

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION NITROGENADA DEL CAMPO NATURAL,
SOBRE LA TASA OVULATORIA DE OVEJAS QUE LO PASTOREAN PREVIO
A LA ENCARNERADA

por

Otto Gabriel MARQUEZ ORCOYEN
Gustavo Nicolás SILVEIRA LICHA

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2007

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Daniel Formoso

Ing. Agr. Daniel Fernández Abella

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Fecha :

Autores:

Otto Gabriel Márquez Orcoyen

Gustavo Nicolás Silveira Licha

AGRADECIMIENTOS

Al personal docente y auxiliar de la Escuela Agraria de Piraraja “Emilia Vigil de Olmos”, los cuales nos permitieron llevar a cabo este trabajo.
Al Ing. Agr. Daniel Formoso e Ing. Agr. Daniel Fernández Abella

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. DINAMICA DEL NITROGENO Y FERTILIZACION NITROGENADA.....	3
2.1.1. <u>Introducción</u>	3
2.1.2. <u>Formas del nitrógeno en el suelo</u>	4
2.1.3. <u>Balace de nitrógeno</u>	4
2.1.4. <u>Fuentes de nitrógeno</u>	5
2.1.4.1. Fijación simbiótica.....	5
2.1.4.2. Mineralización e inmovilización.....	6
2.1.4.3. Retorno del N al suelo.....	6
2.1.5. <u>Perdidas de nitrógeno</u>	7
2.1.5.1. Perdidas de nitrógeno en pastoreo.....	8
2.1.6. <u>Efecto de la fertilización nitrogenada</u>	9
2.1.6.1. Efecto sobre el rendimiento.....	9
2.1.6.2. Efecto sobre la calidad.....	11
2.1.6.3. Efecto sobre el pH del suelo y otros nutrientes...	14

2.1.6.4. Efecto sobre el número de tallos y tamaño de la hoja.....	15
2.1.6.5. Interacción nitrógeno- agua.....	16
2.1.6.6. Absorción y metabolismo del N por la planta.....	16
2.2. ASPECTOS BASICOS DE LA FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION.....	18
2.2.1. <u>Variaciones hormonales</u>	19
2.2.1.1. Perfil de secreción de la L.H. (hormona leuteinizante).....	19
2.2.1.2. Perfil de secreción de F.S.H. (hormona folículo estimulante).....	19
2.2.1.3. Perfil de secreción de los estrógenos.....	20
2.2.1.4. Perfil de secreción de la progesterona.....	20
2.2.1.5. Perfil de secreción de la prolactina.....	20
2.2.2. <u>Mecanismos fisiológicos afectados por la nutrición</u>	21
2.2.3. <u>Tasa ovulatoria</u>	24
2.2.4. <u>Factores que modifican la tasa ovulatoria</u>	24
2.2.4.1. Factores genéticos.....	24
2.2.4.2. Factores internos o propios del animal.....	25
2.2.4.3. Factores ambientales.....	25
2.2.5. <u>Efecto de la nutrición sobre la tasa ovulatoria</u>	26
2.2.6. <u>Sobrealimentación (Flushing)</u>	27
2.2.6.1. Nutrición proteica.....	28

2.2.6.2. Nutrición energética.....	34
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	36
3.1. EXPERIMENTO A.....	36
3.1.1. <u>Localización y características</u>	36
3.2. EXPERIMENTO B.....	37
3.2.1. <u>Localización y características</u>	38
3.2.2. <u>Periodo experimental, tratamientos y manejo del experimento</u>	38
3.2.3. <u>Registros efectuados en las ovejas de cría</u>	39
3.2.4. <u>Registros realizados en la pastura</u>	40
3.2.5. <u>Estimación del consumo diario a través del forraje desaparecido</u>	40
3.2.6. <u>Registros meteorológicos</u>	40
3.3. ANALISIS ESTADISTICO.....	41
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	42
4.1. EXPERIMENTO A.....	42
4.2. EXPERIMENTO B.....	43
4.2.1. <u>Disponibilidad de forraje</u>	43
4.2.2. <u>Contenido de proteína</u>	46
4.2.3. <u>Efecto del pastoreo previo a la encarnerada sobre el estado nutricional de las ovejas</u>	48
4.2.4. <u>Tasa ovulatoria y nivel ovulatorio</u>	49
4.2.5. <u>Resultados de la ecografía</u>	50
5. <u>CONCLUSIONES</u>	51

6. <u>RESUMEN</u>	52
7. <u>SUMMARY</u>	53
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	54

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Temperatura promedio y precipitaciones 2004.....	37
2. Registros de precipitaciones (de enero a fin del flushing).....	41
3. Materia seca disponible (kg há ⁻¹) y contenido de proteína (%) para los diferentes tratamientos.....	42
4. Disponibilidad inicial de pastura (kg há ⁻¹) expresada en materia verde y materia seca para los diferentes tratamientos con nitrato de amonio.....	43
5. Disponibilidad final de pastura (kg há ⁻¹) expresada en materia verde y materia seca para los diferentes tratamientos con nitrato de amonio.....	44
6. Disponibilidad inicial y final de materia seca y materia verde (kg há ⁻¹), forraje desaparecido, utilización y estimación del consumo.....	45
7. Porcentaje de proteína en la pastura disponible al inicio y final del experimento.....	46
8. Porcentaje de proteína final (comparación entre tratamientos).....	46
9. Porcentaje de proteína en la pastura estimado mediante Hand clipping.....	47
10. Comparación entre consumo de materia seca y proteína cruda con los requerimientos ovino según NRC (1985), evaluado en el forraje disponible.....	48
11. Comparación entre consumo de materia seca y proteína cruda con los requerimientos ovino según NRC (1985), evaluados con hand-clipping.....	48
12. Peso y condición corporal de los lotes de ovejas seleccionadas para los diferentes tratamientos.....	49
13. Comparación de la tasa ovulatoria y nivel ovulatorio de las ovejas de los	

tratamientos con 20 y 50 kg ha ⁻¹ de nitrógeno y testigo.....	49
14. Comparación de los resultados de la ecografía realizada a las ovejas de los tratamientos de 20 y 50 kg ha ⁻¹ de nitrógeno y testigo.....	50

1. INTRODUCCION

Después de la década del ochenta (período 1990-2006) y con la desaparición del Esquema Precio Piso en Australia, se precipitaron los precios de la lana, teniendo como consecuencia un descenso marcado de la producción de la lana base limpia tanto a nivel mundial (38%) como en el Uruguay (50%). Hoy surge como nueva alternativa la producción de lanas finas y superfinas las que cotizan a buenos precios en el mercado interno e internacional (Trifoglio, 2007).

Por su parte, la carne ovina uruguaya tiene una baja participación en el mercado mundial de carnes (5%), dominado por Australia y Nueva Zelanda (95%). El aumento en la demanda ha permitido que el precio de la misma se incremente en términos reales mientras que el precio de las demás carnes disminuye (Muñoz, 2006).

Ambas situaciones internacionales (carne y lana) constituyen buenas perspectivas para el sector ovino, siendo necesario el estudio y aplicación de diferentes alternativas tendientes a elevar la eficiencia reproductiva para recomponer las existencias ovinas nacionales aprovechando el entorno favorable, luego de la reducción de 25 millones en 1990 a 11 millones en 2005.

Scaramuzzi (1988) señala que la eficiencia reproductiva en las ovejas es producto de tres factores: fertilidad, prolificidad y supervivencia de los corderos. La prolificidad depende de la tasa ovulatoria y la supervivencia embrionaria. A su vez, la tasa ovulatoria está determinada mayoritariamente por el genotipo de la oveja y por factores ambientales como la nutrición, que influye marcadamente sobre este potencial (Banchero y Quintans, 2005).

En este sentido, Azzarini (1985), Fernández Abella (1993) destacan que la nutrición es el factor ambiental más importante porque afecta directa e indirectamente a la reproducción, y puede ser definida en términos de aporte energético, proteico y de otros componentes como las vitaminas, aunque en menor grado.

Catalano y Sirhan (1993) señalan que la administración de dietas y suplementos ricos en energía, proteína o ambos, previo a la encarnerada y por periodos inferiores a un ciclo estral, desencadenan una serie de cambios metabólicos y endocrinos que alteran los procesos de crecimiento, maduración y/o atresia foliculares, provocando un aumento en la tasa ovulatoria y prolificidad.

El conocimiento de la nutrición proteica en relación al desempeño reproductivo, ha sido más difícil de determinar que el de la nutrición energética. Esto se explica porque las proteínas no son absorbidas en su totalidad tal como se consumen sino que sufren un proceso de degradación microbiana en el rumen (Mc Nabb et al., 1993). A su vez se debe tener en cuenta que existe interacción energía-proteína, lo que hace más difícil su cuantificación (Gunn, 1983).

Dado que el campo natural presenta valores insuficientes de proteína para el correcto desempeño reproductivo y que el campo de cristalino no es la excepción (8,6 %), se plantea la posibilidad de elevar el contenido proteico de las especies de campo natural que crecen en otoño mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados (Berretta y Risso 1996, Formoso et al. 2001). Hasta ahora, para lograr niveles proteicos adecuados a la reproducción, hay que utilizar mejoramientos con leguminosas o suplementos proteicos (Berretta, 1996).

Para eso se plantearon dos experimentos con los siguientes objetivos:
Experimento A: Incrementar el contenido proteico de la pastura natural mediante el agregado de fertilizantes nitrogenados.
Experimento B: en caso de obtenerse un incremento relevante, evaluar su respuesta biológica.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. DINÁMICA DEL NITRÓGENO Y FERTILIZACIÓN NITROGENADA

2.1.1. Introducción

El nitrógeno es un elemento esencial para los seres vivos, ya que es constituyente fundamental de compuestos vitales como aminoácidos, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, ácidos nucleicos, así como también de las paredes celulares y la clorofila de los vegetales, calificándose como “macronutriente” por su importancia (Perdomo y Barbazan, 1999).

Muchos autores destacan esta importancia del nitrógeno para los seres vivos, tanto para las plantas como para los animales. En las plantas, el nitrógeno afecta el rendimiento y la calidad (contenido de azúcares y proteínas), e interactúa con otros macronutrientes como el fósforo (Jones y Jacobsen, 2001). En animales especialmente en rumiantes, el nitrógeno es requerido para mantener el crecimiento microbiano en el rumen, encargado del suministro adecuado de proteína microbiana para su posterior digestión (Lamb et al., 2002).

Whitehead (2000), afirma que la mayoría de los tejidos de las plantas contienen entre 1% y 5% de N (como porcentaje de su peso seco). Sin embargo la concentración de nitrógeno de una pastura depende de las especies presentes, su grado de madurez, estación del año y condiciones ambientales. A medida que madura la planta, el contenido de nitrógeno en los tejidos va decayendo por el incremento que ocurre en la proporción de pared celular con respecto al contenido de citoplasma que contiene las proteínas, enzimas y ácidos nucleicos. Las plantas son deficientes en nitrógeno cuando la concentración en sus tejidos jóvenes es menor al 2,5% de su peso seco.

Por su parte Hall et al. (1998), expresan que en la mayoría de las pasturas naturales predominan las especies C4 que tienen un contenido relativamente bajo de proteína, exceptuando a las hojas jóvenes y semillas. Este pobre contenido proteico se acentúa al final de la estación de crecimiento por un incremento en la proporción de tallos. Por ello, Morón (1996) enfatiza que los procesos de intensificación de la producción animal en base a pasturas implicarían necesariamente un aumento significativo de la entrada de nitrógeno al sistema suelo - planta - animal.

2.1.2. Formas del nitrógeno en el suelo

Según Morón (1996), el porcentaje de nitrógeno total en el horizonte superficial de los suelos del país se encuentra en el rango de 0,1 a 0,3% siendo la textura un elemento gravitante. A su vez, el 35% del nitrógeno total del suelo se localiza en los primeros 10 centímetros, con una concentración de 10% de nitrógeno en los primeros 2 cm (Young et al., 2002).

Del contenido de nitrógeno presente en el suelo la mayoría se encuentra en forma orgánica, encontrándose solamente el 2% de nitrógeno inorgánico (como nitrato, amonio y nitrito) por lo cual un pequeño porcentaje del nitrógeno presente en el suelo está inmediatamente disponible para las plantas (Perdomo y Barbazan, 1999), siendo tomado como nitrato principalmente (Whitehead, 2000).

De acuerdo con Jones y Jacobsen (2001), el amonio es adsorbido por las partículas de arcilla, pero este está en equilibrio con la solución del suelo, pudiendo también ser absorbido por las plantas (difusión). Además destacan que los suelos de pH's altos retienen más el amonio, mientras que el nitrato y el nitrito tienen alta movilidad al no ser retenidos por presentar cargas negativas.

En cuanto a las transformaciones que sufre la materia orgánica en el suelo, la biomasa microbiana es la fuerza directriz que se encuentra detrás de estas transformaciones y del ciclo de nutrientes en el suelo (Smith, 1994).

2.1.3. Balance de nitrógeno

El balance de nitrógeno del suelo está determinado por los mecanismos de ganancia y de pérdida del mismo. En sistemas no alterados por el hombre la mayoría del nitrógeno inorgánico que toman las plantas es derivado de la materia orgánica del suelo. El contenido de materia orgánica del suelo tiende a permanecer relativamente constante de acuerdo con el clima, tipo de suelo y tipo de cobertura vegetal (Perdomo y Barbazan, 1999). La relación entre las formas orgánicas e inorgánicas se da a través de procesos biológicos que son realizados fundamentalmente por la biomasa microbiana (Morón, 1996).

Las entradas de nitrógeno al suelo están dadas por la fertilización, fijación biológica, vía estiércol y orina, y deposiciones atmosféricas, mientras que las salidas de este elemento del sistema se dan en forma de producto animal (carne, lana y leche), y por los procesos de lixiviación de nitrato, desnitrificación y volatilización (Perdomo y Barbazan, 1999)

2.1.4. Fuentes de nitrógeno

Las fuentes principales de nitrógeno para las plantas son dos: la primera y más importante es la atmósfera ya que el 78% del aire es nitrógeno. La segunda corresponde a la materia orgánica del suelo, la cual contiene el 98% del nitrógeno total presente en el mismo (Perdomo y Barbazan, 1999).

En forma natural el nitrógeno del aire puede llegar a las plantas por medio de dos mecanismos principales: primero a través de la fijación simbiótica por medio de bacterias (entorno a 50-70 kg de N ha⁻¹ año⁻¹) segundo, por medio de fijación no simbiótica y lluvias que aportan entre 10-20 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (Perdomo y Barbazan, 1999).

La materia orgánica mantiene la biomasa microbiana, donde se encuentra una parte importante del total de nutrientes lábiles. En este caso las prácticas de manejo son importantes porque se ha visto que el carbono total, el nitrógeno total y el carbono y nitrógeno en la biomasa microbiana aumentan o por lo menos permanecen estables bajo pasturas en comparación con sistemas de agricultura (Southorn y Cattle, 2004).

2.1.4.1. Fijación simbiótica

Perdomo y Barbazan (1999), destacan que el nitrógeno proveniente de la fijación simbiótica entre especies de leguminosas que conforman praderas mixtas y bacterias fijadoras, es particularmente importante en la producción agropecuaria de nuestro país. En Uruguay, la cantidad de N que pueden fijar las pasturas mezclas en su segundo año de producción puede llegar hasta 300 kg ha⁻¹ año⁻¹. Pero estas cantidades no se encuentran disponibles cuando el tapiz está creciendo activamente como por ejemplo en primavera. Sólo cuando las plantas mueren el nitrógeno entra al sistema como amonio mineral al igual que cuando son pastoreadas (a través de heces y orina) (Johnston, 1997).

