de levantar estas restricciones.

2.4.1.4. Alternativas de intervención

El diferimiento de forraje otoñal para su utilización en el invierno, permite acumulaciones muy moderadas y a su vez determina perdidas del valor nutritivo con una disminución en la digestibilidad llegando a valores inferiores al 40%. El manejo correcto del pastoreo permite mejorar la sostenibilidad de las pasturas buscando evitar la degradación de la vegetación nativa (Millot et al., 1987). Sin embargo a pesar de realizar ajustes en la carga animal y en los periodos de ocupación y descanso difícilmente se mejorara de manera significativa la productividad debido el grado de degradación existente. En el caso del cristalino, este manejo genera un aumento en especies que presentan mayor producción de forraje pero de menor calidad.

Por lo antepuesto, el intento por lograr mayores rendimientos de forraje total y solucionar el déficit invernal, implica la inclusión de otros insumos como la fertilización o la inclusión de leguminosas de buena calidad (Boggiano, 2003).

En este orden, se ha desarrollado información importante en cuanto al mejoramiento de campo natural en esta región por fertilización fosforada y

siembra de leguminosas productivas, con el fin de mejorar la base forrajera y evitar la degradación de las pasturas (Risso et al., 2001). A su vez el autor menciona que el uso de fertilizantes nitrogenados y fosforados en campos sobre el cristalino central, aumenta el rendimiento de forraje en un 75% pero sin modificar la producción invernal.

Debido a esto, la fertilización con fósforo e inclusión de leguminosas productivas adaptadas, es un paso fundamental para lograr un mayor potencial y un buen resultado económico de los predios. En los últimos años se ha incorporado el *Lotus pedunculatus* cv. Maku pero a comienzo de la década de los 90', la principal alternativa de mejoramiento de los campos del cristalino se basaba en el uso de *Trifolium repens* cv. Zapican más *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (Risso y Montossi, 2002).

2.4.1.5. Mejoramientos extensivos con leguminosas

Los objetivos del mejoramiento del campo natural se basan en aumentar la producción y calidad del forraje mejorando la composición botánica de la pastura original, buscando de esta manera complementar las ventajas comparativas del tapiz nativo y corregir la estacionalidad (UdelaR, 2013b). Con este tipo de pasturas se alcanzan rendimientos comparables a los de las pasturas sembradas con la ventaja de tener un costo por unidad de materia seca producida menor (Carámbula, 2002). Para lograr dichos objetivos se emplean una serie de herramientas que permiten la incorporación de especies.

Las leguminosas introducidas al tapiz natural, cumplen un doble rol ya que aportan volumen y calidad en forma directa además de incorporar N al sistema lo que promueve un mejor desarrollo del resto de las especies de manera indirecta. Los primeros ensayos en esta región en cuanto a la inclusión de leguminosas sobre campo natural destacaron la importancia fundamental del fósforo. Posteriormente se encaminaron varios estudios en la región que han demostrado que el mejoramiento con leguminosas forrajeras, es una herramienta de un elevado potencial manejada correctamente, logrando aumentos en la producción del orden del 150% de MS/ha (Boggiano, 2003).

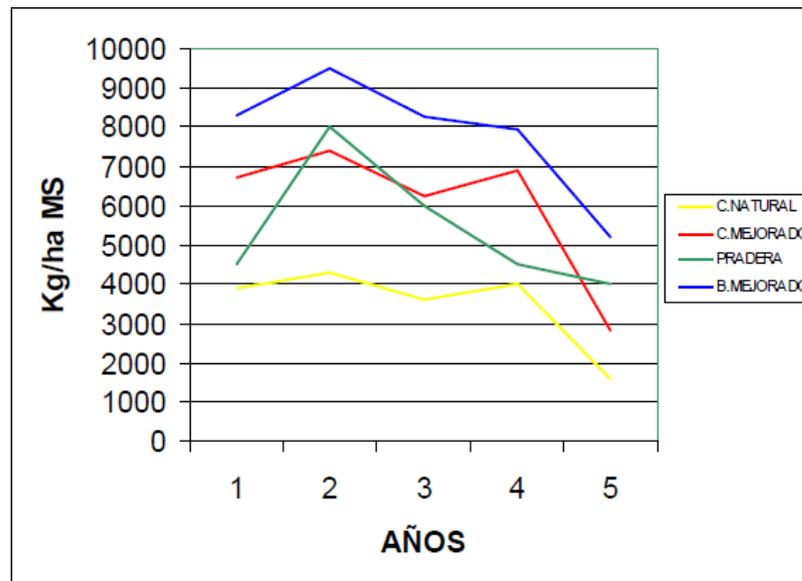


Figura No. 18. Producción de forraje de distintas alternativas forrajeras. Fuente: pradera (Leborgne, 1983), C. Natural, C. y B. Mejorado²

La especie perennes del genero *Trifolium* más extensamente cultivada en la región es el *Trifolium repens* (Trébol blanco). La primera es una especie de habito erecto a robusto, bianual, trianual o perenne, mientras que la segunda presenta plantas de ciclo perenne con nudos enraizantes (Izaguirre, 1998).

El *Trifolium repens* es una leguminosa perenne (dependiendo de las condiciones del verano), estolonífera de ciclo invernal, pero presenta su mayor producción en la primavera. Se adapta a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos y presenta una buena respuesta a nivel creciente de fosforo. Debido a su elevada producción de forraje de excelente calidad, su tolerancia a manejos intensivos y la habilidad de competir con gramíneas perennes constituye una de las mejores pasturas. Esta especie posee la capacidad de persistir tanto por semillas como vegetativamente, lo cual es muy valioso para colonizar diferentes nichos. Su gran adaptación al manejo intenso se asocia con un porte rastrero, meristemas al ras del suelo, bajo índice de área foliar y hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior (Carámbula, 2002).

² Millot, J.C.; Zanoniani, R. A. 1990. Mejoramiento y manejo de bajos. Cartilla no. 13. UEDY. Plan Agropecuario (sin publicar).

Como debilidades de esta especie se destaca un bajo vigor inicial y lento establecimiento, agresividad en situaciones muy favorables, baja tolerancia al sombreado y elevada sensibilidad a sequias.

El trébol blanco solamente se siembra puro para producción de semilla; cuando va a ser pastoreado requiere la presencia de una gramínea, con el fin de disminuir los riesgos de meteorismo (en bovinos). Por consiguiente esta especie debe ser incluida en mezclas ultra simples con una gramínea o bien ser utilizada en mejoramientos extensivos (Carámbula, 2002).

Con frecuencia en la región se observan siembras asociadas en cobertura de Trébol blanco con *Lotus corniculatus*.

El género *Lotus* presenta tres especies perennes estivales representadas en la región: *Lotus corniculatus*, *L. tenuis* y *L. pedunculatus*, y una especie invernal anual como *Lotus subbiflorus*. Estas especies ocupan un lugar muy importante en los sistemas de producción de la región debido a que presentan adaptación y tolerancia a diferentes tipos de suelo, ya sean de baja fertilidad, ácidos, y/o con drenajes pobres. Entre las desventajas más importantes de este género se incluye un crecimiento inicial y un proceso de nodulación lento.

El *Lotus corniculatus* presenta un tipo de crecimiento erecto a decumbente (según cv.) y un sistema radicular pivotante profundo que le permite adaptarse un amplio rango de suelos secos. Presenta un buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal, con aportes a fines de invierno. A su vez posee un elevado valor nutritivo el cual decae en pleno verano y admite pastoreos frecuentes pero poco intensos (Carámbula, 2002).

Se recomienda su inclusión en mezclas forrajeras o mejoramientos debido a su resistencia a la sequía, un alto valor nutritivo y su persistencia.

Cuadro No. 7. Produccion estacional y anual (KgMS/ha) de campos de cristalino mejorado con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* o *Lotus subbiflorus* cv. El Rincon

	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
CN+Tr bl + L. c. SG	1577	1058	2705	2318	7658
CN + L. s. El Rincón	1554	899	2804	1872	7129

Fuente: Risso et al. (2001).

2.4.2. Suplementos

La realidad de los sistemas ganaderos se ve afectada por la competencia por el recurso área, viéndose además desplazada a las zonas más marginales productivamente hablando, siendo aún más acentuada para el rubro ovino. Sin embargo el escenario actual de precios, con el fortalecimiento del precio de la carne ovina, ha llevado a que la misma constituya un componente importante de los ingresos y por lo tanto la toma de decisiones productivas es un factor muy importante. De esta manera el desafío se centró en la intensificación y búsqueda de cambios que permitan incrementar en forma sustentable los ingresos. En este sentido se ha generado un abanico de alternativas de sistemas de producción, basándose en la suplementación con concentrados (Piaggio, 2009).

Suplementar significa cubrir de manera total o parcial las deficiencias que bajo ciertas circunstancias puede presentar el forraje (Astigarraga, 2001). El uso estratégico de concentrados, granos, heno y silo ha sido una de las alternativas más comúnmente utilizadas a fin de superar las bajas producciones invernales del forraje en nuestro país permitiendo incrementar dotaciones o producciones individuales (Cozzolino, 2000).

Según Piaggio (2009) se debe considerar el sistema planta-animal-ambiente en su totalidad, ya que de no ser así los resultados de la investigación pueden ser muy erráticos. Aspectos tales como calidad y cantidad de pastura y

suplemento, necesidades de nutrientes para el objetivo productivo, comportamiento animal e la interacción con el ambiente deben ser tomados en cuenta.

A su vez la marcada estacionalidad que presenta la producción de forraje en el Uruguay, determina un desbalance importante entre los requerimientos del animal y la oferta de alimento. Estas diferencias entre oferta y demanda son cuantificables y corregibles a través de adecuadas estrategias de alimentación, siendo el ejemplo más conocido el de la suplementación (Viglizzo, 1981).