Otros autores también han destacado la importancia de la entrada de nitrógeno al suelo por medio de la fijación simbiótica, por ejemplo Whitehead (2000) indica de 400 a 650 kg ha⁻¹ año⁻¹, para trébol blanco asociado simbióticamente con rizobios.

La aplicación de orina durante todo el año a una dosis equivalente a 746 kg de N ha⁻¹ sobre raigrás perenne aumentó un 85% la producción anual, mientras que en trébol blanco causó un marcado declive en la proporción de nitrógeno proveniente de la fijación biológica pasando de un 84% del total del nitrógeno asimilado por el trébol blanco a un 22% a los 108 días (Menneer et al., 2003).

Además del aporte que realizan las leguminosas por medio de la fijación simbiótica, la inclusión de estas en las pasturas presenta la ventaja del aumento de la calidad (Lascano et al., 2003).

2.1.4.2. Mineralización e inmovilización

El ciclo del nitrógeno es en parte regulado por la relación carbono/nitrógeno de los restos, que afecta los procesos de mineralización (transformación de nitrógeno orgánico a inorgánico ya sea como amonio o nitrato), y de inmovilización (incorporación del nitrógeno inorgánico del suelo a los tejidos microbianos) (Perdomo y Barbazan, 1999). En este sentido, Morón (1996) destaca que la cantidad y calidad del sustrato (materia orgánica humificada, residuos frescos, etc) así como factores ambientales (temperatura y humedad) son determinantes en la cantidad de nitrógeno mineralizado, y que el tamaño de la biomasa microbiana varía según el tipo de suelo y el manejo anterior.

Varios autores coinciden con lo mencionado anteriormente, como por ejemplo Parfitt (2003), quien dice que el metabolismo de los microorganismos heterótrofos (encargados de la mineralización-inmovilización de la materia orgánica) está determinado por la relación carbono/ nitrógeno de los diferentes sustratos. Esto implica una mayor y más rápida mineralización del nitrógeno de los restos de una pastura compuesta por trébol blanco, que en restos de pinos o bosques nativos. En el caso del bosque nativo la nitrificación se vio retardada debido a la limitante que significa el nitrógeno para la actividad microbiana en el mantillo.

De la misma forma Bobbink et al. (2002) indican que es posible mediante la aplicación de fertilizante nitrogenado, aumentar la velocidad de descomposición de restos que presenten una alta proporción de lignina, y además sostienen que en aquellos suelos que presentan una relación carbono/nitrógeno baja (tierras muy orgánicas) existe una lenta respuesta a la aplicación de nitrógeno.

Por su parte Perdomo y Barbazan (1999), destaca la importancia de la temperatura y las precipitaciones que regulan la magnitud de la mineralización del nitrógeno de la materia orgánica.

2.1.4.3. Retorno del N al suelo

Los nutrientes que toman las plantas retornan al suelo por medio de la muerte de hojas y raíces, aunque en sistemas intensivos es necesario hacer uso de la fertilización para reponer la mayor extracción del suelo. Este retorno

de nutrientes es beneficioso para el futuro crecimiento de las plantas, pero no es homogéneo, siendo registradas las mayores variaciones para nitrógeno y potasio (Whitehead, 2000).

En un experimento realizado con ovinos en China donde se comparaba el efecto de las excreciones (orina y heces) sobre la pastura, se observó que las parcelas donde los animales orinaban, defecaban y pisoteaban, las concentraciones de amonio y nitrato eran máximas (377 mg kg^{-1} y $56,1 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente). Mientras que en la parcela en que solamente orinaban y pisaban había 139 mg kg^{-1} de amonio y $28,1 \text{ mg kg}^{-1}$ de nitrato en el suelo, y aún eran significativamente superiores a las que sólo defecaban o sólo pisoteaban. La urea de la orina pasa a amonio rápidamente los días lluviosos, detectándose grandes aumentos en el amonio en los primeros 20 cm luego de la primera noche de pastoreo, no ocurriendo esto en forma significativa en el tratamiento en que solo defecaban (Zhang et al., 2001).

2.1.5. Pérdidas de nitrógeno

La mayor proporción de las pérdidas corresponden a la lixiviación (lavado del nitrato por drenaje profundo) y desnitrificación (proceso de reducción biológica realizada por microorganismos anaerobios facultativos, los cuales utilizan el nitrato y nitrito como fuente de oxígeno, produciendo N_2O y N_2), que ocurren en condiciones de exceso de agua, siendo agravadas por el menor crecimiento vegetal. En el país, estas condiciones se producen en el periodo otoño-invierno (Perdomo y Barbazan, 1999).

La desnitrificación y la volatilización (proceso de pérdida de nitrógeno del suelo como amoníaco) son procesos por los cuales el nitrógeno vuelve a la atmósfera. Esto ocurre cuando aumenta la concentración de nitrato y nitrito y baja la disponibilidad de oxígeno, como sucede debajo de las heces y en los manchones de orina (Perdomo y Barbazan, 1999)

Jones y Jacobsen (2001), resaltan la importancia de las pérdidas de nitrógeno al decir que la extracción real es la mitad o menos del nitrógeno aplicado como fertilizante.

En ausencia de plantas, las pérdidas por lixiviación se incrementan por efecto del agua de escurrimiento profundo (Johnston, 1997) coincidiendo con lo señalado por Martha et al. (2004), quienes destacan una escasa pérdida de nitrógeno en el verano tardío debido a la buena exploración radicular de la pastura.

La disminución de la cobertura del suelo lleva a que exista una mayor lixiviación del nitrato y erosión de la materia orgánica, agravando los fenómenos de desgaste del suelo e incrementando su acidez (Johnston, 1997).

La mayor captación de amonio por las raíces determina una menor pérdida por volatilización y aumenta el nitrógeno excretado por los herbívoros (Wachendorf et al., 2004).

En pasturas tropicales se constató una disminución del contenido de nitrógeno total en la tierra por efecto de su mayor capacidad de captación, lo que ocurre al final del verano. Por lo tanto, la respuesta a la fertilización de fin de verano es mayor debido a que las temperaturas más altas favorecen a las plantas tropicales (Martha et al., 2004).

El tipo de suelo también tiene efectos sobre las pérdidas de nitrógeno, observándose menores pérdidas en suelos que presentan una mejor estructura, infiltración más rápida, mayor estabilidad de los agregados y que están sembrados con pasturas perennes (Perdomo y Barbazan, 1999).

2.1.5.1. Pérdidas de nitrógeno en pastoreo

Wachendorf et al. (2004) en un trabajo realizado en Alemania durante cuatro años en una pastura de trébol blanco y raigrás perenne con dosis de 0, 100, 200 y 300 kg de N ha⁻¹ y cinco sistemas de pastoreo, determinó mayores lixiviaciones de nitrógeno como nitrato en sistemas con pastoreo rotativo, donde se obtuvieron altas ganancias diarias en los animales.

El riesgo de pérdidas de nitrógeno varía de acuerdo a la forma en que el mismo es excretado, siendo menores para el nitrógeno contenido en las heces ya que está retenido en formas orgánicas, mientras que el nitrógeno de la orina es más rápidamente hidrolizado y mineralizado quedando expuesto a lixiviación (Wachendorf et al., 2004).

Frank et al. (2004), concluyen que la volatilización ocurría los tres primeros días luego de la aplicación de orina al suelo, regresando a niveles normales a los 11 días.

Cuando se incrementa el porcentaje de proteína cruda en la pastura aumenta la excreción de nitrógeno, favoreciéndose la lixiviación debido a la distribución desigual del mismo provocada por los manchones de orina, donde existe una alta concentración de nitrógeno (Wachendorf et al., 2004).

2.1.6. Efecto de la fertilización nitrogenada

Para muchos autores la fertilización nitrogenada presenta una respuesta en el rendimiento y en la calidad de la pastura, mientras que otros trabajos muestran resultados en los cuales se reportaron efectos sólo en uno de estos dos parámetros.

En este sentido Perdomo y Barbazan (1999), consideran que las plantas requieren nitrógeno en muy altas cantidades comparables con las de potasio. El crecimiento es el proceso con mayores requerimientos de este nutriente.

Cuando el nitrógeno como fertilizante es aplicado en una baja proporción sobre una pastura que presenta una seria deficiencia del mismo, hay usualmente un incremento en el crecimiento, pero no un cambio o en su defecto un pequeño cambio, en la concentración de nitrógeno de la materia seca. Si se aumenta la fertilización nitrogenada, tanto la producción de la pastura como la concentración de nitrógeno se incrementan hasta que la producción alcanza el máximo. Con mayor aplicación aún de nitrógeno, la concentración del mismo aumenta, pero la producción de materia seca muestra un muy pequeño cambio (Whitehead, 1994).

El crecimiento está asociado con producción de materia seca, la cual se incrementa con la fertilización, que además modifica la calidad de la pastura (Bernardis et al., 2001) y causa efectos sobre la estacionalidad de la misma (Koenig et al., 2002). Como ejemplo se presentan los resultados de Pereira Regó (1977) con *Paspalum dilatatum* y *Paspalum notatum* fertilizados con tres dosis de nitrógeno como urea (75, 150 y 300 kg ha⁻¹), quien obtuvo un aumento significativo en la producción de materia seca y proteína bruta en ambas especies al aumentar la dosis de fertilizante.

2.1.6.1. Efecto sobre el rendimiento

El rendimiento en materia seca de las especies que no realizan fijación biológica de nitrógeno es casi totalmente dependiente del nitrógeno mineral del suelo (Rebuffo 1994, Trott et al. 2004, Sarkar et al. 2004).

Esta afirmación también se aplica a las especies que componen la vegetación nativa, ya que Ayala y Carámbula (1994), en un ensayo de fertilización con N, P y K, registraron un significativo aumento de la producción anual de forraje (kg de MS ha⁻¹) con el agregado de nitrógeno y una ausencia de respuesta frente al agregado de fósforo (P) y potasio (K).

A su vez, Cabreira et al. (1988) afirman que varios ensayos han demostrado que la fertilización nitrogenada posibilita no sólo elevar la producción de materia seca sino también aumentar el periodo de utilización de las pasturas sembradas y nativas hasta niveles no alcanzables con otras medidas de manejo.

Sin embargo, la respuesta en rendimiento de una pastura al agregado de nitrógeno depende en gran medida del tipo de suelo, como lo reportan Termezana y Carámbula (1971), quienes registraron respuestas significativas sólo con dosis máximas en suelos negros, en contraste con respuestas a todas las dosis evaluadas en suelos rojos, de bajo contenido en materia orgánica. En este contexto, Bemhaja (1994), obtuvo en un ensayo destinado a analizar el efecto de la adición de nitrógeno sobre la producción estacional y anual de una pastura natural sobre basalto profundo, aumentos en el rendimiento a medida que se incrementaba la dosis de nitrógeno (desde 40 a 120 kg ha⁻¹).

Por su parte, Cabreira et al. (1988), aplicando urea en un campo natural en Río Grande del Sur encontró una respuesta en producción de materia seca hasta la dosis máxima utilizada (300 kg de N ha⁻¹), suponiendo que la misma no fue suficiente como para alcanzar el máximo en producción. Es de destacar que los aumentos fueron porcentualmente menores por una disminución progresiva en la eficiencia del uso del nitrógeno.

Al considerar el rendimiento individual de las especies que componen las pasturas, se obtienen respuestas muy importantes tanto en gramíneas como en leguminosas. Por ejemplo, Singer et al. (2003) reportan una muy buena respuesta de *Festuca arundinacea*, mientras que Teutsch et al. (2005), trabajando con carbgrass (*Digitaria sanguinalis*), consiguieron un máximo en producción entorno a las 305 lb acre⁻¹ (rango de dosis entre 0 a 400 lb acre⁻¹) y Nassiri y Elgersma (2002), evaluando un monocultivo de raigrás perenne mezclado con trébol blanco, concluyeron que el nitrógeno aumentó la producción de materia seca.

Este efecto del nitrógeno sobre las especies también fue considerado por Ledgard et al. (1995) en Nueva Zelanda, durante su evaluación de tres años de 9 cultivares de trébol blanco y raigrás perenne con fertilizaciones de 0 a 390 kg de N ha⁻¹ año⁻¹. El resultado obtenido fue un aumento de 25 a 31 % en la producción anual de la pastura con una mayor respuesta en otoño e invierno.

Además de los efectos sobre el rendimiento total de la pastura o individual de sus componentes, el nitrógeno tiene incidencia en el desempeño animal, sobre todo en la carga como lo advierten Sibbald et al. (2002) que, manejando ovejas en pasturas de trébol blanco y raigrás perenne en Escocia

obtuvieron ganancias similares entre 10 ovejas por hectárea y 150 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ y 4 ovejas por hectárea sin fertilizar, lo que significa un aumento de carga del 250 %. Del mismo modo, Fothergill et al. (2001) lograron mayores cargas con corderos pre y posdestete en los tratamientos donde el N estaba presente en un experimento de evaluación del efecto de la fertilización con Ca, P, N y K.

No sólo la carga es afectada, sino también la ganancia de peso de los animales en pastoreo, como lo reporta el trabajo de Da C. Lima et al. (1999) con vaquillonas, que de 60 g d⁻¹ con una aplicación de 50 kg de N ha⁻¹ pasaron a ganar 410 g d⁻¹ cuando se aplicaron 150 kg de N ha⁻¹.

2.1.6.2. Efecto sobre la calidad

Según Simpson (1987), las gramíneas tienen tan alta demanda de nitrógeno para producir proteínas, clorofila suficiente para los procesos de macollaje, elongación de hojas, rebrotes después del pastoreo y reproducción; que la concentración habitual del mineral en el suelo es generalmente limitante.

En relación a esto, Duru y Delaby (2003) comentan que la concentración de proteína cruda depende de la fertilización nitrogenada, la mineralización neta de la tierra y los intervalos entre defoliación, debido al efecto de dilución provocado por el crecimiento.

De igual modo Zhang et al. (2001), determinaron que existe un efecto de la orina y las heces de los animales que pastorean, sobre el contenido de proteína de una pastura. Se observó que la proteína de *Salix inoemena* se incrementó significativamente en el tratamiento en que los animales orinaban y/o defecaban, comparado al testigo (solo pisoteo).

Ayala y Carámbula (1994), coinciden con lo anterior al decir que, en campo natural, el agregado de nitrógeno permite alcanzar porcentajes mayores de proteína cruda en la pastura, como los obtenidos por Koenig et al. (2002) en pasturas con gramíneas mezcladas, donde con fertilizaciones de 150 lb de N acre⁻¹, la proteína se incrementó desde 9% a 18%.

Similares resultados se obtuvieron trabajando con *Festuca arundinacea* en el estado de Iowa (EEUU) donde aumentó el porcentaje de proteína cruda y la digestibilidad, mientras que la fibra detergente neutro cayó conforme aumentaba la dosis de nitrógeno. Sin embargo, existe un efecto año sobre el porcentaje de proteína cruda de la pastura, porque Singer et al. (2003), encontraron diferencias entre años en pasturas con igual dosis de fertilizante nitrogenado.

Para raigrás (cultivares Regar y NewHy) con distintos niveles de fertilización (0, 103 y 162 lb. acre⁻¹) los porcentajes de proteína cruda en el primer corte fueron de 13.7, 19.7 y 22,1 para Regar y 17.0, 24.41 y 25.6% para NewHy, con un efecto cultivar en la respuesta de la proteína cruda y un incremento en nutrientes digestibles totales y valor nutriente relativo en ambos cultivares (Hill et al., 2000).

Coincidiendo con lo anterior, Cabreira et al. (1988) verificó un aumento significativo ($p < 0.05$) en el porcentaje de proteína bruta en relación al testigo, a medida que aumentó la dosis de nitrógeno, obteniendo valores superiores a 13% con una dosis de nitrógeno de 300 kg ha⁻¹. La eficiencia en producción de proteína bruta fue distinta para las diferentes dosis de nitrógeno aplicado, siendo los valores de 0.78, 0.77, 0.68 kg proteína bruta kg⁻¹ N para las dosis de 100, 200, y 300 Kg N ha⁻¹ respectivamente.

Bemhaja (1994), trabajando sobre pasturas nativas de basalto profundo, obtuvo valores superiores de proteína cruda y menores de fibra en tratamientos con fertilización nitrogenada en relación al testigo. Del mismo modo Trott et al. (2004), coinciden en que el porcentaje de proteína cruda del forraje aumenta con el incremento de la dosis de N como fertilizante.

Por otra parte la fertilización con 40 lb acre⁻¹ aumentó el porcentaje de proteína cruda en el pasto azul (*Poa pratensis*) durante la estación de crecimiento, mientras que la digestibilidad del forraje no presentó la misma respuesta (Pieper et al., 1974). Por su parte, Sarkar et al. (2004) encontraron aumentos de la proteína cruda, fibra cruda y el extracto etéreo en forma significativa y progresiva con las dosis de nitrógeno.

Kalmbacher y Wade (2003), sostienen que el porcentaje de proteína cruda del *Paspalum notatum* al mes de fertilizado es 2 ó 3 puntos porcentuales superior al no fertilizado, destacando que en años con menos lluvias se obtienen mayores porcentajes de proteína cruda debido a un menor crecimiento en materia seca. Los nutrientes digestibles totales se vieron incrementados por la fertilización nitrogenada en una o dos unidades porcentuales.

Así también Da C. Lima (1999), reporta un incremento de 30% en la proteína cruda (56 a 73 g kg⁻¹ MS), y 8% en digestibilidad (509 a 549 g kg⁻¹) cuando se elevó la aplicación de N como nitrato de amonio de 50 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹. Además del valor nutritivo, la proporción de hojas también fue afectada por la fertilización nitrogenada.

El suministro de nitrógeno de forma adecuada produce paredes celulares más delgadas, resultando en plantas más suculentas (Lamb et al., 2002).

Whitehead (1994) coincide en que a volumen constante el contenido de materia seca de la pastura disminuye por el agregado de fertilizante nitrogenado, y que esto se debe al incremento del contenido celular.

En una evaluación realizada en Sudáfrica sobre *Panicum maximum* con fertilizaciones nitrogenadas entre 0 a 150 kg ha⁻¹, se observó que al fin del verano aumentaban el nitrógeno como nitrato, la materia seca y la fibra detergente ácido, mientras que descendieron los carbohidratos no estructurales y la fibra detergente neutro, no existiendo diferencias significativas en la digestibilidad de la materia orgánica (Taute et al., 2002).

Según Ayala y Carámbula (1994), el mayor efecto de la fertilización nitrogenada es sobre la producción de materia seca. Aplicar N y/o P y/o K no afectaría la digestibilidad del campo natural, aunque se observa una tendencia favorable (principalmente en otoño) para los tratamientos que incluyen nitrógeno.

Cabreira et al. (1988) en Río Grande del Sur encontró que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%DIVMS) del campo natural variaba junto a la dosis de nitrógeno de 27.5, (testigo), 29.8, 30.7, y 31.1 para la dosis de 100, 200 y 300 kg de N ha⁻¹ respectivamente.

Estudiando el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la calidad y el rendimiento de la *Festuca arundinacea* en Europa central se determinó que fertilizaciones de 0 a 150 kg de N ha⁻¹ aumentaron el rendimiento de materia seca, el porcentaje de proteína cruda y la fibra detergente neutro mientras que disminuyó la energía metabolizable. Aplicaciones tardías de fertilizante determinaron menores respuestas en materia seca, pero mantuvieron tierna a la pastura por más tiempo, lo que determinó una mayor energía metabolizable y menor fibra detergente neutro prolongando la utilización (Wolf y Optiz Von Boberfeld, 2003).

A iguales intervalos de cosecha, el contenido de fibra de la pastura se vio poco afectado por el agregado de nitrógeno. Sin embargo altas dosis de nitrógeno pueden causar pequeñas reducciones en el contenido de celulosa y lignina debido a una mayor velocidad de rebrote que permite pastoreos más tempranos, y un menor contenido de fibra en la pastura. Si en la pastura hay leguminosas, la aplicación de nitrógeno puede causar un aumento en la fibra causado por el aumento de las gramíneas. En cuanto a la digestibilidad, la fertilización nitrogenada tiene poco efecto sobre la misma (Whitehead, 1994).

Van Niekerk et al. (2002) trabajando con *Panicum maximum* encontraron que la fertilización nitrogenada en etapas tardías del ciclo de esta especie,

aumenta la fibra detergente neutro y la fibra detergente ácido, disminuyendo la digestibilidad de la materia seca y el consumo a medida que aumenta la fertilización.

La fertilización nitrogenada en una pastura de Holanda, aumentó la proporción de especies productivas como el raigrás perenne y la *Poa* spp., pero a expensas de una reducción de la pata de gallo (*Dactylis glomerata*) y *Agrostis* sp. En Inglaterra al incrementar la dosis de nitrógeno desde 0 a 200 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ se redujo la diversidad botánica, mientras que aumentó la proporción de raigrás perenne y *Holcus lanatus* (Whitehead, 1994).

En los Países Bajos, la aplicación de 50-100 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ como nitrato de amonio durante tres años produjo un aumento drástico en la producción de las especies, pero con una reducción en su número (Bobbink et al., 2002). Willems et al. (1993), sostienen que cuando el nitrógeno y el fósforo no fueron limitantes se duplicó la producción del forraje, pero la riqueza de especies disminuyó a la mitad.

La presencia en porcentaje de materia seca del trébol blanco en una pastura combinado con raigrás perenne fue afectada por el aumento en la dosis de nitrógeno, debido a una menor capacidad competitiva luego del pastoreo, donde el trébol pierde un alto porcentaje del área foliar (Nassiri y Elgersma, 2002).

Concidiendo con el estudio anterior, en Escocia en un experimento sobre raigrás y trébol blanco con pastoreo de ovinos, se correlacionó negativamente el volumen de trébol blanco con la fertilización nitrogenada (Sibbald et al., 2002).

En los primeros años de una pastura mixta (trébol blanco y raigrás perenne) con fertilización nitrogenada, el trébol blanco tuvo una alta producción y la producción de la gramínea fue baja, mientras que a partir del segundo año esta tendencia se revirtió, debido a que se favoreció la competitividad de la gramínea dentro de la mezcla (Ledgard et al., 1995).

2.1.6.3. Efecto sobre el pH del suelo y otros nutrientes

Cuando se aplica un fertilizante amoniacal como fuente de nitrógeno, el amonio en el suelo es convertido progresivamente a nitrato por nitrificación, provocando un descenso en el pH. Tales cambios pueden afectar la disponibilidad de otros nutrientes (fósforo, por ejemplo) y así tener efectos secundarios en el crecimiento (Whitehead, 1994).

De acuerdo con Bobbink et al. (2002) la aplicación de nitrógeno causa una disminución del pH en el suelo a largo plazo cuando se supera la capacidad buffer del suelo. La caída del pH puede causar un aumento de la concentración de metales tóxicos en la solución de suelo.

Bobbink et al. (2002), destacan que la fertilización con fuentes amoniacales causa la captación de amonio, y esto determina la caída de la captación de K, Ca y Mg, por lo que se puede llegar a un desequilibrio nutritivo de las plantas. Por eso en suelos ácidos donde la nitrificación se ve disminuida, cuando aumenta el amonio hay problemas de déficit de estos nutrientes.

En un estudio sobre cinco sitios que tuvieron pasturas durante tres años y donde no se había aplicado nitrógeno se observó que el pH cayó 0.2 unidades en los 2 primeros centímetros del suelo, y 1,4 unidades de los 8 a 10 centímetros. El carbono orgánico, la concentración de nitrógeno y la CIC (capacidad de intercambio catiónico) descendieron, mientras que el volumen de arcilla se mantuvo constante, la concentración de aluminio intercambiable aumentó y la nitrificación disminuyó con la profundidad para todos los suelos (Young et al., 2002).

La fertilización nitrogenada de una pastura de raigrás y trébol blanco entre 0-60 kg N ha⁻¹ (como urea) en seis dosis registró un aumento de la concentración de N, una respuesta lineal positiva de la concentración de P, K, S, Mg, Cl y una caída lineal en la concentración de Ca de las plantas. La dosis de 60 kg de N ha⁻¹ no afectó negativamente el crecimiento vegetal ni causó toxicidad para los animales (Mc Kenzie y Jacobs, 2002).

Por otra parte Teutsch et al. (2005) comentan que en la mayoría de los casos en que la fertilización nitrogenada llega al máximo de crecimiento provoca acumulaciones de nitrato en la planta que pueden ser tóxicos para los animales.

2.1.6.4. Efecto sobre el número de tallos y tamaño de la hoja

La fertilización nitrogenada estimula el macollaje, que resulta inhibido cuando el nitrógeno no es suficiente. Este proceso que determina el número de tallos por unidad de área, se muestra más claramente en plantas creciendo individualmente que dentro de una pastura (Whitehead, 1994).

Experimentos de campo realizados en Gales sobre raigrás perenne encontraron una respuesta de 660 tallos m² cada 100 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, pero esa respuesta no se mantuvo entre 200 y 500 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, y con más de 500 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ el número de tallos tendió a declinar (Whitehead, 1994).

La aplicación de fertilizante nitrogenado tiene un pequeño efecto en la producción de hojas por tallo porque con dosis de 135 kg de N ha⁻¹ no se encontraron diferencias en *Dactylis glomerata* frente al testigo sin fertilizar. En raigrás, aunque la aplicación de N fertilizante incrementó el peso de hojas por tallo, no afectó el número de hojas emergidas, y no hubo efecto consistente en el número de hojas por tallo (Whitehead, 1994).

El efecto del nitrógeno sobre la producción de la pastura está principalmente explicado por el tamaño de la hoja, y dentro de esta por el largo de la misma. En Gales con aplicaciones de 500 kg de N ha⁻¹ el tamaño foliar se incrementó un 86% (Whitehead, 1994).

2.1.6.5. Interacción nitrógeno- agua

La importancia del contenido de agua en el suelo al momento de la fertilización ha sido destacada por Whitehead (1994), quien determinó que en una pastura de raigrás que fue cortada regularmente, el nitrógeno como fertilizante interactuó con la disponibilidad de agua afectando el número de macollos. En condiciones secas el número de tallos por unidad de área fue sustancialmente más alto con la aplicación de una dosis de 250 kg de N ha⁻¹ que con 125 kg de N ha⁻¹, pero no se registraron más incrementos cuando se aplicó 500 kg de N ha⁻¹. Sin embargo, con irrigación no hubo diferencia entre 125 y 250 kg de N ha⁻¹, pero el número de tallos aumentó con 500 kg de N ha⁻¹.

Los resultados obtenidos por Hill et al. (2000) en Utha (EUA) sobre raigrás perenne con dosis de fertilizante de 0, 103 y 162 lb acre⁻¹, concluyen que existe una clara interacción positiva entre la fertilización nitrogenada y la disponibilidad de agua sobre el rendimiento de materia seca de esta especie.

De la misma manera Kalmbacher y Wade (2003), reportan interacción entre fertilización nitrogenada y disponibilidad de agua porque con una fertilización de 50 lb acre⁻¹, el *Paspalum notatum* rindió 3000 lb acre⁻¹ en años con lluvias primaverales de 250 mm, mientras que los rendimientos fueron sólo de 980 lb acre⁻¹ cuando las lluvias fueron de 150 mm.

2.1.6.6. Absorción y metabolismo del N por la planta

Dentro de la planta la mayoría del nitrógeno se encuentra en forma orgánica, mientras que las formas inorgánicas son de escasa magnitud encontrándose principalmente como nitrato, forma en que el nitrógeno es más comúnmente absorbido. No obstante las plantas pueden absorber amonio, aunque en menor cantidad (Perdomo y Barbazan, 1999).

De acuerdo con Whitehead (1994) las comparaciones en el crecimiento de las plantas han arrojado como resultado que ambos iones amonio y nitrato son rápidamente utilizados, pero muchas plantas toman más rápidamente nitrato que amonio, y muestran un mayor crecimiento en respuesta al nitrato. Sin embargo las gramíneas muestran una mayor asimilación de amonio que de nitrato cuando los dos iones son suministrados en igual cantidad.

Los iones de nitrato y de amonio ocurren en los suelos como resultado de la descomposición por parte de los microorganismos de plantas y residuos de animales, excrementos, humus y materia orgánica. Además muchos suelos agrícolas reciben nitrato y/o amonio a través de la aplicación de fertilizantes (Whitehead, 1994).

Si el suministro de nitrógeno es bajo, este se encuentra en la planta principalmente en forma estructural, y a medida que aumenta el suministro se incrementa el nitrógeno metabólicamente activo y se promueve el crecimiento. A altos suministros de nitrógeno, este puede ser almacenado como nitrato en la planta (Whitehead, 1994).

Cuando el nitrato es absorbido por las raíces, parte es traslocado a los brotes, y parte es convertido en las propias raíces en aminoácidos y en "*amidas*". Cuando el amonio es absorbido, es normalmente convertido en las raíces en aminoácidos y "*amidas*" (Whitehead, 1994).

Las proporciones de asimilación varían a lo largo del año en un rango de 1-3 kg de N ha⁻¹año⁻¹, mostrando un marcado incremento de la asimilación en la primavera, desde 0 a 3-4 kg de N ha⁻¹año⁻¹ a fines de abril, para luego decrecer hasta aproximadamente 0,5 kg d⁻¹ en julio y volver a crecer de 1-2 kg ha⁻¹d⁻¹ a fines de agosto-septiembre. Esta absorción de nitrógeno es dependiente de la humedad, la temperatura, las lluvias y las fluctuaciones en el suministro de N (Whitehead, 1994). Según este autor, una asimilación de 7.5 kg de N ha⁻¹d⁻¹ fue reportada en raigras italiano durante un periodo de 14 a 21 días después de la aplicación de 140 kg de N ha⁻¹ como fertilizante. Por otra parte, Duru y Delaby (2003) destacaron que en primavera el umbral máximo de concentración de nitrógeno en una pastura se logra 25 a 35 días luego del pastoreo, periodo que puede prolongarse sin fertilización.

De acuerdo con Whitehead (1994), Lamb et al. (2002) cuando la planta envejece los nutrientes móviles como el nitrógeno se translocan a las hojas más jóvenes por lo cual la concentración del mismo va declinando durante el envejecimiento de las hojas. La movilización en la planta puede ser el mayor factor en la reducción de la concentración de nitrógeno de la hoja. La movilización desde hojas envejecidas aumenta con el progreso de la estación

de crecimiento y es proporcionalmente mayor cuando el abastecimiento de nitrógeno es pobre.