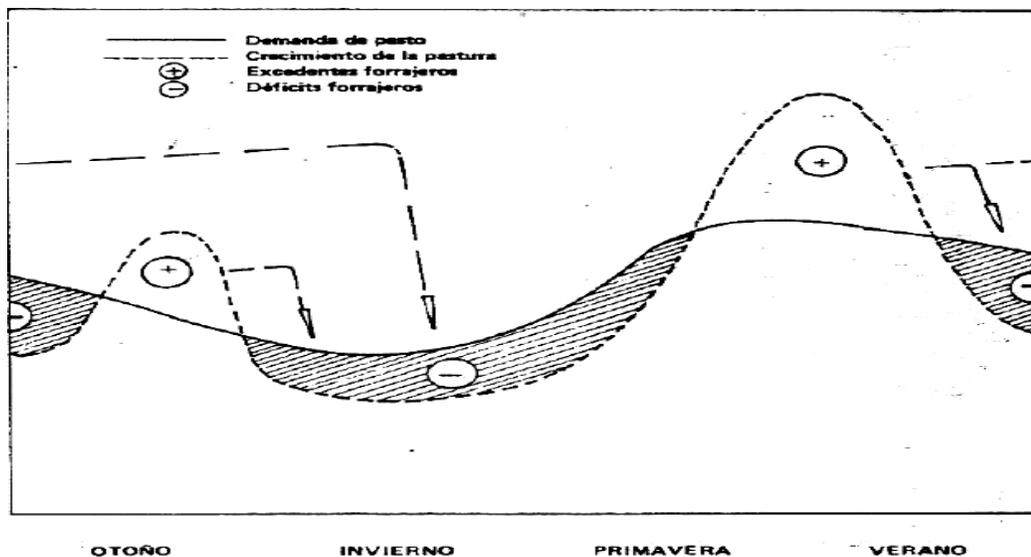


Figura No. 19. Esquema de suplementación sobre pasturas mediante la utilización de excedentes forrajeros. Fuente: Astigarraga (s.f.).

En la alimentación animal es fundamental conocer los alimentos utilizados para formular una dieta o suplemento y sus aportes de nutrientes (Cozzolino, 2000). Los alimentos pueden ser clasificados de la siguiente manera.

Cuadro No. 8. Clasificación de alimentos de NRC.

Clase	Alimento	Características
I	Forraje seco y alimentos toscos (henos, rastrojos y residuos de cosecha)	F.C.>18%,F.D.N.>35%, M.S.>75-85%
II	Forrajes frescos (pasturas)	F.C>18%, M.S.>20%
III	Forrajes ensilados	M.S.>20%, P.C.<20%
IV	Alimentos energéticos (afrechillos, granos de cereales, subproductos agroindustriales, etc)	F.C.<18%,F.D.N.<32% o F.D.A<22%, P.C.<20%
V	Alimentos proteicos (subproductos agroindustriales, semillas, harinas de origen animal y NNP)	P.C>20%
VI	Suplementos minerales (macro y micronutrientes)	Aportan concentraciones elevadas de minerales
VII	Suplementos vitamínicos	Aportan compuestos esenciales.
VIII	Aditivos	(Enzimas, hormonas, antibióticos, etc)

Referencias:

P.C: Proteína cruda
 F.D.N: Fibra detergente neutro
 F.D.A: Fibra detergente ácido
 F.C: Fibra cruda
 M.S: Materia seca

Fuente: NRC (1985).

Otros factores que inciden en la composición química de un alimento son las características físicas, contenido de anti nutrientes, efectos secundarios produciendo consecuencias de gran importancia (De Alba, 1964).

El uso correcto de estos alimentos permite racionalizar la base forrajera asignando diferentes prioridades según la categoría y objetivo de producción del establecimiento.

2.4.2.1. Suplementos proteicos

Es posible utilizar diversas fuentes de alimentos proteicos, como ser de origen vegetal, animal e incluso nitrógeno no proteico. Las proteínas participan en las estructuras del organismo, en mecanismos complejos de transporte de metabolitos y como constituyentes de hormonas (Cozzolino, 2000).

Los suplementos proteicos de origen animal se originan de los procesos de faena tanto de bovinos como de ovinos. Dichos alimentos se clasifican según su contenido proteico. Las harinas de carne poseen más de un 55% de proteína cruda (P.C.) y las de carne y hueso menos de 55%. Además presentan elevados contenidos de calcio y otros minerales. La harina de sangre contiene un elevado porcentaje de PC y una digestibilidad variable de entre 75-95%. Estas harinas han sido prohibidas por los riesgos de infección de encefalopatía espongiforme bovina (vaca loca). Las harinas de pescado son un subproducto de la industria pesquera y presentan un alto valor biológico de su proteína ya que son ricas en aminoácidos esenciales, presentando a su vez un elevado porcentaje de proteína de sobrepaso. En el siguiente cuadro se presentan los valores de composición química de estos subproductos de origen animal:

Cuadro No. 9. Composición química de subproductos de origen animal

	MS (%)	PC (%)	EE (%)	C (%)
Harina de Sangre	89.6	82.1	1.3	2.9
Harina de Carne	92.5	56.7	11.3	25.7
Harina de Pescado	92.6	62.2	9.3	22.2

Fuente: Cozzolino (2000).

Dentro de las fuentes de proteína vegetal en nuestro país encontramos: tortas de soja, girasol y subproductos de la industria de maíz como gluten feed y gluten meal. Las harinas de semilla (subproducto de la extracción de aceite de los granos) contienen más del 40% de PC siendo más de un 95% de ésta,

proteína verdadera. El contenido de proteína de la harina de soja oscila entre un 40-50% por lo que se la considera una de las mejores fuentes de proteína vegetal. Los valores de proteína, materia seca y cenizas se pueden observar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 10. Composición química de harinas de oleaginosas.

	MS (%)	PC (%)	C (%)
Harina Girasol	90.8	37.5	5.4
Expeler Girasol	92.9	35.2	5.3
Harina Soja	91	47.7	6.6

Fuente: adaptado de Berti et al., por Cozzolino (2000).

En lo que refiere a la fuente de nitrógeno no proteico (NNP) el suplemento más utilizado es urea, la cual es rápidamente degradada a amonio en rumen. Este amonio puede ser incorporado a la proteína microbiana y luego el animal lo puede utilizar para sí mismo. Es importante que el animal se adapte al consumo de urea para evitar trastornos metabólicos. Se recomienda su mezcla con carbohidratos de fácil digestión en proporciones de 9:1 (Cozzolino, 2000).

La suplementación con bloques proteicos a base de melaza y urea, que aportan los nutrientes necesarios para complementar las deficiencias de los forrajes de mala calidad, simplifican el transporte y manejo, restringen el consumo del suplemento reduciendo la necesidad de sal como regulador, y disminuyen el riesgo de una intoxicación con urea. A pesar de esto, el costo del suplemento en bloque es mayor al de los suplementos en harina, ya que aumenta la mano de obra requerida y el uso de aglomerantes para impartir dureza (Kawas, 2008).

La melaza es un subproducto de la extracción de sacarosa de la caña de azúcar. Este producto ha sido tradicionalmente el ingrediente base para la elaboración de los bloques multinutrientes. La melaza contiene 75 a 83% de

materia seca, 30 a 40% de sacarosa y aproximadamente 0.4 a 0.5% de nitrógeno (Chen, citado por Kawas, 2008).

Es importante un consumo adecuado de los bloques para que se obtengan los resultados esperados con la suplementación. Si el consumo es inferior al deseado, la respuesta en el desempeño será menor al esperado (Leng et al., citados por Kawas, 2008).

Una forma de aumentar aún más la tasa ovulatoria con suplementos proteicos, es la inclusión de taninos exógenos que protegen la proteína. Los taninos son compuestos polifenólicos producidas por el metabolismo secundario de las plantas. Existen taninos condensados o solubles. Estas sustancias tienen la habilidad de unirse a las proteínas bajo condiciones de pH neutro o ligeramente ácido como los existentes a nivel ruminal, formando un complejo proteína-taninos. Este complejo es disociado a bajos pH como los del ambiente que provee el abomaso y el duodeno logrando el incremento de proteína de sobrepaso de la dieta que puede ser digerido y absorbido en el intestino delgado, disminuyendo la proteína degradada a nivel de los microorganismos del rumen³.

A nivel nacional Banchemo et al. (2012) encontraron aumentos en la tasa ovulatoria de 15 puntos porcentuales suplementando con harina de soja, a razón de 500 g/a/día, mientras que cuando se utilizaron taninos de quebracho protegiendo dicha proteína, el incremento se elevó a 28 puntos porcentuales en ovejas ideal.

Cuadro No. 11. Tasa ovulatoria de ovejas ideal suplementadas con harina de soja protegida o no con taninos.

Tasa mellicera		
Campo natural	Campo natural + 0,5 kg harina soja	Campo natural +0,5 kg harina soja +1,5% taninos
1,48a	1,70b	1,90c

Letras diferentes en una misma línea significa diferencia significativa (p<0,05) entre tratamientos.

³ Barajas, R.; Ortiz, B.; Camacho, A.; Villalba, N. E.; Flores, L. R.; Lomeli, J. J.; Romo, J. A. s.f. Influence of additional tannins-extract level on feedlot-performance of finishing lambs. (sin publicar).

Fuente: Banchemo et al. (2012).

En conclusión es posible afirmar que cada 50 gramos de proteína aportada por encima de la PC que el campo natural aporta se obtienen incrementos en la tasa ovulatoria de 0,1 unidades. A su vez cuando la proteína del suplemento es protegida por taninos condensados exógenos, el incremento es un 10% superior (Banchemo et al., 2012).

2.5. CONSIDERACIONES FINALES

Teniendo en cuenta que en nuestro país una de las principales limitantes para el rubro ovino es la baja eficiencia reproductiva, un aumento en la tasa ovulatoria llevaría a una mejora en la prolificidad y de este modo se aumentaría la tasa reproductiva.

Es sabido que existe un efecto genético el cual estaría involucrado en la determinación de la tasa ovulatoria, siendo la misma muy variable entre las diferentes razas. A pesar de esto, factores ambientales, principalmente la nutrición, tienen un efecto importante sobre la tasa ovulatoria. Utilizando la técnica conocida como flushing, que consiste en una sobrealimentación energético – proteica entorno a la encarnerada, es posible lograr incrementos en la tasa ovulatoria. Existe una respuesta lineal a aumentos en los niveles de proteína en la dieta a partir de aproximadamente 125 gramos de proteína digestible por oveja por día siempre y cuando la concentración energética no sea limitante.

Por otro lado, existen estudios que han demostrado que la presencia de taninos en la dieta, como las que presentan ciertos tipos de pastura, tienen aumentos aún mayores en la tasa ovulatoria. Este efecto es explicado por una asociación entre las proteínas y los taninos a nivel ruminal, bajo condiciones de pH ligeramente ácidos, que no permiten su degradación en dicho órgano, aumentando la proporción de proteína de sobrepaso que si será asimilada a nivel del abomaso y/o duodeno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en el Centro de Investigación y Experimentación “Dr. Alejandro Gallinal” (33°52’ latitud sur, 55°34’ longitud oeste) perteneciente al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) situado en la Ruta Nacional No. 7 Km. 140, en la localidad de Cerro Colorado en el departamento de Florida.

El período experimental estuvo comprendido entre el 11 de abril y el 5 de Mayo de 2014 y consistió en evaluar el efecto de la suplementación focalizada (flushing) en la tasa ovulatoria. Se realizó una alimentación diferencial dos semanas previas al servicio y una semana durante la encarnerada. La base de la dieta consistió en pastoreo sobre campo natural mejorado y se comparó al testigo con 2 suplementos con diferentes niveles de taninos de quebracho (*Schinopsis balansae*).