Cuando las pasturas son pastoreadas, el rebrote de las plantas defoliadas depende principalmente del follaje remanente luego del corte, de las reservas en raíces y particularmente del contenido de nitrógeno y carbohidratos disponibles. Esto fue demostrado en un estudio de crecimiento de raigras perenne cortado a una altura de 4 cm, donde el nitrógeno de las hojas que crecieron durante los primeros seis días después de la defoliación fue obtenido principalmente del nitrógeno orgánico de las raíces y tallos no cortados, con una pequeña contribución de la solución del suelo. Sin embargo, después del sexto día la mayoría del nitrógeno del rebrote fue proporcionado por el suelo (Whitehead, 1994).

Dado que el nitrógeno es un elemento fundamental tanto para animales como para las plantas y teniendo en cuenta que en la mayoría de las pasturas naturales predominan especies con bajo contenido proteico, resulta necesario aumentar la entrada de nitrógeno al sistema suelo- planta- animal para la intensificación de los procesos productivos que se basan en pasturas. En este sentido, el agregado de nitrógeno afecta a la calidad, rendimiento y estacionalidad de la pastura.

2.2. ASPECTOS BASICOS DE LA FISIOLOGIA DE LA REPRODUCCION

La oveja es un rumiante poliestrico en el que la función reproductiva es dominada por dos ciclos (Viñoles, 2003), un ciclo estral de 17 ± 2 días de duración y un ciclo anual de la actividad ovárica, determinado por el fotoperiodo que marca la estación de cría.

La actividad cíclica del ovario se pone de manifiesto en forma periódica a través de un comportamiento sexual denominado estro o celo (que es la búsqueda y aceptación del macho) (Fernández Abella, 1993).

A su vez, el ciclo estral en los ovinos está caracterizado por importantes cambios morfológicos y del comportamiento, interconectados a una dinámica neuroendocrina. Mediante el ciclo estral se ponen en contacto gametos femeninos con gametos masculinos, coordinando los mecanismos de folículo génesis y de ovulación, del transporte y sobrevivencia de los espermatozoides y de anidación del huevo (Fernández Abella, 1993). Esto último coincide con lo expresado por otros autores, como Haresign et al. (1983), Blache et al. (2000), Foradori et al. (2002), los cuales marcan que el proceso reproductivo en la oveja esta regulado principalmente por mecanismos neuroendocrinos donde las hormonas cumplen un rol fundamental.

2.2.1. Variaciones hormonales

Los cambios hormonales producidos durante el ciclo estral dependen del sistema hipotálamo hipófisis, el que a su vez se encuentra modulado por mecanismos de retroalimentación debido a los esteroides ováricos y a la inhibina (Fernández Abella, 1993).

2.2.1.1. Perfil de secreción de la L.H. (hormona luteinizante)

El perfil de secreción de esta hormona es detallado por Fernández Abella (1993), destacando que la misma es secretada por pulsos. Durante la fase luteal (presencia del cuerpo lúteo) los pulsos son de gran amplitud ($2-5 \text{ ng ml}^{-1}$) y baja frecuencia (cada 3 a 12 horas); en cambio en la fase folicular o preovulatoria la frecuencia de pulsos aumenta (24 en 24 horas) pero su amplitud disminuye.

Un pulso de estradiol es secretado en respuesta a cada pulso de L.H. (Thimonier y Pelletier, 1971), siendo esta secreción la responsable de la retroalimentación o "feedback" positivo sobre la secreción de L.H. Los estrógenos aumentan en fase folicular e inducen el comportamiento sexual (celo).

El incremento de los estrógenos, principalmente de estradiol, acelera la frecuencia de pulsos de L.H. Rápidamente la hipófisis cambia la sensibilidad a la GnRH. (hormona liberadora de gonadotropinas) y produce una descarga violenta que se conoce como pico preovulatorio o pico de L.H. (Fernández Abella, 1993).

2.2.1.2. Perfil de secreción de F.S.H. (hormona folículo estimulante)

La secreción de F.S.H. no es pulsátil sino por ondas, presentando su perfil dos picos marcados y pequeñas variaciones durante la fase luteal (Campbell et al., 1991).

L' Hermite et al. (1972), Miller et al. (1981), Bister y Paquay (1983), coinciden en que la secreción de F.S.H. durante el ciclo estral se caracteriza por la presencia de dos picos principales. El primero coincide con el pico preovulatorio de L.H. y el segundo aproximadamente 24-30 hs después, en las cercanías de la ovulación. Fuera de este periodo el perfil de secreción presenta variaciones pequeñas, observándose 2 ó 3 picos de menor magnitud.

Se ha podido constatar que los niveles de F.S.H. durante el proestro están relacionados con la tasa ovulatoria (Bindon et al. 1984a, Lahlou-Kassi et al., 1984).

Por otro lado la magnitud del segundo pico se relaciona positivamente con las tasas ovulatorias de los ciclos siguientes (Cahill et al. 1979, Lahlou-Kassi et al. 1984).

2.2.1.3. Perfil de secreción de los estrógenos

Bajo la influencia de las hormonas gonadotropicas, los esteroides son secretados por los folículos preovulatorios (Fernández Abella, 1993).

El estrógeno presenta un perfil caracterizado por un pico preovulatorio que induce el comienzo del celo, observándose luego 3 a 4 picos de menor magnitud durante el ciclo (Baird et al. 1981, Haresign et al. 1983).

2.2.1.4. Perfil de secreción de la progesterona

Antes de la ovulación la progesterona es sintetizada en pequeñas cantidades por las células de la granulosa y las de la teca, aunque la principal fuente de esta hormona es el cuerpo lúteo, por esto esta hormona aumenta los niveles plasmáticos luego de la ovulación (Hat y Moor, 1978).

El incremento en la tasa ovulatoria va acompañado de un aumento en los niveles plasmáticos de progesterona. No obstante este nivel no es superado luego de cierta tasa ovulatoria (dependiendo de la raza y/o alimentación, ya que la disminución del volumen individual de los cuerpos lúteos es acompañada de dicho nivel (Bindon et al. 1981, Scaramuzzi et al. 1981, Kelly et al. 1983, 1984).

2.2.1.5. Perfil de secreción de la prolactina

La secreción de la hormona luteotrópica durante el ciclo estral está asociada a la secreción de estrógenos (Fernández Abella, 1993).

El perfil presenta un aumento luego de comenzada la luteólisis (día 15) y un segundo pico en respuesta a la elevación de la tasa de estrógenos (antes o enseguida del pico de L.H.). Esta hormona favorece el crecimiento folicular y el mantenimiento del cuerpo lúteo (Karsh et al. 1978, Baird y Mc Neilly 1981, Cahill 1981).

2.2.2. Mecanismos fisiológicos afectados por la nutrición

Diversos autores hacen referencia al efecto de la nutrición sobre el perfil de secreción de las principales hormonas involucradas en la reproducción.

En lo que refiere a la L.H., Radford et al. (1980), Smith (1988) no encontraron diferencias en el nivel de esta hormona ni en la frecuencia de la misma al comparar animales que recibieron dietas con alto porcentaje de proteína, con animales que reciben dietas de mantenimiento. No obstante, Dunn y Moss (1992) citan trabajos donde se han advertido incrementos en la frecuencia de pulsos de L.H. en la fase folicular de ovejas que presentaron mayor tasa ovulatoria a causa de una mejor nutrición comparadas con animales controles.

Esto coincide con los resultados de Haresign (1981), Rhind et al. (1991), quienes trabajando con ovejas en condiciones corporales contrastantes, observaron que aquellas ovejas de pobre condición presentaban menores niveles de L.H. A su vez Azzarini (1985) menciona que los niveles plasmáticos de L.H. parecen variar según el nivel de consumo e independientemente de la condición corporal.

Los aumentos en la nutrición de corto plazo no alteran el contenido de L.H. pituitario ni el plasmático, aunque si alteran la tasa ovulatoria (Haresign, 1981). La correlación existente entre la frecuencia de pulsos de LH y la tasa ovulatoria es más una asociación que una relación causa efecto. Por ejemplo, Smith y Stewart (1990), demostraron que la amplitud de pulsos de L.H. aumenta junto a la tasa ovulatoria cuando se suplementa con lupino.

En cuanto a la F.S.H., los estudios sobre los cambios en la concentración sanguínea de esta hormona al someter ovejas a distintos planos nutricionales no han arrojado resultados del todo concluyentes (Findlay y Cumming 1976, Ritar y Adams 1988, Rhind et al. 1991, Dunn y Moss 1992, Catalano y Sirhan 1993).

Downing et al. (1995a), al suplementar ovejas con grano de lupino obtuvieron aumentos en la tasa ovulatoria no asociadas a modificaciones en la concentración de F.S.H.. Esto sugiere que la nutrición afecta la sensibilidad del folículo a la acción de la F.S.H. (Ritar y Adams 1988, Viñoles 2003).

Los efectos de la nutrición sobre los niveles de F.S.H. durante el ciclo estral son contradictorios. Existiría un incremento de los niveles de F.S.H., sobre todo en la fase folicular (Rhind 1985, Smith 1988) explicándose esto bajo un suplemento de lupino (Smith y Stewart, 1990) porque la atresia de los

folículos grandes o terciarios permite el incremento de esta gonadotropina al disminuir los niveles de estradiol e inhibina.

Davis et al. (1981) señalan que ovejas con ovulaciones múltiples registran mayores niveles de F.S.H. comparadas con ovejas de ovulaciones simples. También se encontró un estímulo en el comportamiento reproductivo en ovejas alimentadas con dietas ricas en proteínas, acompañado de un mayor nivel de F.S.H. durante el periodo denominado estratégico para lograr una mayor tasa ovulatoria (Smith, 1988).

Al medir la respuesta en la liberación de F.S.H. ante el agregado exógeno de GnRH con tres niveles de consumo diferentes (1/3 de mantenimiento, mantenimiento y 2 mantenimientos), se detectó una mayor producción de F.S.H. en respuesta al agregado de GnRH en aquellas ovejas con el plano nutritivo más bajo (1/3 de mantenimiento). Esto indicaría una respuesta distinta a la presentada por la L.H. frente a la GnRH ante condiciones variables de alimentación (Findlay y Cumming, 1976).

En un estudio donde se evaluó dos planos nutricionales distintos, se encontró una menor concentración de estrógenos en ovejas que presentaban un plano nutricional más alto. El descenso de la concentración de estrógenos se asocia con un incremento en la concentración de F.S.H. (Adams et al. 1997, Viñoles et al. 2002, Viñoles 2003).

Por su parte en lo que refiere a la progesterona, existe información respecto a que un aumento en el plano nutritivo implica descensos en la concentración de esta hormona (Williams y Cumming 1982, Parr et al. 1992, Lozano et al. 1998). Una baja ingestión de alimento incrementa inicialmente los niveles sanguíneos de progesterona, reduciéndose su secreción si la restricción es mayor a dos semanas (Williams y Cumming, 1982).

Se han estudiado las concentraciones sanguíneas de L.H., F.S.H. y aminoácidos (leucina, valina e isoleucina), para determinar como actúa la proteína dietaria en aumentar la prolificidad, y no se ha podido llegar a una conclusión definitiva (Catalano y Sirhan, 1993).

Radford et al. (1980), Ritar y Adams (1988), señalan que los aumentos obtenidos en la tasa ovulatoria al suplementar con dietas proteicas podrían deberse a una mayor sensibilidad ovárica a las gonadotropinas, y no a cambios en las concentraciones de dichas hormonas hipofisarias.

Hay varias hipótesis que sostienen que una dieta rica en energía aumenta la tasa ovulatoria. Dentro de ellas, el consumo de dietas ricas en

energía provocaría un mayor metabolismo hepático de los esteroides (Thomas et al., 1987), disminuyendo la retroalimentación negativa que ejercen estos sobre el eje hipotálamo-hipófisis, lo que desencadenaría una mayor producción de gonadotropinas. Por otro lado, aumentos en glucosa e insulina por dietas ricas en energía permiten un ahorro de proteína como precursor de energía, esto permite mayor disponibilidad de nitrógeno para sintetizar enzimas microsomales hepáticas (Smith, 1988). También puede existir una acción directa de la insulina sobre el hipotálamo estimulando la secreción de GnRH y por lo tanto de la F.S.H. y L.H., responsables de un aumento en la tasa ovulatoria, o eventualmente sensibilizar el tejido ovárico a las gonadotropinas que provocaría el mismo efecto (Catalano y Sirhan, 1993).

Sin embargo, Muñoz- Gutierrez et al. (2002) utilizando lupino e infusiones de glucosa como dietas, no encontraron efecto sobre las concentraciones de F.S.H. respecto al control y sugieren que los suplementos energéticos podrían estar modificando el reclutamiento y selección de folículos en forma directa. Estos autores agregan que este efecto podría estar mediado por cambios en la concentración de leptina.

Viñoles (2002), evaluó dos condiciones corporales contrastantes en ovejas Ideal, una alta condición (4,1) frente a una baja condición (1,9). Los resultados encontrados pusieron en evidencia una mayor tasa ovulatoria, mayor concentración de F.S.H. y una menor concentración de estradiol en las ovejas de alta condición corporal con respecto a las de baja condición. La conclusión fue que mayores concentraciones de F.S.H. en las ovejas de alta condición permiten alargar el periodo de reclutamiento, determinando una mayor tasa ovulatoria.

Se plantean algunos modelos con relación a los mecanismos por los cuales una dieta rica en energía estimula el comportamiento reproductivo. Un modelo se basa en que las enzimas microsomales hepáticas poseen capacidad de metabolizar esteroides (Thomas et al., 1987) por lo que el efecto de retroalimentación negativa ejercido por dichas hormonas a nivel hipotálamo hipófisis sería menor y desencadenaría una mayor producción de gonadotropinas.

Smith (1988), planteó que las dietas energéticas provocan un aumento de la glucosa e insulina permitiendo un ahorro de proteína que no será metabolizada como fuente de energía, por lo que habría una mayor retención temporal de nitrógeno que aumentaría la síntesis de enzimas microsomales hepáticas.

Otro modelo sugiere que el consumo de energía estimula la secreción de gonadotropinas, las cuales serían responsables de la mayor tasa ovulatoria (Catalano y Sirhan, 1993).

2.2.3. Tasa ovulatoria

La tasa ovulatoria se define como el número de ovocitos producidos por los ovarios en cada ciclo estral, y determina el número potencial de corderos a nacer para cada oveja (Banchemo et al., 2003). En general, no todos los ovocitos ovulados sobreviven y culminan en corderos viables, sin embargo cuanto más ovocitos son ovulados en una majada habrá más oportunidad de producir corderos (Banchemo y Quintans, 2005).

En esta etapa se destacan los procesos de reclutamiento y selección folicular. A mayor tasa de reclutamiento y menor presión de selección se da mayor tasa ovulatoria. Esta es determinante en el momento de definir el potencial reproductivo de la oveja de cría mediante su efecto sobre la prolificidad, pero también sobre la fertilidad de la majada (Azzarini, 1992).

Nuestras majadas generalmente tienen una baja tasa ovulatoria por lo que frecuentemente entre 1 ó 2 ovejas de cada 10 tienen el potencial de gestar mellizos (Banchemo y Quintans, 2005).

2.2.4. Factores que modifican la tasa ovulatoria

Los principales factores que modifican la tasa ovulatoria son los factores genéticos, los factores internos o propios del animal (edad, peso y condición corporal) y los factores ambientales (alimentación, estación del año, efecto macho) (Fernández Abella, 1993).

La tasa ovulatoria está determinada mayoritariamente por el genotipo de la oveja, pero factores ambientales (sobre todo la nutrición) influyen marcadamente sobre este potencial. O sea que dentro de una misma raza se pueden tener ovejas con mayor tasa ovulatoria (Banchemo y Quintans, 2005).

2.2.4.1. Factores genéticos

La mayor parte de las razas ovinas presentan una tasa ovulatoria variable entre 1 y 2, no obstante existen razas o líneas prolíficas que presentan modificaciones importantes en el crecimiento terminal de los folículos (Fernández Abella, 1993)

En las ovejas Booroola y D` Man un reclutamiento mas elevado y un menor porcentaje de atresia son los principales factores que determinan las altas tasas de ovulación. En la hembra Romanov y Finesa un solo factor o mecanismo se ve alterado; un reclutamiento más elevado en la oveja Romanov y una menor atresia en la hembra Finesa (Fernández Abella, 1993).

2.2.4.2. Factores internos o propios del animal

En cuanto a la edad las diferencias a partir de los 3-4 años (animales boca llena) son de escasa magnitud. Sin embargo las diferencias que pueden existir por factores genéticos y ambientales son de mayor incidencia que la edad (Fernández Abella, 1993).

El peso vivo también afecta la tasa ovulatoria existiendo una correlación positiva entre, aumento de peso vivo y tasa ovulatoria (Lindsay et al. 1975, Kelly et al. 1983).

Cuando las ovejas tienen un mayor peso vivo al momento del servicio, presentan una mejor condición corporal, o cuando se les aumenta el nivel nutricional (cantidad o calidad) por un periodo que va de 4 días a 6 semanas (Banchero y Quintans, 2005).

Asimismo los cambios en peso vivo van a estar acompañados de dietas diferentes que determinan que el complejo peso vivo- alimentación sea más determinante en las variaciones de la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 1993)

Un incremento de 2,5 a 5 kg de peso corporal produce un incremento en la tasa ovulatoria entre el 6 y el 10 % (Edey 1968, Donnely et al. 1982, Kelly y Mc Evan 1983).

2.2.4.3. Factores ambientales

Los factores ambientales afectan directa e indirectamente la reproducción. Pueden ser clasificados en inanimados (nutrición y factores climatológicos) y animados cuando otras formas de vida (enfermedades) o individuos de la propia especie (factores biosociales) actúan de diferente formas sobre la fertilidad del individuo, (Fernández Abella, 1993), siendo la nutrición uno de los factores más importante (Smith 1985, Downing y Scaramuzzi 1991, Downing et al. 1995a, Luque et al. 2000, Blache et al. 2000, Muñoz-Gutierrez et al. 2002, Viñoles 2003), destacándose los niveles energéticos y proteicos. Los primeros favorecen la selección folicular reduciendo el porcentaje de atresia (Haresign 1981, Fernández Abella 1993).

Las respuestas a la nutrición, especialmente los cambios en la concentración de energía, se pueden dividir en efectos indirectos o de largo plazo y efectos directos o de mediano y corto plazo. Los de largo plazo hacen referencia a la influencia de la nutrición en las etapas fetales hasta alcanzar la pubertad y su repercusión en el animal adulto, mientras que los efectos de mediano plazo son aquellos que afectan dentro de un ciclo reproductivo o en el ciclo siguiente (en un lapso menor al año) (Fernández Abella, 1993).

Gunn (1983), Haresign (1984) destacan que los efectos de corto plazo son aquellos que actúan directamente en los periodos pre-apareamiento y apareamiento en la encarnerada.

La importancia del peso vivo (efecto estático) y su variación (efecto dinámico) durante el periodo de apareamiento sobre la tasa ovulatoria y tamaño de camada, fueron puestos en evidencia por Coop (1962). Sin embargo, los efectos a corto plazo provocados por un consumo de energía diferencial son efectivos dentro de un rango determinado de condición corporal (Gunn, 1983).

2.2.5. Efectos de la nutrición sobre la tasa ovulatoria

La nutrición es el factor ambiental más importante que afecta, directa e indirectamente a la reproducción, y puede ser definida en términos de aporte energético, proteico y en menor grado otros componentes tales como vitaminas (Azzarini 1985, Fernández Abella 1993).

La energía y la proteína pueden influir en la tasa ovulatoria independientemente uno del otro. Sin embargo, el nivel de uno de estos nutrientes puede afectar la respuesta del otro y para alcanzar un efecto máximo podría necesitarse un incremento de ambos (Banchero y Quintans, 2005).

En trabajos realizados por Morley et al. (1978) la tasa ovulatoria aumentó un 2% por kg de peso extra al momento de la encarnerada, mientras que en los trabajos de Kelley y Croker (1990) utilizando ovejas Merino Australiano, el aumento fue de 0,8 a 1,1% para borregas 2 dientes y ovejas adultas respectivamente.

Sin embargo, Lindsay et al. (1975) señalaron al peso vivo como un criterio inexacto, porque describe solo cambios en el largo plazo lo cual es incompatible con los procesos reproductivos que toman lugar en pocos días u horas. Esto quedó confirmado con los trabajos de Smith (1985), quienes encontraron que cambios en el peso vivo en el periodo preencarnerada y

encarnerada explicarían solo un 18,5 y un 42% de la variación de la tasa ovulatoria respectivamente.

Knight et al. (1975), Killeen (1982) describen aumentos en la tasa ovulatoria con dietas mejoradas, sin incrementos de peso vivo. Asimismo Oldham (1980), Smith y Stewart (1990) suplementando con grano de lupino observaron un inmediato aumento en la tasa ovulatoria, el cual no sería explicado por variaciones de peso vivo, indicando un efecto inmediato de los nutrientes sobre la tasa ovulatoria.

Rodríguez y Lafourcade (2004) trabajando con ovejas Corriedale encontraron que la mayor tasa ovulatoria y porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples se obtuvieron en las asignaciones de forraje que permitieron a los animales ganar condición corporal durante un flushing sobre una pastura mejorada con *Lotus pedunculatus* (cv Makú).

2.2.6. Sobrealimentación (Flushing)

La administración de dietas y suplementos ricos en energía ó proteína, previo a la encarnerada por periodos inferiores a un ciclo estral, desencadenan una serie de cambios metabólicos y endocrinos que alteran los procesos de crecimiento, maduración y/o atresia foliculares, provocando un aumento en la tasa ovulatoria y prolificidad (Catalano y Sirhan, 1993).

Ovejas en cualquier peso pueden tener distinta tasa ovulatoria dependiendo de los cambios de peso vivo logrados en las tres semanas previas (efecto dinámico, flushing) (Lindsay, 1976). A esto se le debe agregar que cambios en el cortísimo plazo pueden modificar la tasa ovulatoria sin variar el peso o condición corporal (Smith y Stewart, 1990).

El tipo de respuesta varía según el genotipo lo que lleva a que sea muy difícil predecir el tiempo necesario de flushing (semanas previas al servicio con sobrealimentación) (Fernández Abella, 1993).

Rattray et al. (1980) señalan que ovejas más pesadas que mantienen o pierden peso vivo a la encarnerada pueden tener una tasa ovulatoria similar o menor que una oveja más liviana que gana peso, resaltando la importancia de que las ovejas lleguen a la encarnerada ganando peso.

Otros autores han demostrado que una alimentación enriquecida puede aumentar la tasa ovulatoria sin aumentar el peso de las ovejas (Knight et al. 1975, Gherardi y Lindsay 1982, Oldham y Lindsay 1984). La tasa ovulatoria puede ser modificada por cambios de corto tiempo (4 a 6 días) en los

nutrientes, mucho tiempo antes de que registren cambios en la condición corporal, lo que se conoce como “efecto nutriente inmediato” (Fernández Abella, 1993). La etapa que va desde el día siete al trece del ciclo estral es donde la nutrición manifiesta mayor influencia sobre la tasa ovulatoria según sostienen Killeen (1982), Smith y Stewart (1990).

El mayor peso vivo en las ovejas afecta la tasa ovulatoria, hasta ciertos límites, al existir mayor número de folículos reclutables (Howland et al. 1966, Rhind y Mc Neilly 1986). Asimismo, ovejas mejor alimentadas reducen los niveles de selección folicular (Haresign 1981a, Smith y Stewart 1990).

Además Lassoued et al. (2004), al evaluar dos planos nutritivos, uno moderado donde se cubrían los requerimientos de mantenimiento y otro elevado donde se superaban dichos requerimientos, obtuvieron una mayor tasa ovulatoria en el plano nutritivo alto con respecto al bajo.

El contenido energético y proteico de la dieta puede influir sobre la tasa ovulatoria en forma independiente uno del otro. No obstante, el nivel de uno de estos componentes puede influir sobre la respuesta del otro, y para alcanzar un efecto máximo puede ser necesario un incremento de ambos (Smith, 1985). Un ejemplo de lo anterior lo representa el grano de lupino, que ha resultado un efectivo suplemento para lograr mayores niveles de tasa ovulatoria y prolificidad, atribuibles a su tenor energético, proteico o a ambos (Catalano y Sirhan, 1993).

Al evaluar en un flushing distintas dietas, se encontraron incrementos en la tasa ovulatoria en las que presentaban mayores contenidos proteicos y energéticos (Molle et al., 1995).

Teleni et al. (1989a, 1989b), buscando determinar la importancia relativa de la energía y la proteína como componentes de la dieta concluyeron que la energía es más importante.

La insulina influye en la respuesta del ovario a las gonadotropinas, porque indica la concentración de glucosa, y está a su vez relacionada con la energía disponible en el ovario (Viñoles, 2003).

2.2.6.1. Nutrición proteica

Entre los primeros trabajos que atribuyen al contenido proteico de la dieta como factor determinante del efecto flushing se encuentra el de Knight et al. (1975). Según estos autores, el suministro de grano de lupino permitió obtener mejoras significativas en el porcentaje de parición. Si bien Crocker et al. (1985)

no obtuvieron los mismos resultados, son varios los autores que lo confirman (Lindsay 1976, Teleni et al. 1989, Crocker et al. 1990).

Existe dificultad para conocer el efecto de la nutrición proteica sobre el comportamiento reproductivo debido a la degradación que las proteínas sufren a nivel ruminal. (McNabb et al., 1993). También se debe tener en cuenta la interacción energía/proteína, lo que hace más difícil su cuantificación (Gunn, 1983).

Con relación a la duración del flushing proteico, Stewart y Oldham (1986), demostraron que el consumo de grano de lupino ($500 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$) en los días 8 a 5 antes de la ovulación provoca mayores tasa ovulatorias que al suministrarlo en los días 4 a 1 previo a la ovulación.

Catalano y Sirhan (1993) destacan un trabajo donde al aumentar el contenido proteico de 300 a 380 g d^{-1} de un suplemento administrado durante 8 días (entre los días -7 y el celo) se registró un aumento en la tasa ovulatoria. Además cuando dichas dietas se suministraron durante todo el ciclo estral, los resultados no difirieron de los anteriores.

Luque et al. (2000) destacan que el periodo crítico para lograr aumentos en la tasa ovulatoria al suplementar con proteína sería 6 días antes de la ovulación. De esta manera se incluyen los días 10 a 14 del ciclo estral donde ocurren la mayoría de los factores que afectan la tasa ovulatoria (Lindsay, 1976). Esto coincide con lo referido a flushing energético y reafirma lo señalado previamente donde varios autores concuerdan en que los periodos cortos de suplementación previo a la encarnerada permiten obtener incrementos en la tasa ovulatoria.

En cuanto al nivel mínimo de proteína capaz de ejercer un efecto estimulador, Catalano y Sirhan (1993), destacan que aquellos grupos de ovejas que consumen más de 125 g d^{-1} de proteína digestible por cabeza presentan un 20% más de ovulaciones múltiples que aquellas con menor consumo.

En ovejas Merino australiano, el nivel de consumo requerido para mantenimiento es de 35 g d^{-1} de PC. Fletcher (1981), trabajando con cinco raciones diferentes, obtuvo aumentos en la tasa ovulatoria al aumentar el nivel de consumo de 35 a 75 g d^{-1} , no registrándose nuevos aumentos cuando el consumo fue de 150 g d^{-1} . A su vez Ritar y Adams (1988) obtuvieron una tasa ovulatoria de 1,4 suplementando con $600 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ de lupino, frente a 1,19 del testigo sin suplemento. Crocker et al. (1990), suplementando ovejas con 500

g de lupino animal⁻¹ d⁻¹ obtuvieron 1.57 de tasa ovulatoria en relación a 1.32 del testigo, y 54.8 % de ovejas con preñez múltiple en relación a 32.2% del testigo.

Por otra parte los niveles adecuados de proteína incrementan el número de folículos reclutados. En ambos casos la tasa ovulatoria se incrementa hasta cierto límite determinado por la genética (Lindsay 1976, Knight 1981).

Smith (1985) realizó varios experimentos demostrando que en gran parte los niveles de proteína actúan en forma independiente a los de energía. El aporte de proteína, excepto a bajos niveles de energía, incrementa la tasa ovulatoria en un umbral de 125 g de proteína digestible por día (Davis et al. 1981, Smith 1985).

También se ha puesto especial atención en la calidad de la dieta proteica, indicándose que dietas con una alta proporción de proteínas no degradables a nivel ruminal, serían las que ejercen mayor estimulación sobre el comportamiento reproductivo (Catalano y Sirhan, 1993). Esta afirmación surge al no obtenerse aumentos en la tasa ovulatoria con el agregado de urea a una dieta compuesta por grano de lupino (30% proteína cruda), lo que sugiere que factores tales como la baja digestibilidad ruminal y/o el aporte del grano de lupino podrían ser los responsables del incremento en el desempeño reproductivo y no el mayor contenido de proteína cruda (Thompson et al., 1973). Esta afirmación fue corroborada por Hume (1974), quien sostiene que la respuesta en términos reproductivos al suministro de lupino estaría asociada con la cantidad de proteína sobrepasante que este posee, y no únicamente al consumo de proteína y/o energía por parte del animal.

Otros trabajos como el de Knight et al. (1975), arrojan resultados similares. Estos autores, trabajando con ovejas Merino Australiano y Corriedale, compararon dietas con similar contenido de nitrógeno (una con lupino, y otras con 50% de nitrógeno no proteico) obteniendo una mayor tasa ovulatoria y un mayor porcentaje de mellizos y de ovejas paridas en el tratamiento con lupino, mientras que el otro tratamiento no presentó diferencias significativas cuando se comparó con el tratamiento sin suplementar.

Por su parte Cruickshank et al. (1988) indican la importancia que la proteína suministrada no sea degradada en el rumen, permitiendo de esta forma obtener una mayor cantidad de aminoácidos disponibles a nivel intestinal. Nottle et al. (1988) coinciden con esta afirmación porque obtuvieron mayores valores de tasa ovulatoria en ovejas Merino Australiano al suplementar con lupino que con caseína tratada con formaldehído, siendo el efecto atribuible al mayor aporte de proteína sobrepasante del lupino.

Catalano y Sirhan (1993), en un trabajo con ovejas Merino a las que se les suministró un suplemento con alta proporción de harina de pescado (proteína de baja degradabilidad ruminal) durante un periodo menor a un ciclo estral, encontraron aumentos en la tasa ovulatoria, porcentajes de ovulaciones múltiples y prolificidad en aquellos animales que recibieron dicha dieta frente a un testigo sin suplementar.

Luque et al. (2000) señalan que los taninos condensados que se encuentran en algunas especies forrajeras tienen la habilidad de proteger a la proteína dietaria de la degradación ruminal. En *Lotus corniculatus* la acción de los taninos condensados reduce la degradación de proteína del rumen (McNabb et al., 1996).