3.2. RECURSOS DISPONIBLES

El CIEDAG se encuentra sobre la Unidad San Gabriel-Guaycurú (escala 1:1.000.000 D.S.F.), donde predominan los suelos 5.02b. Los mismos son Brunosoles Sub-eutricos háplicos moderadamente profundos y superficiales, a los que se asocian litosoles a veces muy superficiales. La rocosidad es moderada y varía entre un 2 al 10%, el índice de productividad promedio es de 88 (Prenader). El potrero donde se desarrolló el experimento se encuentra sobre brunosoles, de fertilidad media y profundidad moderada.

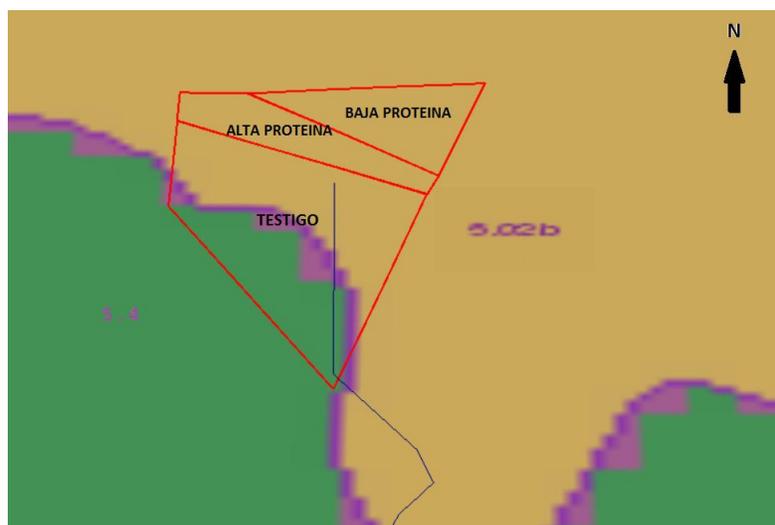


Figura No. 20. Grupos de suelos CONEAT del experimento. Fuente: Google Earth (2014).

3.2.1. Base forrajera

La base forrajera consistió en campo natural mejorado con Trébol blanco (*Trifolium repens*), con una disponibilidad promedio al inicio del experimento de 2700 kg de MS/ha, resultado del promedio medido por muestreo al azar del potrero, utilizando una escala de 1 cm 1800 kg MS. Desde el año 1995 el potrero fue fertilizado con 40 kg de P₂O₅, hasta el año 2012, donde se realizó una aplicación de 8 litros de glifosato y la siembra de 3 kg de Trébol blanco cv Zapican. A la siembra se aplicaron 100 kg de 20-40-0, repitiéndose la misma dosis del fertilizante en 2013. La fertilización del año 2014 fue con 100 kg de 7-40-0.

Las especies predominantes eran *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, *Setaria sp.*, *Axonopus affinis*, *Piptochaetium sp.*, *Paspalum quadrifalium* y *Eryngium Horridum*, observándose un aporte importante de especies de buena calidad forrajera como las del género *Paspalum*. Dicho potrero estaba destinado a la siembra de una pradera permanente pero al destacarse el gran aporte de gramíneas finas y tiernas (*Paspalum dilatatum* y *P. notatum*), se decidió hacer un mejoramiento extensivo con leguminosas de excelente valor nutritivo para complementar la calidad ya existente. El porcentaje de proteína cruda (PC) del potrero fue de 6,20%, como promedio de

las muestras evaluadas, lo cual condice perfectamente con el estado (época del año) y composición botánica de la pastura.

El experimento se realizó sobre un potrero con una superficie de 11 hectáreas subdividido en 3 parcelas de 7, 2 y 2 hectáreas. A cada una se le asignó un tratamiento diferente. En la parcela de mayor superficie se ubicó el lote testigo, con 107 ovejas sobre campo natural mejorado, mientras que en las otras se ubicaron los 2 tratamientos suplementados, cada uno con 40 ovejas.

3.2.2. Suplementos

El suplemento utilizado para el experimento fue proporcionado por la empresa DeAmbrosi S.A., de la línea de productos Cobalfosal, con el fin de comprobar los efectos del “flushing” focalizado con este bloque proteico sobre la tasa ovulatoria y los efectos en la preñez de la majada general. Dicho suplemento está compuesto por Harina de soja, maíz molido, melaza líquida, ovino total*, melaza en polvo, taninos, núcleo y sal, en las siguientes proporciones; difiriendo en la concentración de taninos entre los tratamientos.

Cuadro No. 12. Composición suplementos barraca Deambrosi⁴

Bloque ALTOS TANINOS		Bloque BAJOS TANINOS	
Componente	%	Componente	%
90/10*	80,14	90/10*	79,94
Sal	8,52	Sal	9,49
Melaza líquida	5,01	Melaza líquida	5
Ovino Total	2,5	Ovino Total	2,5
Melaza polvo	1,5	Melaza polvo	1,5
Taninos	2,25	Taninos	1,5
Núcleo	0,07	Núcleo	0,07

*Mezcla de harina de soja y maíz molido, a razón de 90 y 10 por ciento respectivamente

⁴ Algorta, J.L.; Cordal, M. 2014. Com.personal.

3.2.3. Animales experimentales

Para realizar este ensayo contamos con 187 ovejas adultas identificadas individualmente con una caravana. Se realizó un primer refugo por boqueo, descartando las ovejas con mala dentición (edad avanzada). Se seleccionaron 80 ovejas que supieran comer ración y se dividieron en los lotes al azar, dando un peso inicial promedio de 47,8 kg para el lote altos taninos y 49,2 kg para el lote de bajos taninos y con una condición corporal promedio para ambos lotes entre 2,25 y 2,75, según la escala de Jefferies (1961).

Para medir la condición corporal se utilizó la escala elaborada por Jefferies (1961) en Australia, que va desde 0 (animal extremadamente flaco) hasta 5 (engrasamiento excesivo).

3.2.4. Clima

En lo que refiere a las condiciones climáticas durante el experimento, se obtuvo la información, proporcionado por la estación meteorológica del CIEDAG, de las tres variables que tienen mayor incidencia sobre la tasa de crecimiento de la pastura. Estas se pueden apreciar en el siguiente cuadro y son: temperatura media mensual, radiación solar incidente y precipitaciones acumuladas mensuales.

Cuadro No. 13. Condiciones climáticas durante el experimento

Mes	Radiación solar (Mj/m²)	Temperatura (°C)	Precipitaciones (mm)
Marzo	10,5	10,3	98,0
Abril	12,3	12,1	103,8
Mayo	13,0	12,7	81,8

3.3. TRATAMIENTOS

En el día 1 del experimento (12/04/2014) se subdividieron las parcelas del potrero para asignar los diferentes tratamientos, como fue explicado con anterioridad, asegurando que todos los tratamientos tengan acceso a fuentes de agua. Se procedió a constituir los diferentes lotes de manera aleatoria y a la identificación de los mismos asignándole a cada uno un tratamiento. Todos los lotes fueron pesados al inicio del ensayo y se determinó la condición corporal promedio de cada uno.

Los tratamientos consistían en 3 dietas diferentes basadas en pastoreo sobre campo natural mejorado con suplementación a diferentes niveles de proteína protegida por taninos como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 14. Asignación de tratamientos.

TRATAMIENTO	BASE FORRAJERA	SUPLEMENTO
1	Campo Natural Mejorado	-----
2	Campo Natural Mejorado	Ración (2,25% taninos)
3	Campo Natural Mejorado	Ración (1,50% taninos)

En un comienzo, se fraccionó la suplementación en dos comidas diarias de igual cantidad en la mañana temprano y a la tarde. Una vez que ambos lotes terminaron de acostumbrarse a la ración no dejando remanentes en los comederos, se pasó a dar una sola comida diaria en la tarde con 350 g/oveja.

Para determinar la cantidad de forraje disponible al inicio del experimento se midió altura promedio y se estableció según la relación 1 cm/180 kg de materia seca, que el potrero contaba con una cantidad inicial de forraje de 2700 Kg/ha. A su vez se utilizó la tasa de crecimiento de la pastura por día según Leborgne (1983), el cual establece que para un campo natural mejorado sobre el cristalino central es de 14 kg MS/ha/día, también fue analizado mediante laboratorio el porcentaje de PC, el cual arrojó resultados del orden de 6,20%. A partir de estos datos fueron determinadas las asignaciones de forraje correspondientes a cada tratamiento. En el caso del lote Control, la asignación de forraje es de 443 kg MS cada 100 kg de peso vivo. Como fue descrito con anterioridad, las ovejas pertenecientes a los tratamientos 2 y 3 se encontraban en fracciones de 2 ha. Con una disponibilidad de 2700 Kg Ms/ha lo que

determina una asignación de forraje por animal de 372 Kg MS y 379 Kg Ms cada 100 Kg. de peso vivo respectivamente.

El 22/04 se introdujeron los carneros en el potrero del experimento, repartiéndose según el número de ovejas, 2 en el tratamiento testigo y 1 carnero en cada uno de los lotes suplementados. Previo a la encarnerada se realizó un refugo por boqueo, condición corporal e infecciones podales lo que redujo el número de ovejas por tratamiento a 36 en cada lote suplementado.

La suplementación continuó hasta el 4/5, día en el cual las ovejas fueron encerradas ya que al día siguiente fueron sometidas a laparoscopia. El día 5 de mayo, luego de 22 días de suplementación, se realizó la laparoscopia en 20 animales de cada tratamiento seleccionados al azar.

3.4. DESCRIPCIÓN CRONOLÓGICA

El experimento comenzó el día 12/4, ofreciéndose 350g/oveja de suplemento en la tarde. A partir del día 13/4, se comenzó a racionar durante la mañana y la tarde ofreciéndose 175 g/ov en ambos turnos. Una vez que no fue observado rechazo en los comederos (16/4), se empezó a racionar únicamente durante la tarde (350g/ov) nuevamente.