Min et al. (1999), registraron una mayor tasa ovulatoria en ovejas que pastorearon *L. corniculatus* en comparación a las que se les ofreció una pastura compuesta por raigras perenne y trébol blanco.

La mayor absorción de aminoácidos esenciales en el intestino delgado a causa de la menor degradación de la proteína en rumen, podría ser una de las vías por la cual la proteína incrementa la tasa ovulatoria. Catalano y Sirhan (1993) encontraron que existiría una estricta relación entre tasa ovulatoria y la concentración sanguínea de aminoácidos de cadena ramificada (valina, leucina e isoleucina).

Waghorn y Smith (1990) realizaron un ensayo con dietas que aportaban un adecuado y alto contenido proteico y se evaluó la tasa ovulatoria y la concentración sanguínea de aminoácidos. El grupo que consumió un alto contenido proteico presentó una mayor tasa ovulatoria, similar concentración de aminoácidos no esenciales y un incremento significativo de las concentraciones de aminoácidos de cadena ramificada y otros aminoácidos esenciales.

Downing et al. (1990, 1995a, 1995b) en ensayos en los que se administró por vía intravenosa aminoácidos de cadena ramificada, obtuvieron un aumento de la tasa ovulatoria y un incremento significativo en los niveles sanguíneos de glucosa e insulina. Estos autores proponen que la insulina u otras hormonas relacionadas con el metabolismo podrían estar involucradas en la respuesta ovárica observada.

Cruickshank et al. (1988), confirmaron la influencia positiva de la proteína sobre la tasa ovulatoria, pero no excluyen la posibilidad que el efecto de este nutriente pueda deberse a su contenido energético. Coincidiendo con esto, Acuña et al. (1988), suplementaron ovejas con cebada y lupino, y concluyeron que si bien el consumo diario era el mismo en ambos casos, los animales

suplementados con lupino consumían además mayores niveles de energía metabólica, lo que podría estar explicando el aumento obtenido en la tasa ovulatoria. Similar criterio plantea Azzarini (1991), analizando el tipo de fermentación ruminal originado por el grano de lupino, con mayores niveles de celulosa, hemicelulosa y azúcares en relación a los cereales.

En Uruguay, Acuña et al. (1988), estudiaron el efecto de suplementar ovejas Ideal entorno a la encarnerada con una fuente proteica (farelo: 34,8% de proteína cruda) y una fuente energética (grano de avena: 12,5 Mcal kg⁻¹ de EM), obteniendo diferencias de 17% en la tasa ovulatoria entre el grupo suplementado con farelo y el testigo sin suplementar, explicada por el nivel de proteína de este suplemento. Sin embargo en el tratamiento con grano de avena la tasa ovulatoria se incrementó en un 6,8%, lo que sugiere un cierto efecto de esta sobre la tasa ovulatoria, aunque menor que el causado por la proteína.

Nottle et al. (1990), suministraron grano de lupino a ovejas Merino durante 7 días, comenzando el día 3, 7 u 11 del ciclo estral, y posteriormente indujeron la ovulación. Estos autores concluyeron que el aumento en la tasa ovulatoria no depende del estado del ciclo en el cual se comienza la suplementación o del momento donde se induce la luteólisis, sino que la respuesta ovulatoria al consumo de lupino se desencadena en los días previos a la fase folicular.

Smith (1985) demostró que la tasa ovulatoria aumenta con un incremento de proteína y energía. A un mismo nivel de energía existe un incremento lineal en la tasa ovulatoria a medida que la proteína aumenta. Pero para que esto suceda debe consumirse un nivel mínimo de proteína digestible por día del orden de los 125 g oveja⁻¹. Sin embargo Thompson et al. (1973) no lograron incrementar la tasa ovulatoria mediante el uso de urea, lo que implica que otros factores como la baja degradabilidad y/o el aporte energético del grano de lupino podrían ser los responsables del incremento en la tasa ovulatoria y no el mayor contenido de proteína cruda.

Por otra parte, Barry y McNabb (1999), encontraron un significativo aumento de la tasa ovulatoria cuando las ovejas consumieron *Lotus corniculatus* respecto a otro tipo de pastura, atribuyendo estas diferencias a la alta concentración de taninos condensados, quienes aportan proteína no degradable a nivel ruminal.

Fletcher (1981), sugiere que un incremento en el consumo de proteína solo estimula la tasa ovulatoria cuando el consumo inicial de la misma es de

mantenimiento, porque cuando el consumo inicial de proteína es moderado o alto, la respuesta es muy pobre o eventualmente no hay respuesta.

Banchero et al. (2003), estudiando el efecto del flushing sobre la tasa mellicera en ovejas Corriedale manejadas sobre campo natural a las cuales se les permitió el acceso a una pastura con *Lotus pedunculatus* (cv Grassland Maku) con 20-30% de leguminosas por 19 días; obtuvieron que el suministro de mejoramientos ricos en leguminosas por un periodo muy corto (13-19 días) permitiría incrementar la tasa ovulatoria y por ende la tasa mellicera. El Lotus Maku ofrecido a las ovejas presentó casi tres veces los niveles de proteína del campo natural.

Las ovejas con acceso a Lotus Maku como las ovejas con acceso a campo natural y suplementadas con expeller de girasol tuvieron una tasa ovulatoria más alta que las ovejas con acceso solo a campo natural. Las ovejas suplementadas con ración a base de expeller de girasol- maíz o con bloque comercial sobre campo natural, al igual que las ovejas suplementadas con maíz sobre Lotus Maku tuvieron tasas ovulatorias más altas que las ovejas con acceso solo a campo natural. Sin embargo estas diferencias no fueron significativas. Las ovejas que tuvieron acceso a más proteína presentaron las mejores respuestas en tasa ovulatoria (Banchero y Quintans, 2004).

Periodos cortos de alimentación estratégica que van de 10 a 16 días para suplementos o pasturas de calidad permiten incrementos importantes en la tasa ovulatoria de ovejas Corriedale en condición corporal moderada. El Lotus Maku es una buena alternativa para aumentar la tasa ovulatoria (Banchero y Quintans, 2005).

La suplementación de las ovejas con algunos concentrados proteicos como el expeller de girasol por periodos cortos (10 a 11 días) y muy poca cantidad de suplemento ($3,5$ a 4 kg animal⁻¹) aparece como otra alternativa para mejorar la tasa ovulatoria en predios ovejeros donde el acceso a una pastura de leguminosas no es posible. Estos suplementos proteicos pueden ser suministrados en forma de ración molida, peleteada o como bloques alimenticios (Banchero y Quintans, 2005).

Rodriguez y Lafourcade (2004), estudiando la tasa ovulatoria de ovejas pastoreando sobre un mejoramiento de Lotus Maku con diferentes asignaciones de forraje por kg de peso vivo concluyeron que, aquellos animales que tuvieron una mayor asignación presentaron una tendencia a aumentar el reclutamiento por encima de 2% de asignación. Esta tendencia se atribuiría a los mayores niveles de proteína que aportan las asignaciones superiores (≥ 4 %).

2.2.6.2. Nutrición energética

La tasa ovulatoria presenta respuesta al consumo de energía en el corto plazo dentro de un rango intermedio específico de condición corporal (2,5-2,75). Este rango varía según el genotipo, y fuera de este rango los efectos adicionales positivos o negativos del nivel de consumo de energía tienen poca incidencia sobre la tasa ovulatoria (Gunn, 1983).

La existencia de múltiples mecanismos reguladores de la tasa ovulatoria que podrían explicar la variabilidad que se encuentra en la respuesta a diferentes tratamientos dietarios (Banchemo y Quintans, 2005).

A su vez en el Uruguay se registró un incremento de un 12% de la tasa ovulatoria en ovejas Ideal al someterlas a un flushing durante cuatro semanas con distintos tipos de granos a razón de $400 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (Azzarini, 1990).

Teleni et al. (1989a) lograron incrementar la tasa ovulatoria al realizar inyecciones intravenosas de acetato y/o glucosa durante nueve días previos a la ovulación.

Parr et al. (1992) encontraron que entre el día 10 y el 14 del ciclo estral se encuentra el período más adecuado para suplementar y poder estimular la tasa ovulatoria.

En cuanto al nivel energético capaz de estimular el comportamiento reproductivo, Smith (1985) estableció que, por cada Megajoule (MJ) de energía digestible consumido por encima de los requerimientos de mantenimiento, se incrementa en el 1,5% el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples, mientras que Catalano y Sirhan (1993) determinaron que por cada MJ de energía metabolizable (EM) ingerido diariamente por encima de 12 MJ (requerimiento de mantenimiento) durante los últimos quince días del ciclo estral y hasta los 17 MJ de EM, el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples aumentó alrededor de 8 %.

Por último Teleni et al. (1989a) encontraron que la respuesta en tasa ovulatoria está muy relacionada con la tasa de entrada de glucosa. Estos investigadores proponen que independientemente del tipo de alimento (energético o proteico), la tasa de entrada de glucosa es la que explica el incremento en la tasa ovulatoria.

Sobre la base de los antecedentes que se han revisado se puede afirmar que la administración de dietas y suplementos ricos en proteína, energía o ambos, previo al servicio por períodos inferiores a un ciclo estral, desencadenan

una serie de cambios metabólicos y endocrinos que alteran los procesos de crecimiento, maduración y/o atresia foliculares, provocando un aumento en la tasa ovulatoria y prolificidad. Dicha respuesta no necesariamente se asocia con cambios en el peso vivo y/o condición corporal (Catalano y Sirhan, 1993).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. EXPERIMENTO A

El objetivo del Experimento A fue evaluar la respuesta en contenido proteico de una pastura natural al agregado de fertilizante nitrogenado.

3.1.1. Localización y características

Este experimento fue realizado en la Estación Experimental del Secretariado Uruguayo de la Lana, "Dr. Alejandro Gallinal", situada en la localidad de Cerro Colorado, departamento de Florida (33°52' latitud sur, 55°34' longitud oeste), sobre un suelo Brunosol Subeutrico Típico.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con parcelas de 10 x 30m y dos repeticiones. El 28/4/04 se aplicó Nitrato de Amonio que contiene 34,5 % N, del cual la mitad es inmediatamente disponible para las plantas como nitrato.

Las dosis aplicadas fueron 50, 100, 150, 200, 300 y 400 kg ha⁻¹. El 23/6/04 se cortó la pastura disponible en cada tratamiento con tijeras de aro al ras del suelo. Se extrajeron tres muestras por parcela en un cuadro de 0.2x0.5m. Las muestras fueron secadas, pesadas y se realizó un análisis del contenido de nitrógeno por Kjeldahl, multiplicándose por el factor 6.25 para estimar el contenido de proteína.

Es de destacar que el área donde se instalaron los tratamientos se encontraba intensamente pastoreada con ovinos, siendo imposible evaluar la cantidad de forraje disponible al inicio del experimento. Los ovinos fueron retirados cuando se aplicó el fertilizante.

Las temperaturas promedio y precipitaciones registradas en el año 2004 se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Temperatura promedio y precipitaciones 2004

	Media	Maxima (Abrigo)	Minima (Abrigo)	Maxima Intemperie	Minima Intemperie	Precipitaciones (mm)
Ene.	22,9	29	16,7	36,5	19,4	94,3
Feb.	21,5	27,8	15,1	34,3	15,9	43,7
Mar.	22	28,4	15,6	33,9	15,5	16,1
Abr.	19,7	24,8	14,6	28	15	180,6
May.	12,2	15,9	8,6	19,1	7,4	140
Jun.	11,7	15,2	8,3	17,6	5,9	82,9
Jul.	10,4	14,6	6,2	15,8	3,7	41,8
Ago.	13,1	17,1	9,1	19,1	7,8	26,2
Set.	13,4	18,4	8,4	21,9	7,6	56,2
Oct.	14,7	19,9	9,5	23,7	8,5	215,7

Fuente: Estación Meteorológica del S.U.L. (CIEDAG)¹

3.2. EXPERIMENTO B

En el Experimento B se evaluó la respuesta biológica ovina (tasa ovulatoria) al flushing realizado sobre campo natural con el agregado de diferentes dosis de fertilizante nitrogenado.

¹ Estación Meteorológica del SUL. (CIEDAG). Efecto de la fertilización nitrogenada en la proteína de la pastura (sin publicar)".

3.2.1. Localización y características

El experimento fue realizado en la Escuela Agraria de Pirarajá “Emilia Vigil de Olmos” ubicada en camino vecinal, 4 Km al oeste del Km 217 de la Ruta Nacional N° 8, en la 9° sección policial del departamento de Lavalleja (33° 44'15” de latitud sur, 54° 45' 24” de longitud oeste). El predio se encuentra ubicado al sur del arroyo Pirarajá y al noreste del Río Cebollatí, sobre la unidad de suelos Alférez, desarrollada de sedimentos limo arcillosos, sobre basamento cristalino, presentando grupos Coneat 10.7 (Carta de suelos 1:1000000). Esta unidad tiene como suelos dominantes Brunosol Subeutrico Luvico, Argisol Subeutrico Melanico Abrúptico y como suelo asociado, Planosol Subeutrico Melanico.

La vegetación campestre de este tipo de suelos presenta una escasa presencia de gramíneas invernales perennes (principalmente *Stipa sp* y *Piptochaetium sp*), predominando las gramíneas estivales como *Coelorachis selloana*, *Andropogon ternatus*, *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides*. Esta composición florística determina una calidad de forraje de media a baja, con una digestibilidad promedio del 50% y un contenido de proteína cruda de 8,6% (Risso et al., 2001).

La topografía de las parcelas de los tratamientos del experimento era de una pendiente suave (aproximadamente 1-2%) que finalizaba en una cañada con aguada permanente. La pendiente se dividía en ladera y bajo por partes iguales.

Al inicio del experimento y como consecuencia de un proceso de sequía y manejo durante el verano 2004/2005, el tapiz de las parcelas estaba dominado por especies rastreras como *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*, y malezas enanas, siendo *Oxalis sp.* la más numerosa. En la zona baja, se destacaba la presencia de esparrillo (*Stipa charruana*).

Los restos secos, resultantes de las situaciones ocurridas en el verano se entremezclaban con las especies presentes en la ladera y el bajo, respectivamente.

3.2.2. Periodo experimental, tratamientos y manejo del experimento

El trabajo de campo estuvo comprendido entre el 8/4/05 (estimación de la cantidad de forraje disponible) y el 1/7/05 (realización de la ecografía).

Los tratamientos fueron dos niveles de N (20 y 50 kg ha⁻¹), aplicado como nitrato de amonio, y una parcela testigo sin fertilizar. La fertilización se realizó el 13/4/05, 15 días antes del inicio del pastoreo de sobrealimentación (flushing).

En cada tratamiento se utilizaron 30 ovejas de cría de la raza Corriedale, destetadas en el mes de enero de 2005, de 53,5 ± 4,69 kg de peso vivo y 3,8 ± 0,48 de condición corporal según la escala de Jeffries (1961). Los animales pastorearon con una asignación de forraje estimada del 4%, en régimen de pastoreo continuo por 20 días (28/4/05 al 19/5/05). Las ovejas fueron sincronizadas mediante la colocación de esponjas con progestágenos el 19/4/05 y dosificadas con Doramectina para eliminar posibles parásitos gastrointestinales.