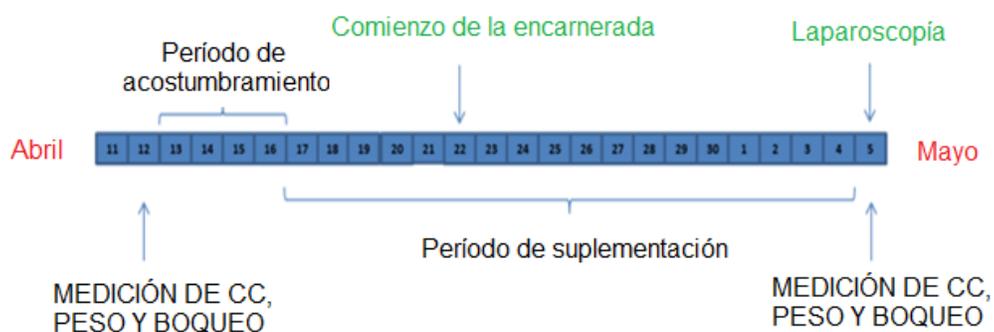


Figura No. 21. Descripción cronológica del experimento

3.5. DETERMINACIONES REALIZADAS

3.5.1. Determinaciones en la pastura

Tanto al comienzo como al final del experimento, se midió la disponibilidad de forraje en el potrero. El muestreo fue realizado utilizando un aro metálico. Se tomaron 4 medidas de altura, cortando a 3 cm, representativas, ya que se excluyeron zonas donde no acceden los animales. Las muestras fueron secadas en estufa 60°C durante 72 horas, para estimar el porcentaje de materia seca.

En cuanto a los parámetros de calidad de la pastura, fueron medidos la proteína cruda y el porcentaje de materia seca en el laboratorio de Facultad de Agronomía, UdelaR.

Se asumió que el consumo de forraje es igual al forraje desaparecido utilizado por los animales. El forraje desaparecido se halla como la diferencia entre el forraje disponible cuando ingresan los animales y el remanente que queda en cada una de las parcelas.

3.5.2. Determinaciones en los animales

Se determinó peso vivo y condición corporal, en ayunas, al inicio y al final del experimento, y edad estimada de los animales a través del boqueo de los mismos. El día 5 de mayo, luego de 22 días de suplementación, se realizó la laparoscopia en 20 animales de cada tratamiento seleccionados al azar. En base a estos datos se pudo determinar cantidad de cuerpos lúteos y ovejas que estaban ovulando. La tasa ovulatoria fue calculada como el número total de cuerpos lúteos/número de ovejas que ovularon, mientras que el nivel ovulatorio se desprende de dividir el número de cuerpos lúteos sobre el total de ovejas.

3.5.2.1. Laparoscopia

El diagnóstico de actividad ovárica se realizó el día 5/05/14 sobre un lote de 20 animales elegidos al azar de cada tratamiento del experimento, a través de la técnica de endoscopia. Para realizar dicha técnica se utilizó un

laparoscopia INSAVET de 5mm con un ángulo de la lente de 30°. De esta manera se determinó tasa ovulatoria y nivel ovulatorio.

3.5.2.2. Ecografía

A los 50 días de finalizada la encarnerada se realizó el diagnóstico de gestación por ecografía (sonda 3.5. Toshiba) determinando el porcentaje de preñez y la tasa mellicera de los diferentes tratamientos.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$.

Siendo: Y_{ij} = Variable dependiente

μ = Media general

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

ϵ_{ij} = Error experimental

Para asignar los tratamientos a las unidades experimentales, se utilizó un diseño completamente al azar, con un mínimo de 36 observaciones por tratamiento, en donde los animales fueron seleccionados aleatoriamente.

El PV y la CC se consideran variables de distribución normal y continua, por lo que se analizan mediante la prueba "t" de Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

Para las variables Tasa y Nivel Ovulatorio se evaluaron diferencias entre porcentajes por medio de la prueba de Chi cuadrado. Las diferencias se consideraron significativas si $P < 0.05$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. REQUERIMIENTOS Y CONSUMO

Piaggio (2009) afirma que se debe considerar el sistema planta-animal-ambiente, tomando en cuenta aspectos tales como calidad y cantidad de pastura y suplemento, necesidades de nutrientes para el objetivo productivo, comportamiento animal e la interacción con el ambiente.

Según Banchemo y Quintans (2005) a pesar de que la energía y la proteína tienen influencia en la tasa ovulatoria de manera independiente, sus respuestas pondrían estar interrelacionadas, por lo que sería necesario un incremento en los niveles de ambos para lograr una mayor respuesta.

Smith (1984) afirma que existiría un aumento lineal en la tasa ovulatoria a medida que la proteína aumenta para un nivel constante de energía a partir de un umbral de 125 gramos de proteína digestible por día, siempre que el balance energético de las ovejas sea positivo.

Experimentos a nivel nacional llevados a cabo por Fernández Abella et al. (2005), Banchemo y Quintans (2005) encontraron valores de tasa ovulatoria de 1,7 e incrementos de 21 puntos porcentuales pastoreando *Lotus maku* (16,3% PC y asignaciones 4%) y suplementando con expeler de girasol (22% PC) respectivamente.

En base a datos del NRC (1985) encontramos que para ovejas de 50 Kg sometidas a flushing entorno a la encarnada, los requerimientos de energía y proteína son los siguientes.

Cuadro No. 15. Requerimientos y consumo de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) según tratamiento.

TRATAMIENTO	REQUERIMIENTOS		CONSUMO	
	EM (Mcal/an/día)	PC (g/an/día)	EM (Mcal/an/día)	PC (g/an/día)
TESTIGO	3,44	149,7	3,2	98,4
ALTOS TANINOS	3,44	149,7	4,29	203,4
BAJOS TANINOS	3,44	149,7	4,29	203,4

Fuente: NRC (1985).

Para el cálculo de consumo de proteína del tratamiento testigo sobre campo natural, se utilizaron los valores arrojados por el análisis del potrero (6,20% de PC) y el consumo promedio estacional de MS para una oveja de 50 kg en un flushing (1,6 kg MS/an/día) (NRC, 1985). Por lo tanto el consumo de proteína proveniente exclusivamente del campo natural es de 98,4 g/an/día.

Para el caso de los lotes suplementados, debemos tener en cuenta el % de PC adicional que reciben del suplemento. El informe analítico arroja resultados del contenido de PC de la ración de 30% en ambas raciones. Teniendo en cuenta un consumo por oveja de 350 g de suplemento se halló que para los tratamientos 2 y 3 hubo un consumo de proteína de 105 g/día. Mediante la suma del consumo de proteína de la ración y el estimado de la pastura se obtiene el valor total consumido (203,4 g/día), el cual supera al registrado por Casco et al. (2007) quienes obtuvieron consumos de 128 g/an/día suplementado con bloques proteicos.

Según Montossi et al. (2000) el campo natural mejorado en la estación de otoño posee un valor de energía metabolizable de 2,0 Mcal por kg de materia seca. Con este valor de EM calculamos el consumo de los animales en el período para el tratamiento testigo, mientras que para los restantes tratamientos fueron considerados los aportes de energía metabolizable de la ración. Al suplementar las ovejas al 1%, partimos del supuesto que no existe sustitución de alimentos sino que ambos, campo natural y el suplemento se adicionan.

Como ya fue mencionado, existe una respuesta lineal a partir de un umbral de consumo de proteína (125 g/an/día). Dicho consumo mínimo no pudo

ser aportado por la pastura ya que los valores de proteína cruda son bajos, por lo tanto los valores de tasa ovulatoria serán menores a los tratamientos suplementados.

En contraposición a esto los tratamientos suplementados tuvieron un aporte de proteína que superó el umbral mencionado por Smith (1984).

En cuanto a la energía, la situación es similar ya que si bien el campo natural tiene aportes que casi cubren los requerimientos, el balance energético de los animales suplementados es muy superior, cumpliendo con ambos requisitos de Smith (1984).

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA BASE FORRAJERA

Mediante el diagnóstico realizado sobre la situación productiva del potrero 11, asignado para el ensayo, se determinó una incidencia media a baja tanto de malezas como de pastos de tipo productivo duro no teniendo incidencia sobre el consumo animal. En base a la elevada disponibilidad existente, y teniendo en cuenta una dotación de ovejas en el tratamiento 1 de 15,2 ovejas/ha, y en los tratamientos 2 y 3 de 18 ovejas/ha podemos establecer que no hubo implicancias negativas en el consumo.

Los valores de MS de la pastura en el entorno de los 2.700 Kg/ha reflejan una muy buena disponibilidad de forraje producto de las condiciones climáticas imperantes durante el experimento, destacándose las elevadas precipitaciones. Por otro lado durante el verano (estación anterior a la del ensayo) el potrero se encontraba aliviado con pastoreo de terneros recién destetados con muy baja carga. Esto coincide con la acumulación de forraje estivo-otoñal señalada por Formoso (1990) ya que al diferir forraje, se acumulan las producciones del verano y otoño que rondan los 1600 y 700 Kg MS/ha respectivamente.

En lo que refiere a los parámetros de calidad de la pastura se realizó un análisis de laboratorio (Facultad de Agronomía) de la materia seca y proteína cruda del potrero, arrojando los siguientes resultados.

Cuadro No. 16. Resultados de análisis de materia seca (MS) y proteína cruda (PC).

Identificación de la muestra	Análisis	
	MS%	PC%
Potrero 11	87,26	6,2

Fuente: UdelaR. Facultad de Agronomía. Laboratorio Departamento Nutrición Animal.

Como se observa en el cuadro el porcentaje de proteína cruda es de 6,20% valor algo inferior al mencionado por Risso et al. (2001) lo cual está explicado por el estado fisiológico avanzado en el cual se encontraba la pastura, producto del poco pastoreo previo.

Cuadro No. 17. Composición florística

Composición florística potrero 11	Porcentaje (%)
Gramíneas estivales	48
Gramíneas invernales	14
Leguminosas	10
Malezas de campo sucio	12
Malezas enana y ciperáceas	3
Restos secos	13

Las pasturas naturales en las cuales fue llevado a cabo el experimento poseen una marcada producción de forraje primavero-estival, debido a la supremacía de gramíneas estivales en el tapiz. Por otro lado la producción en invierno disminuye por escasa presencia de gramíneas invernales. La vegetación predominante presentó mayoría de gramíneas estivales (C4) coincidiendo con Formoso (1991) como *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, e invernales (C3) de los géneros *Stipa* y *Lolium*, entre otras. A su vez se observó una asociación dominante de paja mansa (*Paspalum quadrifalium*) y especies espinosas como cardilla (*Eryngium horridum*) hacia zonas medias y altas.

Debido al mejoramiento con trébol blanco se observó una buena incidencia de leguminosas que aportan calidad a la base forrajera elevando la disponibilidad de PC y mejorando el rendimiento de las gramíneas por su aporte de nitrógeno.

A pesar de encontrarse una baja proporción de malezas de campo sucio con respecto al total cabe destacar la alta incidencia *Eryngium horridum*, maleza nativa, espinosa y agresiva, siendo ésta la maleza de mayor importancia en el potrero. Dicha presencia igualmente no implicó una restricción en la dieta debido a la elevada disponibilidad de forraje lo que permite la selección en el pastoreo.

En cuanto a la asignación de forraje (AF) de los tratamientos la misma no fue limitante por lo tanto el porcentaje de asignación no es relevante calcularlo, siendo igual la AF teórica a la real, debido a la baja incidencia de malezas.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS

La baja producción de forraje otoño – invernal en los suelos del cristalino, como en la mayoría de las zonas del país, ha llevado a la utilización estratégica con concentrados, granos, heno, silo y bloques proteicos como alternativa para cubrir dichos déficits y poder incrementar dotaciones o producciones individuales.

En el caso de los ovinos, una alternativa para mejorar los índices reproductivos, es una sobrealimentación entorno a la encarnerada por un período corto de tiempo, utilizando bloques proteicos para aumentar la tasa ovulatoria. Un aumento en la concentración de proteína en la dieta, tendría un efecto inmediato sobre dicha variable.

Para obtener buenos resultados, es importante lograr un consumo adecuado de los bloques, ya que si el consumo es inferior al esperado, el desempeño no alcanzará el objetivo planteado. En el caso del experimento en cuestión, se utilizó el suplemento en forma de harina, ya que no fue posible la utilización de aglomerantes, lo que llevó a un consumo del 100% diario una vez superado el período de acostumbramiento.

Como fue mencionado, la utilización de taninos de quebracho, permitiría una asociación con la proteína a niveles de pH ligeramente ácidos como el ambiente ruminal volviéndola indigestible por los microorganismos del rumen. El uso de taninos en dietas con alto tenor proteico permite disminuir de este modo la degradabilidad ruminal de proteína bruta, sin alterar el consumo de los animales, aumentando los niveles de proteína metabolizable y disminuyendo el desperdicio de nitrógeno. Por lo tanto la inclusión de taninos en bloques proteicos permitiría un aumento aún mayor en la tasa ovulatoria.

Banchero et al. (2012) encontraron aumentos en la tasa ovulatoria de 28 puntos porcentuales en ovejas ideal utilizando harina de soja con taninos de quebracho como suplemento. En el tratamiento sin inclusión de taninos, el incremento fue de 15 puntos porcentuales.

Del cuadro no. 15 se desprende el aporte de los bloques en cuanto a la energía y proteína en el total de la dieta, siendo un 51 % de la PC y un 34 % de la EM consumida es aportada por el suplemento.

4.4. EVOLUCIÓN DEL PESO VIVO Y LA CONDICIÓN CORPORAL

La evolución del peso vivo es el criterio más utilizado para evaluar el estado nutricional de la majada por su facilidad de medición. Sin embargo, como ya fue mencionado es posible que animales de igual peso puedan estar en estados nutricionales muy diferentes debido a diferencias en tamaño, llenado del tracto gastrointestinal y el estado fisiológico.

A pesar de esto, aumentos en el peso vivo previo a la encarnerada, denotan una mejora en el estado nutricional, por un plano alimenticio que supera los costos de mantenimiento, y tiene implicancias positivas en el desempeño reproductivo. De este modo, con la suplementación realizada en el experimento, registramos incrementos en el peso vivo de los diferentes tratamientos como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 18. Evolución del peso vivo para los diferentes tratamientos

TRATAMIENTO	PESO INICIAL (Kg)	PESO FINAL (Kg)
Testigo	48,1 ^a	49,6 ^a
2,25% Taninos	47,8 ^a	51,6 ^{ab}
1,50% Taninos	49,2 ^a	53,5 ^b
Diferencia promedio	+ 3,2 kg	

Se puede observar una clara evolución positiva del peso vivo para los diferentes tratamientos, con una ganancia promedio del orden de 3 Kg por animal. Según Fernández Abella y Formoso (2007b) esta evolución del peso de la hembra en el periodo de la encarnerada (efecto dinámico) aumenta la probabilidad de que se produzcan ovulaciones múltiples; coincidiendo con la mejora observada en los parámetros reproductivos estudiados, con un incremento en la tasa y nivel ovulatorio para los lotes suplementados como detallaremos a continuación. El peso vivo promedio por tratamiento al final del experimento presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), a favor de los lotes suplementados explicado por una mejora en la dieta, pero que no sería la principal explicación de la mejora de la actividad ovárica dado que se trata de un período de tan solo 21 días.

En lo que refiere a la condición corporal (CC), esta es una evaluación subjetiva del estado nutricional en base al grado de gordura medida por palpación. Tiene las ventajas sobre el peso vivo de que no está afectada por el tamaño del animal, la etapa fisiológica y el llenado gastrointestinal.

Según Fernández Abella (1993) una oveja con una condición corporal entre 3,0 y 3,5 presenta buenos niveles de reclutamiento folicular por lo que un “flushing” tendrá poco efecto en la tasa ovulatoria. Sin embargo en ovejas con un nivel de reservas energéticas como el de la majada en estudio (2,25 a 2,75) es esperable que exista una respuesta a la técnica mencionada.

Cuadro No. 19. Condición corporal promedio al inicio y fin del experimento

TRATAMIENTO	CC Inicial	CC Final
Testigo	2,41 ^a	2,71 ^a
Altos taninos	2,43 ^a	2,85 ^a
Bajos taninos	2,45 ^a	2,87 ^a
Promedio	2,43	2,81
Diferencia	+0.38	

Como se observa en el cuadro es claro el aumento de la condición corporal entre inicio y final del tratamiento, sin existir diferencias significativas entre los mismos ($p > 0,05$). Esto afirma el concepto de nutriente inmediato mencionado por Viñoles (2003), ya que al no existir diferencias en la condición corporal de las ovejas suplementadas en comparación con el testigo, el aumento en la tasa ovulatoria está explicado por el balance energético-proteico de la dieta y en menor medida por incrementos en el peso vivo o efecto dinámico.

Smith y Stewart (1990) observó que el efecto de la evolución en el peso vivo explicaría sólo un 18,5% y 42% en la pre encarnada y encarnada respectivamente, demostrando que el peso vivo describe procesos en el largo plazo, que no serían los principales efectos del flushing entorno a la encarnada, sino que la mayor incidencia estaría explicada por un mejor plano nutricional.

Dicha mejora en el plano nutricional modifica los niveles de la GnRH e insulina lo que induciría cambios en la actividad ovárica de moduladores de FSH. Estos cambios hormonales serían la señal interna de un plano energético-proteico superior, que desencadena mejoras en la actividad ovárica a pesar de que el status nutricional (CC) propiamente dicho no sea diferente al testigo.

4.5. DIAGNÓSTICO DE ACTIVIDAD OVÁRICA

Los parámetros que determinan la actividad ovárica de las ovejas son, la tasa ovulatoria, que es el número de óvulos liberados en un celo por cada oveja

que ovula (cuerpos lúteos totales/total de ovejas que ovularon), y sobre la totalidad de las ovejas (cuerpos lúteos totales/total de ovejas), que se conoce como nivel ovulatorio.

Según Fernández Abella y Formoso (2007b) es posible lograr un incremento en la actividad ovárica a través de una sobrealimentación energético-proteica previo a la encarnerada, técnica conocida como flushing. El aumento en los niveles de proteína permitirían incrementar el reclutamiento de folículos mientras que mayores concentraciones energéticas en la dieta tendría un efecto inmediato que generaría una disminución de la atresia folicular (Smith, 1984).

La fuente de proteína utilizada en el experimento fue muy alta calidad (harina de soja) que a su vez con la presencia taninos condensados, los cuales tienen la habilidad de unirse a las proteínas bajo condiciones de pH neutro o ligeramente ácido como la existente a nivel ruminal, aumenta el nivel de proteína de sobrepaso (proteína bypass). Este complejo taninos-proteína es disociado a nivel abomasal y duodenal, la cual tendrá efectos directos sobre la actividad ovárica⁵.

Cuadro No. 20. Tasa ovulatoria, nivel ovulatorio y número de ovejas que ovulan según tratamiento.

TRATAMIENTO	Numero de ovejas que ovulan	Tasa ovulatoria	Nivel ovulatorio
ALTOS TANINOS	18	1,61 ^a	1,45 ^a
BAJOS TANINOS	20	1,55 ^a	1,55 ^a
TESTIGO	13	1,38 ^a	0,9 ^b

⁵ Barajas, R.; Ortiz, B.; Camacho, A.; Villalba, N. E.; Flores, L. R.; Lomeli, J. J.; Romo, J. A. s.f. Influence of additional tannins-extract level on feedlot-performance of finishing lambs. (sin publicar).

Tasa ovulatoria y nivel ovulatorio según tratamiento

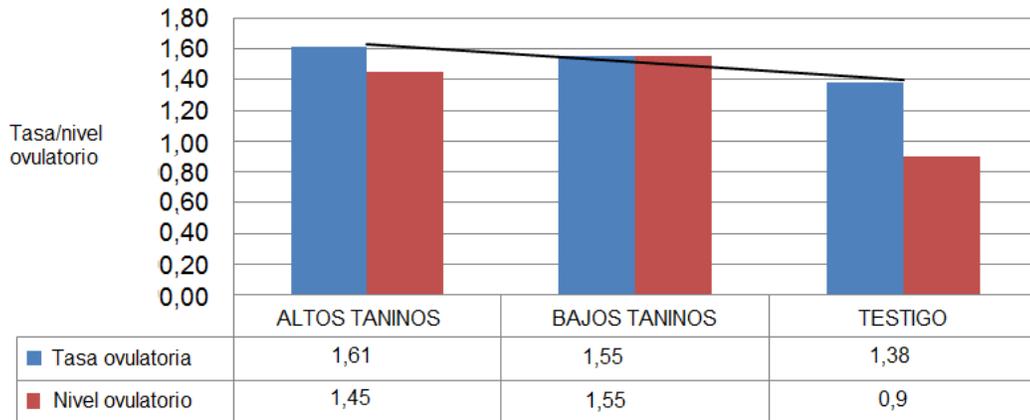


Figura No. 22. Tasa y nivel ovulatorio según tratamiento

Como se observa en el cuadro, las ovejas suplementadas con la ración en el entorno a la encarnerada superan en el desempeño reproductivo a las ovejas del tratamiento testigo pastoreando campo natural. Esto se asocia con un mayor consumo de proteína de sobrepaso, aportada por la ración que presenta taninos de quebracho que protegen a la proteína de la digestión ruminal. Coincidiendo con Banchemo y Quintans (2005) podemos afirmar que la sobrealimentación estratégica con suplementos ricos en proteína y energía entorno a la encarnerada en ovejas Corriedale de condición corporal intermedia, permiten incrementos importantes en el nivel ovulatorio. A pesar de que en el presente ensayo las diferencias entre los tratamientos no fue estadísticamente significativa ($p > 0,05$) para la variable tasa ovulatoria, se observa una tendencia de aumento a favor de los lotes suplementados.