El área de las parcelas (1.8 ha) se calculó de acuerdo con la disponibilidad de forraje (828 kg ha⁻¹ de materia seca), una utilización arbitrariamente establecida (70%), la asignación de forraje, el número y peso de los animales, así como el tiempo de pastoreo; aplicando las siguientes fórmulas:

$$A = \frac{PVT \times AF \times Nd}{Disp \times 100}$$

A= área de la parcelas
PVT= peso vivo total de los animales
AF= asignación de forraje (kg de forraje utilizable/ 100 kg Peso Vivo)
Nd= número de días de pastoreo
Disp= disponibilidad de MS utilizable. (70% de utilización)

Los ovinos tuvieron un acceso irrestricto al agua pero sin sombra.

3.2.3. Registros efectuados en la ovejas de cría

Además del peso vivo y la condición corporal, al final del flushing (19/5/05) se realizó diagnóstico de actividad ovárica a todas las ovejas mediante la técnica de endoscopia (Thimonier y Mauleón, 1969) utilizando un laparoscopio Storz de 5mm y 30°.

Por este procedimiento se pudo determinar la tasa ovulatoria (número de óvulos producidos/ ovejas que ovularon), nivel ovulatorio (número de óvulos producidos/ ovejas totales), así como también el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples (número de ovejas que producen más de un óvulo/ ovejas que ovularon) en cada tratamiento.

El 1/7/05 se realizó diagnóstico de preñez utilizando un ecógrafo Aloka SD500 de sonda sectorial de 3.5 MHz, donde se registró las ovejas que se encontraban gestando, las vacías, y las que presentaban gestación múltiple.

3.2.4. Registros realizados en la pastura

En los tres tratamientos se realizó estimación de cantidad de materia seca disponible y remanente (expresándola en kg ha^{-1}) mediante cortes con tijeras de aro a 1-2 cm del suelo, utilizando un cuadro de 0.2 m por 0.5 m.

Simultáneamente con la estimación de disponibilidad, se realizó una cosecha a mano de forraje (hand-clipping,) según Mulholland et al. (1974), Green y Detling (2000), simulando la preferencia ovina para estimar la capacidad selectiva en calidad de la pastura presente.

Las muestras de forraje disponible, remanente y hand-clipping fueron secadas en una estufa de aire forzado a 60°C , molidas con malla 1 mm y analizadas por el método de Kjeldahl para determinar el contenido de proteína, multiplicando la concentración de N por el factor 6.25.

Los análisis de secado y proteína cruda fueron realizados en el laboratorio de nutrición del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) en la estación experimental de Cerro Colorado.

3.2.5. Estimación del consumo diario a través del forraje desaparecido

Para estimar el consumo diario por animal, se tuvo en cuenta el forraje desaparecido: MS inicial – MS final.

Con el forraje desaparecido se calculo el consumo diario por animal teniendo en cuenta el número de animales, días de pastoreo y la superficie de las parcelas.

3.2.6. Registros meteorológicos

Las precipitaciones (Cuadro 2) ocurridas desde el mes de enero hasta el fin del flushing, fueron proporcionados por la estación meteorológica de la Escuela Agraria. Cabe destacar la importante lluvia registrada el día posterior a la aplicación del fertilizante.

Cuadro 2. Registros de precipitaciones (de enero al fin del flushing)

Fecha	Precipitaciones (mm)	Fecha	Precipitaciones (mm)
20/1/05	3	11/4/05	23
31/1/05	12	12/4/05	14
8/2/05	3	14/4/05	122
25/2/05	18	5/5/05	36
13/3/05	25	6/5/05	55
20/3/05	10	9/5/05	30
21/3/05	8	11/5/05	33.5
29/3/05	7	12/5/05	3
31/3/05	2	13/5/05	14
2/4/05	2	14/5/05	58
10/4/05	10	15/5/05	36

Fuente: Registros Escuela Agraria de Piraraja

3.3. ANALISIS ESTADÍSTICO

Las variables continuas (Materia seca disponible y remanente) se analizaron mediante el Modelo Lineal Generalizado (procedimiento GLM, SAS/STAT, 1997), realizándose la separación de medias mediante la prueba de Duncan. Las variables discretas o proporciones (proteína bruta, tasa ovulatoria, preñez) se analizaron por razón de verosimilitud, utilizando el Modelo Lineal Generalizado (procedimiento GENMOD, SAS/STAT, 1997), asumiendo distribución binomial con función logit de enlace de la forma $g(\mu)=\log(\mu/1-\mu)$.

4- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EXPERIMENTO A

Los resultados obtenidos fueron los siguientes (cuadro 3):

Cuadro 3. Materia seca disponible (kg ha⁻¹) y contenido de proteína (%) para los diferentes tratamientos

	Tratamientos (kg de nitrato de amonio ha ⁻¹)						
	Testigo	50	100	150	200	300	400
MS disponible (kg ha ⁻¹)	218.3	235.0	223.3	351.7	350.0	288.3	396.7
	±	±	±	±	±	±	±
	24.4	48.6	16.9	37.7	46.5	18.9	58.2
N=3	b	ab	b	ab	ab	ab	a
% de proteína	12.2	14.2	14.4	16.2	17.5	17.7	18.9
	±	±	±	±	±	±	±
	1.1	3.1	1.6	2.3	1.0	0.7	2.9
N=2	c	ab	ab	ab	ab	ab	a

Letras iguales en la fila no difieren significativamente (P>0.05)

Del cuadro se extrae que la cantidad de materia seca disponible fue significativamente diferente entre tratamientos, al igual que el contenido de proteína cruda (P<0.05). Ambos indicadores fueron mayores al aumentar la fertilización nitrogenada.

La escasez de precipitaciones (Cuadro 1) condicionó el crecimiento de la pastura y por ende la cantidad de materia seca disponible. Entre enero y marzo sólo se registraron 154.1 mm. Si bien en abril y mayo las lluvias fueron abundantes (320 mm), la vegetación dominante en ese período no tenía capacidad de respuesta.

Las especies que predominaban en el campo eran Ciperáceas, hierbas enanas (*Oxalis* sp) y la gramínea invernal *Danthonia rhyzomata*.

Además, el tiempo seco podría haber producido una mineralización de la materia orgánica con el consiguiente aumento del nitrógeno en el suelo. Este hecho se deduce de lo publicado por Formoso et al. (2001). El contenido proteico del testigo del experimento es un 20% superior en el mes de abril y un

50% superior en el mes de mayo respecto a los valores promedio para el campo nativo reportado por estos autores.

Por consiguiente, la respuesta de la vegetación al agregado de nitrógeno no fue proporcional a la cantidad de fertilizante aplicado.

4.2. EXPERIMENTO B

4.2.1 Disponibilidad de forraje

La cantidad de forraje disponible verde y seco al inicio del período de flushing (Cuadro 4) fue similar para los diferentes tratamientos ($P>0.05$). La relación entre ambas variables (MS/MV) es inferior a la esperada para campo natural en otoño por el activo rebrote de la pastura luego del período seco estival (Cuadro 2).

Cuadro 4. Disponibilidad inicial de pastura (en kg ha^{-1}) expresada en materia verde y materia seca para los diferentes tratamientos con nitrato de amonio.

Dosis (kg N ha^{-1})	Fecha muestreo	n	MS (kg ha^{-1})	MV (kg ha^{-1})	MS/MV (%)
0	19/04/2005	6	778 (± 265) a	1740 (± 558) a	44,7
20	19/04/2005	7	801 (± 421) a	1935 (± 800) a	41,4
50	19/04/2005	8	813 (± 232) a	1825 (± 482) a	44,5
Promedio	19/04/2005	21	799 (± 300)	1837 (± 598)	43,1

Letras iguales en la columna no difieren significativamente ($P>0.05$)

Al finalizar el flushing, la disponibilidad de materia seca promedio del remanente era un 62% menor que la disponibilidad promedio inicial, no existiendo diferencias entre tratamientos ($P>0.05$, Cuadro 5). Para la materia verde en cambio, se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos con 20 kg ha^{-1} de nitrógeno y testigo.

La relación MS/MV del forraje remanente también registró una disminución (43% a 38%). Sin embargo, esta disminución no fue similar en todos los tratamientos. En la parcela testigo, la relación MS/MV no registró cambios de importancia, pero sí en los demás tratamientos, donde la relación se redujo 5.6 y 9.2%, para 20 y 50 unidades de N ha^{-1} , respectivamente. Este efecto coincide con los resultados de Whitehead (1994), Perdomo y Barbazan (1999), Lamb et al. (2002) quienes encontraron que el agregado de fertilizante nitrogenado produce paredes celulares más delgadas, con mayor contenido

celular y por lo tanto a volumen constante estas presentan un menor contenido de materia seca que las sin fertilización.

Cuadro 5. Disponibilidad final de pastura (en kg ha⁻¹) expresada en materia verde y materia seca para los diferentes tratamientos con nitrato de amonio.

Tratamiento kg N ha ⁻¹	Fecha muestreo	N	MS (kg ha ⁻¹)	MV(kg ha ⁻¹)	MS/MV (%)
0	19/05/2005	5	268 (± 31) a	630 (± 60) a	42,5
20	19/05/2005	4	353 (± 5) a	985 (± 13) b	35,8
50	19/05/2005	5	290 (± 121) a	822 (± 353) ab	35,3
Promedio	19/05/2005	14	303 (± 44)	812 (± 185)	37,9

Letras iguales en la columna no difieren significativamente (P>0.05)

Al realizar una comparación entre la disponibilidad inicial y final (Cuadro 6) se encontró que las diferencias fueron significativas tanto para materia seca como para materia verde (P<0.05) en todos los casos exceptuando el tratamiento con 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Esto puede estar explicado por la alta variabilidad de los datos de disponibilidad inicial (CV: 52.4%) los cuales no permitieron captar estadísticamente las diferencias entre los tratamientos, necesiándose un mayor número de muestras para reducir la varianza interna.

Cuadro 6. Disponibilidad inicial y final de materia seca y materia verde (en kg ha⁻¹), forraje desaparecido, utilización y estimación del consumo.

Fertilización	Disponibilidad (Kg ha ⁻¹)					
	0N		20N		50N	
	MS	MV	MS	MV	MS	MV
Inicio	777.9	1740.1	801.3	1934.1	812.9	1825.1
	±265.5a	±557.5a	±420.6a	±799.7a	±232.1a	±482.0a
Final	268.0	630.0	360.0	985.0	290.0	822.0
	±31.1b	±59.6b	±14.1a	±12.9b	±121.0b	±353.3b
Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente (P>0.05)						
Desaparecido (Kg ha ⁻¹)	509,9		441,3		522,9	
Utilización (%)	65,5		55,1		64,3	
“Consumo” (Kg animal ⁻¹ día ⁻¹)	1,52		1,32		1,56	
“Consumo” (Kg MS día ⁻¹ Kg PV ⁻¹)	0.028		0.025		0.029	
					Promedio:	61.6
					Promedio:	1.47
					Promedio:	0.027

El porcentaje de utilización de la pastura fue en promedio 61,6 % (Cuadro 6), inferior a lo fijado arbitrariamente (70%) en la planificación del experimento. De acuerdo con la cantidad de materia seca disponible final, puede considerarse que la utilización fue excesiva durante el periodo de flushing y que la utilización planificada habría comprometido el desempeño de las ovejas.

La estimación del consumo promedio diario de materia seca de las ovejas fue de 1,47 kg. lo cual representa un 2,7% de su peso vivo. Este valor no difiere mayormente del expresado por Montossi et al. (2000) quien reporta un consumo de 2.1 % del peso vivo, por lo cual la disponibilidad no comprometió el consumo de los animales, pero de haberse llegado a la utilización fijada al inicio del experimento el consumo podría haberse restringido.

Por otro lado Aguirrezabala y Oficialdegui (1994), simulan un consumo potencial en otoño del 3% del peso vivo, y un consumo voluntario del 2.1% del peso vivo; la diferencia entre ambos estaría dada por características de la pastura como disponibilidad y digestibilidad. Los datos de consumo señalados por estos autores también son similares a los mencionados anteriormente.

La importancia del consumo y el efecto que ejercen las condiciones de la pastura (disponibilidad y digestibilidad), fueron marcadas por Freer y Christian (1983), Poppi et al. (1987), quienes dicen que el consumo voluntario de forraje es el principal factor determinante de la productividad en los sistemas de producción pastoriles, y la calidad y accesibilidad de las pasturas constituyen las principales fuentes de variación del consumo voluntario.

4.2.2. Contenido de proteína

La diferencia entre el porcentaje de proteína de la materia seca disponible inicial y final, no fue significativa ($P>0.05$) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Porcentaje de proteína en la pastura disponible al inicio y final del experimento

Tratamientos	ON	20N	50N
Inicio	10.3±1.3 a	10.7±0.7 a	10.8±1.0 a
Flushing			
Final	10.1±0.3 a	12.3±0.2 a	13.2±0.4 a
Flushing			

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P>0.05$)

Sin embargo, puede afirmarse que hubo un efecto del fertilizante sobre la calidad de la pastura porque las diferencias en el contenido de proteína disponible final fueron significativas entre tratamientos ($P<0.05$) (Cuadro 8), siendo un 18% y 23% superiores al testigo, para las aplicaciones de 20 y 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno, respectivamente. Este incremento de la proteína coincide con lo registrado en el Experimento A. Ayala y Carámbula (1994), encontraron resultados similares y citan que en campo natural, el agregado de nitrógeno permite elevar los porcentajes de proteína.

Cuadro 8. Porcentaje de proteína final (comparación entre tratamientos)

Dosis de N (Kg N ha ⁻¹)	Fecha	N	Proteína (%)
0	19/5/2005	3	10,1 (±0,3) c
20	19/5/2005	3	12,3 (±0,2) b
50	19/5/2005	3	13,2 (±0,4) a

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($P>0,05$)

Las precipitaciones de gran intensidad (122 mm, cuadro 2) registradas el día posterior a la aplicación del fertilizante, habrían impedido la obtención de mayores diferencias en contenido proteico de la pastura en las distintas parcelas. Perdomo y Barbazan (1999), Jones y Jacobsen (2001) sostienen que

la lixiviación en profundidad y la desnitrificación en condiciones de exceso de agua son las principales causas de pérdida de nitrógeno del suelo.

Sin embargo el contenido proteico obtenido mediante cosecha manual (hand-clipping) fue superior al obtenido en los disponibles (cuadro 9). Esto concuerda con Montossi et al. (2000), quien señala que el valor nutritivo del forraje consumido por los animales es mayor al ofrecido como consecuencia de la selección.

Cuadro 9. Porcentaje de proteína en la pastura estimado mediante hand clipping.

	Dosis de N kg ha ⁻¹		
	0	20	50
Hand-clipping (19/4/05)	16,2	15,6	15,2
Hand-clipping (19/5/05)	12,8	12,9	17,8

El contenido proteico de la pastura al inicio del flushing era un 26.5% y 20.9% superior que al final del mismo, para el testigo y el tratamiento con 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno, respectivamente. Esto puede ser explicado por la ajustada utilización que agotó las posibilidades de seleccionar forraje al reducir drásticamente la disponibilidad final. Por lo tanto y para las condiciones ambientales ocurridas durante el período experimental (precipitación abundante y concentrada), el tratamiento de 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno no logró mantener un nivel adecuado de calidad proteica de la pastura.

En cambio, con la aplicación de 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno y para las mismas condiciones ambientales, los ovinos mantuvieron e incrementaron su capacidad selectiva hacia el final del flushing, asegurándose un suministro proteico adecuado durante todo el periodo.

Los cuadros 10 y 11 presentan una comparación entre el consumo estimado de proteína y materia seca por los animales, y los requerimientos de los mismos (NRC, 1985).