Uno de los posibles factores que expliquen la alta tasa ovulatoria del tratamiento testigo, llevando a que no existan diferencias significativas, es la muy buena calidad y disponibilidad de la pastura que si bien presentaba un promedio de 6,2% de PC, el poder de selección del ovino el cual puede cosechar hasta un 40% más de proteína que el contenido promedio de la dieta original (Montossi et al., 2000), lograría que el consumo de proteína sea superior al promedio del campo natural. Debido a este factor el consumo de proteína proveniente del campo natural (ver cuadro no. 15), estaría subestimado ya que considerando el aumento del consumo por selección si

bien no se estarían cubriendo los requerimientos de PC, sí se estaría alcanzando el umbral mencionado por Smith (1984).

Cabe destacar que como ya fue mencionado uno de los factores más influyentes en tasa ovulatoria es el biotipo de la oveja. Según Fernández Abella et al. (1994) los biotipos tradicionales en Uruguay presentan una tasa ovulatoria baja del orden de 1,1 a 1,3, valor que coincide con los resultados arrojados por el tratamiento testigo. Este aspecto es muy importante a la hora de evaluar los resultados ya que si bien parece existir una tendencia al aumento en tasa ovulatoria en los lotes suplementados, el potencial genético de la raza estaría limitando los efectos sobre la actividad ovárica. En este sentido Casco et al. (2007) trabajando con una línea Corriedale seleccionada por ovejas melliceras (ALFERSUL) registraron tasas ovulatorias muy superiores con un flushing de 10 días sobre una pastura de *Lotus pedunculatus* cv. Maku, obteniendo valores de 1,7. Esto coincide con los datos de Fernández Abella et al. (2011) quienes obtuvieron una mayor respuesta al flushing en ovejas con antecedentes mellicero, que en majadas no seleccionadas.

Por otro lado es notorio el efecto del flushing en cuanto a la cantidad de ovejas que ovulan, lo que se refleja claramente en el nivel ovulatorio donde si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Analizando el número de ovejas que demuestran actividad sexual siendo 13, 18 y 20 en los tratamientos testigo, altos taninos y bajos taninos respectivamente, podemos afirmar que la sobrealimentación entorno a la encarnerada permite aumentar el porcentaje de ovejas que ovulan, e influir así en la cantidad de corderos obtenidos.

Dichos efectos se pueden observar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 21. Ovulaciones múltiples y porcentaje de ovejas que ovulan sobre el total (%), según tratamientos.

TRATAMIENTO	Ovulaciones múltiples	
	Ovulaciones múltiples	Porcentaje de ovejas que ovulan (%)
ALTOS TANINOS	47,4	95
BAJOS TANINOS	55,0	100
TESTIGO	38,5	65

De este modo estaríamos influyendo en la fecundidad de la majada a través de dos aspectos claves, aumentando el porcentaje de ovejas que ovulan e incrementando el número de ovulaciones múltiples. Esto es posible no solo por el aumento en el consumo de proteína de la dieta, sino también por el porcentaje de proteína de sobrepeso absorbida a nivel del duodeno que incrementa aún más la actividad ovárica,

Cuadro No. 22. Estimulación folicular y eficiencia ovulatoria según tratamiento.

TRATAMIENTO	Estimulación folicular	Eficiencia ovulatoria
ALTOS TANINOS	2,80	0,52
BAJOS TANINOS	2,55	0,61
TESTIGO	1,75	0,51

Se entiende por estimulación folicular la sumatoria de cuerpos lúteos y folículos, la cual aumenta a medida que el consumo de proteína de la dieta es mayor, como ocurre en los tratamientos suplementados. Estos resultados son coincidentes con Knight et al. (1975) que afirma que mayores niveles de proteína en la dieta permiten aumentar el número de folículos reclutados (mayor selección). Lo que ocurre con la eficiencia ovulatoria es que al estar en período de alta fertilidad y prolificidad (fin de otoño) el valor llega a su máximo independientemente de su alimentación.

En cuanto a la comparación en los niveles de taninos de los diferentes tratamientos con suplemento, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,5$) en ninguno de los parámetros de actividad ovárica, por lo que se puede concluir que niveles de 1,25% de inclusión de taninos serían suficientes para lograr los incrementos deseados en la fecundidad.

4.6. DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ Y PARICIONES

El diagnóstico precoz de gestación es una valiosa herramienta de uso habitual en la producción ovina, que permite decidir el destino de las hembras tempranamente.

Los resultados de la ecografía los podemos apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 23. Tipo de preñez según tratamiento

TRATAMIENTO	PREÑEZ MULTIPLE (%)	PREÑEZ SIMPLE (%)	FALLADAS (%)
ALTOS TANINOS	5	95	0
BAJOS TANINOS	15	75	10
TESTIGO	25	75	0

Los resultados arrojados por la ecografía fueron además coincidentes en el 100% de los casos con las pariciones de la muestra de animales.

Como fue mencionado anteriormente, el aumento en el consumo de proteína y la proporción de esta absorbida a nivel del duodeno por la acción de los taninos condensados en los tratamientos suplementados, generó un mayor reclutamiento, menor atresia, nivel ovulatorio superior y una tendencia a aumentar la tasa ovulatoria en comparación al lote testigo. A pesar de este efecto, como se puede observar en el cuadro, los resultados no se tradujeron en un aumento de los parámetros productivos, tanto a nivel de prolificidad como de fertilidad. Estos resultados son explicados principalmente por factores genéticos, ya que como fue mencionada la raza Corriedale presenta niveles bajos de prolificidad.

A pesar de que se observó un mayor porcentaje de ovejas con partos múltiples en el tratamiento sobre campo natural, no hubo diferencias en cuanto a la fertilidad de los diferentes lotes.

Otro factor que incidió en que los efectos sobre la tasa y nivel ovulatorio no se hayan reflejado en un mayor porcentaje de corderos nacidos, fue la calidad y disponibilidad de forraje elevadas que presentó el campo natural durante el experimento lo que sumado al patrón de selección efectuado por las ovejas, lleva a que los niveles de proteína consumidos por el lote testigo sean aceptables.

En conclusión, podemos afirmar que el mayor consumo de proteína a partir del suplemento, mejoró la actividad ovárica pero no así el número de mellizos, debiéndose a la acción simultánea de la raza y la nutrición coincidiendo con estudios realizados por el SUL (Fernández Abella y Formoso, 2007b). Bajo esta misma línea de razonamiento, asumimos que utilizando majadas seleccionadas por fertilidad dentro de la raza Corriedale podrían presentar una respuesta superior tanto en la tasa y el nivel ovulatorio como en los parámetros productivos.

5. CONCLUSIONES

La tasa ovulatoria no fue significativamente superior en los tratamientos que presentaban suplementación energético-proteica con adición de taninos de quebracho en comparación al campo natural (testigo) a pesar de existir una tendencia de aumento.

El nivel ovulatorio si presentó diferencias significativas a favor de los lotes suplementados, explicado por un mayor porcentaje de ovejas que ovularon gracias al aumento en el reclutamiento folicular.

El responsable de dicho efecto sería el nivel de proteína de la dieta, ya que el campo natural es limitante para dicho factor por no alcanzar los niveles de requerimientos. A esto debe sumarse el porcentaje de proteína de sobrepaso que es generada por el complejo taninos-proteína. Por esto, se concluye que un flushing entorno a la época de servicio de otoño, permite aumentos en la actividad ovulatoria explicados por un mayor reclutamiento y una menor atresia folicular.

Los distintos tratamientos no presentaron diferencias significativas en lo que refiere condición corporal al momento de realizada la laparoscopia, por lo que si bien la tasa ovulatoria tiene un funcionamiento complejo y está afectada por diversos factores, el efecto “nutriente inmediato” tiene notorias implicancias. Las diferencias observadas en la variable peso vivo, estarían indicando también un efecto dinámico de la nutrición ejerciendo un efecto positivo sobre los parámetros reproductivos siendo cuantificados por Smith y Stewart (1990) en 18,5% y 42% en la pre encarnerada y encarnerada respectivamente.

La respuesta al flushing es elevada en ovejas adultas de razas poco prolíficas que presentan una condición corporal media a baja (2,5-2,75) previa al servicio.

En lo que refiere al porcentaje de ovejas melliceras, fenómeno afectado por la fecundidad y la supervivencia embrionaria, las diferencias entre tratamientos suplementados con respecto al testigo sobre campo natural no se manifestaron del mismo modo que la actividad ovárica, factor explicado por la muy buena disponibilidad de forraje durante el ensayo y calidad de las pasturas

mejoradas (trébol blanco) en interacción con factores genéticos inherentes a la raza Corriedale.

Es necesario buscar la manera de mejorar el plano nutricional durante todo el período de la encarnerada y las primeras etapas de la gestación, para que los aumentos registrados en la tasa ovulatoria se traduzcan en aumentos en la fecundidad de la majada.

Sería importante profundizar en la investigación con bloques proteicos para comprobar si los efectos registrados en el experimento se repiten utilizando el suplemento en forma de bloque, el cual presenta la ventaja de no hacer necesaria la suplementación diaria, ya que en el presente informe el suplemento fue ofrecido todos los días en forma de harina.

Se considera pertinente la repetición de este ensayo bajo condiciones de forraje más limitantes, como suele ocurrir en los campos donde se ubica la majada general del Uruguay y utilizando una población mayor para poder evaluar efectivamente los corderos nacidos y su supervivencia.

6. RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la suplementación proteico-energética entorno a la encarnerada sobre la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. Se realizó un flushing focalizado durante 21 días en el Centro de Investigación y Experimentación “Dr Alejandro Gallinal” del Secretariado Uruguayo de la Lana. Fueron utilizadas 183 ovejas adultas (48,4 kg de peso vivo (PV) y 2,43 unidades de condición corporal (CC)) distribuidas en 3 tratamientos al azar. El 12/04/2014 se asignaron los 3 tratamientos a los animales, siendo 103 ovejas para el testigo sobre un área de 7 hectáreas de campo natural (6,20%PC y 2,0 Mcal/kg MS EM) y 40 animales a cada uno de los tratamientos suplementados con un área de 2 hectáreas a cada uno y una disponibilidad promedio de 2.700 Kg de MS/ha. La suplementación comenzó ese día a razón del 0,350 Kg/an/día (30% PC y 3,10 Mcal/Kg de MS EM) y ambos tratamientos difirieron en las concentraciones de Taninos Vegetales: T1: 1,5% de taninos y T2: 2,25% de taninos. El 22/04/2014 se produjo el ingreso de los carneros a las diferentes parcelas en una relación 1-30 y la suplementación continuó hasta que se realizaron las mediciones. El 05/05/2014 se realizó la laparoscopia a 20 animales por tratamiento seleccionados al azar para medir la tasa ovulatoria (TO) y se midió CC y peso. Para PV y CC se utilizó el procedimiento D.M.S, mientras que para tasa ovulatoria se utilizó la prueba de chi cuadrado. Para la variable CC no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos mientras que para el PV si existieron ($p < 0,05$). La suplementación proteico-energética con diferentes niveles de taninos vegetales permitió incrementos significativos en el nivel ovulatorio (NO) ($p < 0,05$) en comparación al testigo sobre campo natural y una tendencia a aumentar la tasa ovulatoria a pesar de no ser estadísticamente superior ($p > 0,05$). El alto contenido de proteína digestible del suplemento sumado a la adición de taninos vegetales que vuelven dicha proteína indigestible a nivel ruminal permite los aumentos en TO y NO registrados. Existe un efecto inmediato de la nutrición en las ovejas suplementadas durante 21 días sobre campo natural que permite el aumento en NO sin modificar la CC de los animales.

Palabras clave: Ovejas; Flushing; Suplementación; Taninos; Actividad ovárica.

7. SUMMARY

This study aims to evaluate the effect of protein-energy supplementation during mating period on ovulation rate in Corriedale sheep. One focused flushing for 21 days at the Centro de Investigación y Experimentación "Dr Alejandro Gallinal " of the Secretariado Uruguayo de la Lana was performed. They were used 183 adult sheep (48.4 kg live weight (LW) and 2.43 units of body condition score (BCS) distributed randomly in 3 treatments. On 12/04/2014 the 3 treatments were assigned to animals , being 103 sheep for the control over an area of 7 hectares of natural grassland (6.20 % CP and 2.0 Mcal/kg DM ME) and 40 animals each of the treatments supplemented with an area of 2 hectares each and an average availability of 2,700 kg DM/ha. Supplementation started that day at the rate of 0.350 kg/an/day (30% CP and 3.10 Mcal/kg DM ME) and both treatments differed in vegetable tannins concentrations: T1: 1.5% tannins and T2 2.25% tannins. On 22/04/2014 there was the entry of the rams to the different plots on a 1 to 30 proportions and supplementation continued until measurements were performed. On 05/05/2014 the laparoscopy was done to 20 animals which were randomly selected per treatment to measure ovulation rate (OR) and BCS and weight were measured. For LW and BCS DMS procedure was used, while for ovulation rate chi-square test was used. For variable BCS no significant differences ($p>0,05$) among treatments while for LW existed ($p<0.05$). Protein-energy supplementation with different levels of vegetable tannins allowed significant increases in ovulatory level (OL) ($p<0.05$) compared to the control on rangeland and trend to increase ovulation rate despite not being statistically superior ($p>0,05$). The high content of digestible protein supplement plus the addition of vegetable tannins that become indigestible protein ruminal allows increases in OR and OL registered. There is an immediate effect of nutrition on the supplemented ewes for 21 days on natural field allowing increases on OL without modifying animals BCS.

Keywords: Sheep; Flushing; Supplementation; Tannins; Ovarian activity.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ADAMS, T. E. 1987. Secretory dynamics of bioactive and immnoactive L.H. during the oestrus cycle of the sheep. *Journal of Reproduction and Fertility*. 79: 555-563.
2. ASTIGARRAGA, L. 2011. Producción lechera; guía de clase. Suplementación para la producción de leche. Montevideo. Facultad de Agronomía. pp. 1-16.
3. AZZARINI, M.; PONZONI, R. 1971. Aspectos modernos de la producción ovina; primera contribución. Montevideo, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. 197 p.
4. _____. 1990. Contribución del control reproductivo a los sistemas de producción ovina. *In*: Seminario Técnico de Producción Ovina (3°, 1990, Salto). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 111-236.
5. _____. 1992. Reproducción en ovinos en América Latina. Algunos resultados de la investigación sobre los factores determinantes del desempeño reproductivo y su empleo en condiciones de pastoreo. *Producción Ovina*. no. 5: 7-56.
6. BAKER, T. 1972. Oogenesis and ovulation. *In*: Austin, C. R.; Short, R. V. eds. *Reproduction in mammals*. s.n.t. p. 72.
7. BANCHERO, G.; MILTON, J.; LINDSAY, D.; LA MANNA, A.; VÁZQUEZ, A.I.; QUINTANS, G. 2003. Como aumentar la tasa ovulatoria/mellicera en ovejas Corriedale. *In*: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Treinta y Tres, INIA. pp. 52-56.
8. _____.; QUINTANS, G. 2005. Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. *In*: Seminario de Actualización Técnica (2002, Treinta y Tres). Recientes avances. Montevideo, INIA. p. 17.

9. _____.; GANZABAL, A.; MONTOSI, F.; DE BARBIERI, I.; QUINTANS, G. 2012. Aportes de la investigación para el aumento de la producción de corderos. *In*: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (4º., 2012, Montevideo). Conferencias. Veterinaria. 48: 13-18.
10. BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forage fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*. 81: 263-272.
11. BOGGIANO, P. 2003. Campos naturales del cristalino central. *In*: Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Proyecto Combinado GEF/IBRD. s.n.t. pp. 21-27.
12. BOVE ITZAINA, M. F.; HALTY BAROFFIO, S.; VIERA MONTAÑA, S. D. 2010. Efecto del temperamento sobre la tasa ovulatoria y la eficiencia de concepción en ovejas merino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 54 p.
13. BURATOVICH, O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos; factores que la afectan. Parte II. Otros factores no nutricionales. (en línea). *Ganadería*. 36: 163-166. Consultado ago. 2014. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/eficiencia-reproductiva-en-ovinos-factores-que-la-afectan.-parte-ii-otros-factores-no-nutricionales/>
14. CAHILL, L. P. 1984. Folliculogenesis and ovulations rate in sheep. *In*: Lindsay, D. R.; Pearce, D. T. eds. *Sheep reproduction*. s.l., Australian Academy of Science and Tecnology. pp. 92-98.
15. CARÁMBULA, M. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
16. CARAVACA RODRÍGUEZ, F.; CASTEL GENÍS, J.; GUZMÁN GUERRERO, J.; DELGADO, M.; MENA, Y.; ALCALDE, M.; GONZÁLEZ REDONDO, P. 2003. Bases de la reproducción animal. (en línea). Sevilla, Universidad de Sevilla. pp. 82-98 (Manuales Universitarios no. 61). Consultado ago. 2014. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA78&dq=fisiologia+reproductiva+ovina&hl=es&sa=X&ei=mCbiU_LUJ5G9oQS0-4LwDQ&ved=0CCoQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false

17. CASCO, O.; DELGADO, M.A.; GARCÍA, M.P. 2007a. Efecto de la nutrición proteica y energética sobre el tasa ovulatoria de ovejas Corriedale y ALFERSUL. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. t.1, pp. 25-28.
18. _____.; _____.; _____. 2007b. Efecto de la nutrición proteica y energética sobre el tasa ovulatoria de ovejas Corriedale y ALFERSUL. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. t.2, pp. 110-112.
19. CATALANO, R.; SIRHAN, L. 1993. "Flushing" en ovinos; importancia de la proteína y la energía como determinantes de una mayor prolificidad. Avances en Producción Animal. 18 (1-2): 21-30.
20. COOP, I.E. 1962. Liveweight-productivity relationship in sheep. New Zeland Journal of Agricultural Research. 5:249.
21. COZZOLINO, D. 2000. Características de los suplementos utilizados en Uruguay para su empleo en alimentación animal. Montevideo, INIA. pp. 1-20 (Serie Técnica no. 110).
22. CUNNINGHAM, J.G. 1992. Fisiología veterinaria. Mexico, McGraw-Hill Interamericana. 716 p.
23. DE ALBA, J. 1964. Reproducción y genética animal. (en línea). México, SIC. 446 p. Consultado ago. 2014. Disponible en <http://books.google.com.uy/books?id=1JEgAQAAIAAJ&pg=PA397&dq=fisiologia+reproductiva+ovina&hl=es&sa=X&ei=mCbiU LUJ5G9oQS0-4LwDQ&ved=0CCYQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false>
24. DE GEA, S. 2007. El ganado lanar en la Argentina. (en línea). Río Cuarto, U.N.R.C. 71 p. Consultado jul. 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/000-ganado_lanar_en_argentina_libro/07-capitulo_3.pdf

25. DRIANCOURT, M. A.; CAHILL, L. P. 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in faro animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*. 55:1211-1239.
26. DURÁN DEL CAMPO, A. 1980. Anatomía, fisiología de la reproducción en inseminación artificial en ovinos. Montevideo, Hemisferio Sur. 200 p.
27. DUTT, R. H. 1964. Detrimental effects of high ambient temperature on fertility and early embryo survival in sheep. (en línea). Kentucky, USA. pp. 47-48. Consultado set. 2014. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02186927#page-1>
28. EDEY, T.N. 1968. Body weight and ovulation rate in sheep. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 7: 188-191.
29. FERNÁNDEZ ABELLA, D. 1993. Principios de la fisiología reproductiva ovina. Montevideo, Hemisferio Sur. 247 p.
30. _____.; SALDANHA, S., SURRACO, L.; VILLEGAS, N.; HERNÁNDEZ RUSSO, Z.; RODRÍGUEZ PALMA, R. 1994. Evaluación de la variación estacional de la actividad sexual y crecimiento de la lana en cuatro razas ovinas. *Boletín Técnico de Ciencias Biológicas*. 1: s.p.
31. _____.; FORMOSO, D.; LAFOURCADE, E.; RODRIGUEZ MONZA, P.; MONZA, J.; AGUERRE, J. J.; IBAÑEZ, W. 2005. Efecto del nivel de oferta de *Lotus uliginosus* cv. Maku previo al servicio sobre la fecundidad ovina. *Producción Ovina*. no. 17: 37-46.
32. _____.; _____.; CASCO, O.; DELGADO, M. E.; GARCÍA, A. P.; IBAÑEZ, W. 2007a. Efecto de un flushing focalizado utilizando *Lotus uliginosus* cv maku, bloques proteicos y expeler de soja sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de ovejas Corriedale. (en línea). *Producción Ovina* no.19: 33–42. Consultado ago. 2014. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_ovina/produccion_ovina/67-Fernandez-Formoso.pdf

33. _____.; _____. 2007b. El flushing; una herramienta para incrementar la tasa ovulatoria de los ovinos. Lana Noticias. no. 145: 12-16.
34. _____.;_____.; AGUERRE, J. J. 2011. Importancia de la edad y antecedentes melliceros de ovejas Corriedale en la respuesta al flushing. Produccion Ovina. no. 21: 12-17.
35. FERREIRA, G. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ganadera de Basalto, Sierras del este, cristalino del centro y este, areniscas y brunosoles de noreste. In: Berretta, E.; Risso, D. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 149-160 (Boletín de Divulgación no. 76).
36. FORMOSO, D. 1990. Pasturas naturales. Componentes de la vegetación, producción y manejo de diferentes tipos de campos. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (3º., 1990, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 225-238.
37. _____. 1991. Productividad y manejo de pasturas naturales en cristalino. In: Carámbula, M.; Indarte, E.; Vaz Martins, D. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 13-51 (Serie Técnica no. 13).
38. _____.; LAFOURCADE, E.; RODRÍGUEZ MONZA, P.; MONZA, J.; AGUERRE, J. J.; IBÁÑEZ, W. 2005. Efecto del nivel de oferta de Lotus uliginosus cv. maku previo al servicio sobre la fecundidad ovina. Producción Ovina. no. 17: 37-46.
39. GANZABAL, A.; RUGGIA, A.; MIQUELERENA, J. 2003. Efecto del peso vivo sobre el comportamiento reproductivo. In: Jornada de Ovinos (2003, Colonia). Trabajos presentados. Colonia, INIA. pp. 1-7 (Actividades de Difusión no. 342).
40. GUNN, R. G.; DONEY, J. M. 1973. The effects of nutrition and rainfall at the time of mating on the reproductive performance of ewes. Journal of Reproduction and Fertility. (suppl. 19): 253-258.

41. _____. 1983. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. In: Haresign, W. ed. Sheep production. London, Butterworths. pp. 99-115.
42. HAFEZ, E.S.E. 1984. Reproduction in farm animals. s.n.t. 649 p.
43. _____. 1993. Reproducción e inseminación artificial en animales. México, McGraw-Hill Interamericana. 542 p.
44. HARESIGN, W. 1981. The influence of nutrition on reproduction in the ewe I. effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone release. *Animal Production*. 32:197-202.
45. IZAGUIRRE, P.; BEYHAUT, R. 1998. Leguminosas en Uruguay y regiones vecinas. Parte 1. Papilionoideae. Montevideo, Hemisferio Sur. 548 p.
46. JEFFERIES, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-21.
47. KAWAS, J. R. 2008. Producción y utilización de bloques multinutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos; la experiencia en regiones semiáridas. (en línea). In: Simpósio Internacional de Caprinos y Ovinos de Corte (3º., 2007, João Pessoa, Paraíba, Brasil). Trabajos presentados. *Revista Tecnológica y Ciência Agropecuaria*. 2(3): 63-67. Consultado ago. 2014. Disponible en http://emepa.org.br/revista/volumes/tca_v2_n3_set/tca09_produccion.pdf
48. KELLY, R. W.; CROCKER, K. P. 1990. Reproductive wastage in merino flocks in western Australia; a guide for fundamental research. In: Martín, G. B.; Oldham, C. M.; Purvis, I. W. eds. Reproductive physiology of Merino sheep, concept and consequences. Perth, University of Western Australia. School of Agriculture. pp. 1-9.
49. KNIGHT, T. W.; OLDHAM, C. M.; LINDSAY, D. R. 1975. Studies in ovine infertility in agricultural regions in western Australia; the influence of a supplement of lupins (*Lupinus angustifolius* cv. Uniwhite) at joining on the reproductive performance of ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26: 567-575.

50. LEBORGNE, R. 1983. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 54 p.
51. MILLER, K. F.; NORDHEIM, E. V.; GINTHER, O. J. 1981. Periodic fluctuation in F.S.H. concentrations during the ovine estrus cycle. *Theriogenology*. 16:669-679.
52. MILLOT, J. C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas en Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
53. MONTOSSI, F.; PIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. pp. 33-39 (Serie Técnica no. 113)
54. _____.; RISSO, D. F.; DE BARBIERI, I.; SAN JULIÁN, R.; CUADROS, R.; ZARZZA, A.; DIGHIERO, A.; MEDEROS, A. 2002. Utilización de mejoramientos; producción y calidad de carne ovina. Producción y calidad de canal y carne ovina. Corderos Pesados Precoces. *In*: Risso, D. F.; Beretta, E. J.; Zarza A.; Cuadro, R. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino; fertilización y producción de carne de calidad y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 3–28 (Serie Técnica no. 129).
55. _____.; DE BARBIERI, I.; NOLLA, M.; LUZARDO, S.; MEDEROS, A.; SAN JULIÁN, R. 2005a. El manejo de la condición corporal en la oveja de cría; una herramienta disponible para la mejora de la eficiencia reproductiva en sistemas ganaderos. *Revista del INIA*. no. 3: 50-51.
56. _____.; GANZABAL, A.; DE BARBIERI, I.; NOLLA, M.; LUZARDO, L. 2005b. Mejora de la eficiencia reproductiva de las majadas. *Revista del INIA*. no. 3: 2-5.
57. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1985. Nutrient requirement of sheep. 6th. rev.ed. Washington, D.C., National Academy Press. 112 p.

58. NISWENDER, G.; JUENGEL, L.; MCGUIRE, W.; BELFIORE, C.; WILTBANK, M. 1994. Biology of reproduction. Luteal function; the estrous cycle and early pregnancy. (en línea). Colorado, USA, Colorado State University. Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory. pp. 239-244. Consultado ago. 2014. Disponible en <http://www.biolreprod.org/content/50/2/239.full.pdf+html>
59. _____.; _____.; SILVA, P. J.; ROLLYSON, M. K.; MCINTUSH, E. W. 2000. Mechanisms controlling the function and life span of the corpus luteum. (en línea). Colorado, USA, Colorado State University. Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory. pp. 6-12. Consultado jul. 2014. Disponible en <http://physrev.physiology.org/content/80/1/1.full-text.pdf+html>
60. OLDHAM, C. 1990. Effects of seasonal variation of live weight on the breeding activity of Merino ewes. In: Oldham, C. M.; Martin, G. B.; Purvis, I. W. eds. Reproductive physiology of merino sheep; concepts and consequences. Perth, University of Western Australia. School of Agriculture. pp. 41-58.
61. PALMA, G. 2001. Biotecnología de la reproducción. (en línea). Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. pp. 38-52 Consultado ago. 2014. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=zmHbayu_hfIC&pg=PA614&dq=ciclo+estral+en+ovinos&hl=es&sa=X&ei=fCXiU_mOL8uAogTZsYCw_Ag&ved=0CCIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false
62. PANT, D.; LUTHER, J.S.; GRAZUL-BILSKA, A.T.; KIRSCH, J.D.; WEIGL, R.M.; KRAFT, K.C.; NAVANUKRAW, C. D.; REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A. 2006. Small ruminant research; the effect of GnRH, eCG and progestin type on estrous synchronization following laparoscopic AI in ewes. Fargo, USA, North Dakota State University. Department of Animal and Range Sciences. pp. 227-231.
63. PIAGGIO, L. 2009. Suplementación con concentrados para el engorde de corderos sobre campo natural. (en línea). Anuario Corriedale 2009: 72-84. Consultado set. 2014. Disponible en

http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina_carne/15-suplementacion_concentrados.pdf

64. RISSO, D. F.; BERRETTA, E. J.; ZARZA, A. 2001. Tecnología para la mejora de la producción de forraje en suelos de cristalino. In: Berretta, E.; Risso, D. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 39-67 (Boletín de Divulgación no. 76).
65. _____.; MORÓN, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., Tacuarembó, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 205-218.
66. ROSENGURTT, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 83 p.
67. RUBIANES, E.; UNGERFELD, R. 2002. Perspectivas de la investigación sobre reproducción ovina en América Latina en el marco de las actuales tendencias productivas. (en línea). Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía/Facultad de Veterinaria. 123 p. Consultado ago. 2014. Disponible en http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2010-2/arch-8.pdf?origin=publication_detail
68. SCARAMUZZI, R. J.; ADAMS, N. R.; BAIRD, D. T.; CAMPBELL, B. K.; DOWNING, J. A.; FINDLAY, J. K.; HENDERSON, K. M.; MARTIN, G. B.; McNATTY, K. P.; McNEILLY, A. S.; TSONIS, C. G. 1993. A 181 model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. *Reproduction Fertility and Development*. 5: 459-478.
69. SECRETARIADO URUGUAYO DE LA LANA (SUL). 2008. Diagnóstico Estratégico Nacional; comportamiento en Uruguay. (en línea). In: Plan Estratégico Nacional del Rubro Ovino (2º., 2008, Montevideo). Taller de diagnóstico nacional. Montevideo. s.p. Consultado dic. 2014. Disponible en http://www.sul.org.uy/plan_estrategico/Plan_estrategico_2do_taller_diagnostico_nacional.pdf

70. SMITH, J. F. 1984. Protein, energy and ovulation rate. In: Land, R.B.; Robinson, D.W. eds. Genetics of reproduction in sheep. London, Butterworths. pp. 349-359.
71. _____.; 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. (en línea). Australian Journal of Biological Science. 41: 27-36. Consultado set. 2014. Disponible en http://www.publish.csiro.au/?act=view_file&file_id=BI9880027.pdf
72. _____.; STEWART, R.D. 1990. Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes. In: Martín, G. B.; Oldham, C. M.; Purvis, I. M. eds. Reproductive physiology of merino sheep, concept and consequences. Perth, University of Western Australia. School of Agriculture. pp. 85-100.
73. THOMAS, G. B. 1985. Use of active inmunization to evaluate the roles of progesterone during the oestrus cycle of the ewe. In: Lindsay, D. R.; Pearce, D. T. eds. Reproduction in sheep. s.l., Australian Wool Corporation Technical Publication. pp. 7-9.
74. _____.; THOMFORD, P. J.; CRICKMAN, S. B.; COBB, A. R.; DZUIK, P. J. 1987. Effects of plane of nutrition and Phenobarbital during the pre-mating period on reproduction in ewes fed differentially during the summer and mated in the fall. Journal of Animal Science. 64:1144-1152.
75. THOMPSON, N. L. H.; GOODE, L.; HARVEZ, R. W.; MYERS, R. M.; LINNERUD, A. C. 1973. Effect of dietary urea on reproduction in ruminants. Journal of Reproduction and Fertility. 37(2): 399-405.
76. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. 2012. Teórico; manejo y mejoramiento del campo natural. Paysandú. p. 79.
77. _____. _____. 2013a. Teórico; fertilidad de la oveja. Paysandú. pp. 3-15.
78. _____. _____. 2013b. Teórico; mejoramientos extensivos del campo natural. Paysandú. p. 23.

79. VIGLIZZO, E. 1981. La suplementación de pasturas. In: Dinámica de los sistemas pastoriles. Buenos Aires, Hemisferio Sur. cap. 8, pp. 67-80.
80. VIÑALES, C. 2003. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe. Doctoral thesis. Uppsala, Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences. 56 p.