Cuadro 10. Comparación entre consumo de MS y proteína cruda con requerimientos ovinos según NRC (1985), evaluado en el forraje disponible

Dosis (kg N ha ⁻¹)	MS (Kg ⁻¹ animal ⁻¹ d ⁻¹)	Proteína (gr ⁻¹ animal ⁻¹ d ⁻¹)
0	1.52	156.6
20	1.32	141.2
50	1.56	168.5
Requerimientos(*)	1.6	150.0

Cuadro 11. Comparación entre consumo de MS y proteína cruda con requerimientos ovinos según NRC (1985), evaluados con hand clipping.

Dosis (kg N ha ⁻¹)	MS (Kg ⁻¹ animal ⁻¹ d ⁻¹)	Proteína (gr ⁻¹ animal ⁻¹ d ⁻¹)
0	1.52	246.2
20	1.32	205.9
50	1.56	237.1
Requerimientos(*)	1.6	150.0

(*) Los datos de requerimientos fueron incrementados en un 60% debido al flushing, con respecto a los requerimientos de mantenimiento.

A excepción de la proteína cruda de la dosis de 20 kg ha⁻¹ de nitrógeno, la concentración de proteína de la pastura es superior a la requerida por las ovejas, pero el consumo potencial (1.6 kg animal⁻¹ d⁻¹) es algo mayor que lo estimado en los tratamientos. Esta situación sugiere que la utilización efectuada pudo tener características restrictivas para los animales.

4.2.3. Efecto del pastoreo previo a la encarnerada sobre el estado nutricional de las ovejas

El peso de las ovejas al comenzar el experimento no era limitante encontrándose en una condición corporal promedio superior a 2.75, por encima de la requerida para obtener respuesta a un flushing (Gunn, 1983), por lo cual los cambios en un corto periodo no se consideraron relevantes (Cuadro 12).

Cuadro 12. Peso y condición corporal de los lotes de ovejas seleccionadas para los diferentes tratamientos.

Lote	Tratamiento	Peso (prom.)	C.C. (prom.)
1	0 N	53,9 (\pm 4,7)	3,5 (\pm 0,5)
2	20 N	53,7 (\pm 4,7)	3,2 (\pm 0,4)
3	50 N	53,4 (\pm 4,9)	3,3 (\pm 0,5)
Promedio		53,6	3,33

4.2.4. Tasa ovulatoria y nivel ovulatorio

Debido a que todas las ovejas ovularon, la tasa ovulatoria y el nivel ovulatorio son iguales (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de la tasa ovulatoria (T.O.) y nivel ovulatorio (N.O.) de las ovejas de los tratamientos con 20 y 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno y testigo.

	T.O.	N.O.
Testigo	1,10 a	1,10
Fertilización 20 N	1,30 a	1,30
Fertilización 50 N	1,29 a	1,29

Letras iguales en la columna no difieren significativamente $P > 0.05$

La tasa ovulatoria presentó una tendencia positiva en los tratamientos con fertilización nitrogenada en relación al testigo, aunque no fueron significativas ($P > 0.05$). Las diferencias se explicarían por la influencia del fertilizante nitrogenado, con las restricciones ambientales previamente discutidas.

La tendencia coincide con lo reportado por Lindsay (1976), Fletcher (1981), Knight (1981), Stewart y Oldham (1986), Ritar y Adams (1988), Crocker et al. (1990), Catalano y Sirhan (1993) quienes encontraron un efecto significativo de la sobrealimentación proteica previo a la encarnera sobre la tasa ovulatoria, pero suministrando suplementos proteicos en lugar de aplicar fertilizantes a una pastura.

4.2.5. Resultados de la ecografía

El porcentaje de preñez detectado por ecografía registró diferencias entre los tratamientos de 20 y 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno (P<0.05), pero no con el testigo (P>0.05, cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de los resultados de la ecografía realizada a las ovejas de los tratamientos de 20 y 50 kg ha⁻¹ de nitrógeno y testigo.

	Ovejas preñadas	Ovejas vacías	Porcentaje de preñez
Testigo	26	4	86,7 ab
Fertilización 20 N	26	2	92,9 a
Fertilización 50 N	20	9	69,0 b

Letras iguales en la columna no difieren significativamente P> 0.05

Estos resultados no concuerdan con la respuesta esperada en la tasa ovulatoria, lo que pone de manifiesto la importancia del manejo en la encarnerada y post encarnerada para capitalizar en corderos los efectos positivos de un flushing.

5. CONCLUSIONES

En el experimento A, la fertilización con nitrato de amonio aumentó la concentración de proteína en la pastura disponible ($P < 0.05$). Este aumento fue significativo con respecto al testigo sin fertilizar, pero a dosis elevadas (400 kg ha^{-1}).

La respuesta biológica obtenida en tasa ovulatoria, no fue significativamente diferente entre el testigo y las dosis de 20 y 50 kg de nitrógeno ha^{-1} , respectivamente ($P > 0.05$). Sin embargo, se obtuvieron resultados superiores en los tratamientos con fertilizante que pudo deberse a la obtención de una dieta más rica en proteína en el flushing durante un período más prolongado.

La no concordancia entre el porcentaje de preñez esperado y la tasa ovulatoria registrada en los tratamientos, pone de manifiesto la importancia del manejo de la majada en la encarnerada y pos encarnerada, ya que los efectos positivos obtenidos en el flushing no son permanentes *per se* y pueden eliminarse generando resultados adversos.

La ocurrencia de fenómenos climáticos no controlables experimentalmente, pudo afectar los resultados ocurridos, por lo que sería necesario repetir el experimento.

6. RESUMEN

En la estación experimental del Secretariado Uruguayo de la Lana, “Dr. Alejandro Gallinal”, localidad de Cerro Colorado, Florida, se realizó un experimento en el cual se evaluó el efecto de aplicar distintas dosis de nitrato de amonio sobre el contenido de proteína del campo natural. Dicho trabajo abarcó el periodo del 28/4/04 al 23/6/04. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con parcelas de 10 x 30m. Se aplicó Nitrato de Amonio en las siguientes dosis: 50, 100, 150, 200, 300 y 400 kg ha⁻¹. Luego se cortó la pastura disponible en cada tratamiento con tijera de aro al ras del suelo. Se extrajeron tres muestras por parcela en un cuadro de 0.2x0.5m. A las muestras se les realizó un análisis del contenido de nitrógeno por Kjeldahl, multiplicándose por el factor 6.25 para estimar el contenido de proteína de cada uno de los tratamientos. Con este precedente, en la Escuela Agraria de Piraraja “Emilia Vigil de Olmos” ubicada en el departamento de Lavalleja (33° 44’15” de latitud sur, 54° 45’ 24” de longitud oeste) se llevó a cabo un experimento en el cual se evaluaba si al fertilizar campo natural con nitrato de amonio con el fin de aumentar el nivel proteico de la pastura, se podía lograr un efecto flushing alimentando ovejas Corriedale entorno a la encarnadura. El periodo experimental se comprendió entre el 8/4/05 y el 1/7/05. Se seleccionaron 90 ovejas, las que conformaron tres lotes uniformes en peso (53,5 ± 4,69 kg) y condición corporal (3,8 ± 0,48). Se realizó la fertilización de las parcelas de 1.8 ha (calculada a partir de una disponibilidad de 828 kg ha⁻¹ de materia seca y una utilización arbitraria de 70%), aplicando dosis de 20 y 50 kg de N ha⁻¹ dejando un testigo sin fertilizar. Las ovejas fueron sincronizadas con esponjas de progestagenos y desparasitadas con Doramectina. Los animales ingresaron a las parcelas con una asignación de 4% de materia seca y una disponibilidad de 799 (± 300) no existiendo diferencias significativas entre las parcelas, y permanecieron 20 días en las mismas. Las variables continuas (Materia seca disponible y remanente) se analizaron mediante el Modelo Lineal Generalizado (procedimiento GLM, SAS/STAT, 1997). Las variables discretas o proporciones (proteína bruta, tasa ovulatoria, preñez) se analizaron por razón de verosimilitud, utilizando el Modelo Lineal Generalizado (procedimiento GENMOD, SAS/STAT, 1997). Luego de retirar los animales se midió la disponibilidad de materia seca y el contenido de proteína en las distintas parcelas. Mientras que en los animales se realizó un diagnóstico de actividad ovárica utilizando un laparoscopio Storz de 5mm y 30°. Posteriormente se llevó a cabo un diagnóstico de preñez para luego compararlo con la tasa ovulatoria.

Palabras clave: Flushing; Tasa ovulatoria; Fertilización

7. SUMMARY

In the international station Uruguayan Secretariat of Wool, "Dr. Alejandro Gallina", situated in Cerro Colorado, Florida, an experiment was carried out in which was evaluated the effect of applying different doses of nitrate of ammonia over the natural field protein content. This field work covered a period between 28th April 2004 and 23rd June 2004. The experiment design was completely fortuitous with 10 x 30 m plots. Nitrate of ammonia was applied in different doses: 50, 100, 150, 200, 300 and 400 Kg ha⁻¹. Later, the available pasture in every treatment was cut, using a ring scissor at ground level. Three samples were taken out per plot in a square of 0.2 x 0.5 m. These samples were later analyzed to test their nitrogen content in each treatment. With this precedent, in the Agricultural school in Pirarajá "Emilia Vigil de Olmos" situated in Lavalleja (33° 44' 15" latitude south, 54° 45' 24" longitude west), an experiment was carried out to find out if a natural field fertilized with nitrate of ammonia, with the aim of increasing the pasture protein level, a flushing effect could be achieved, feeding Corriedale sheep around the mating period. This experimental period was carried out between 8th April 2005 and 1st July 2005. 90 sheep were selected and divided into three uniform weight lots (53 ± 4.69 kg.) and in corporal condition (3.8 ± 0.48). The parcel fertilization was put into effect in 1.8 há. (calculated from an availability of 828 kg há⁻¹ of dry matter) and an arbitrary utilization of 70%, applying 20 and 50 kg of N ha⁻¹ doses leaving a witness parcel without fertilizing. The sheep were synchronized with Progestagenous sponges and Doramectina parasiticide was used. The animals entered the plots with an assignment of 4% of dry matter and an availability of 799 ± 300 not existing any significant differences between the plots and they remained there for 20 days. The unchanging available variables and remaining dry matter were analyzed by means of the generalized linear sample (procedure GLM, SAS/STAT, 1997). The discrete variables or proportions (gross protein, ovulation rate, pregnancy) were analyzed by reason of probability making use of the generalized linear sample, (procedure GENMOD, SAS/STAT, 1997). After moving away the animals, the protein content along with the dry matter availability was measured in activity was applied to the animals using a Storz 5 mm and 30° laparoscope. Afterwards a pregnancy diagnosis was carried out to compare it later with the ovulation appraisal.

Keywords: Flushing; Ovulation rate; Fertilization.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA, J.; ANTONACCIO, A.; OSORIO, G. 1988. Efecto de la suplementación sobre el comportamiento productivo y reproductivo de ovejas Ideal manejadas sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 261 p.
2. ADAMS, N.R.; BRIEGEL J.R.; SANDERS, M.R.; BLACKBERRY, M.A.; MARTIN, G.B. 1997. Level of nutrition modulates the dynamics of estradiol feedback on plasma FSH in ovariectomized ewes. *Animal Reproduction Science*. 47: 59-70.
3. AGUIRREZABALA, M.; OFICIALDEGUI, R. 1994. Experimentación simulada del efecto de la época de apareamiento de ovinos y bovinos sobre el consumo de forraje y la capacidad de carga. *Producción Ovina*. no. 7: 23-34.
4. AYALA, W.; CARAMBULA, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Morón, A.; Risso, D. F. eds. *Nitrógeno en pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
5. AZZARINI, M. 1985. Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (2º, 1985, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 111-130.
6. _____. 1990. Contribución del control reproductivo a los sistemas de producción ovina. In: seminario Técnico de Producción Ovina (3º, 1990, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 111-127.
7. _____. 1991. El efecto de los lupinos sobre la reproducción de los ovinos. *Selección de Temas Agropecuarios*. no. 6: 29-50.
8. _____. 1992. Reproducción en ovinos de América Latina. Algunos resultados de la investigación sobre factores determinantes del desempeño reproductivo y su empleo en condiciones de pastoreo. *Producción Ovina*. no. 5: 7-56.
9. BAIRD, D.T.; McNEILLY, A.S. 1981a. Gonadotrophic control of follicular development and function during the oestrus cycle of the ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*. (Suppl. 30): 119-123.

10. _____; SWANSTON, I.A.; McNEILLY, A.S. 1981b. Relationship between LH, FSH, and prolactin concentration and secretion of androgens by the pre-ovulatory follicle in the ewe. *Biology of Reproduction*. 24: 1013-1025.
11. BANCHERO, G.; MILTON, J.; LINDSAY, D.; LA MANNA, A.; VAZQUEZ, A.I.; QUINTANS, G. 2003. Como aumentar la tasa ovulatoria/mellicera en ovejas Corriedale. *In: Jornada Anual de Produccion Animal (2003, Treinta y Tres)*. Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 52-56.
12. _____; QUINTANS, G. 2004. Alternativas nutricionales para aumentar los procreos ovinos. *In: Día de campo. (2004, Treinta y tres)*. Reproducción ovina: recientes avances realizados por el INIA. s.n.t. INIA Treinta y tres
13. _____; _____. 2006. Alternativas de manejo para aumentarla señalada de la majada en sistemas ganaderos extensivos. *In: Seminario de Actualización Técnica en Reproducción Ovina (2005, Tacuarembó)*. Recientes avances realizados por el INIA. Montevideo, INIA. p. 135.
14. BARRY, T.N.; McNABB, W.C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*. 81:263-272.
15. BEMHAJA, M.; BERRETA, E.J.; RISSO, D. 1994. Mejoramiento de campo; fertilización nitrogenada. *In: Jornada GLENCOE (1994, Tacuarembó)*. Pasturas y producción animal en basalto. Montevideo, INIA. pp. 2-7.
16. BERNARDIS, A.C.; ROIG, C.; BALBUENA, O.; FERNÁNDEZ, J.A. 2001. Respuesta de la fertilización nitrogenada en la producción y calidad en *Hemarthria altísima*. Corrientes, Argentina, UNNE. Secretaria General de Ciencias y Técnicas. 3 p. (Comunicaciones Científicas y Tecnológicas).
17. BERRETTA, E.J. 1996a. Campo natural; valor nutritivo y manejo. *In: Risso, D.F.; Berreta, E.J.; Moron, A. eds. Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).

18. _____.; RISSO, D.F. 1996b. Mejoramiento de campos en suelos sobre cristalino. *In*: Risso, D.F.; Berreta, E.J.; Moron, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 193-211 (Serie Técnica no. 80).
19. BINDON, B.M.; CUMMINS, L.J.; PIPER, L. R.; SHEA, J.O. 1981. Relation between ovulation rate and plasma progesterone in Merino with natural and induced high fecundity. *Proceeding of the Australian Society for Reproduction Biology*. 13: 79.
20. _____.; PIPER, L.R.; THIMONIER, J. 1984. Preovulatory LH characteristic, and time of ovulation in the prolific Booroola Merino ewe. *Journal of Reproduction and Fertility*. 71: 519-523.
21. BISTER, J.L.; PAQUAY, R. 1983. Fluctuation in te plasma levels of the follicle stimulating hormone during estrous cycle, anestrus, gestation and lactation in the ewe: evidence for an endogenous rhythm of FSH release. *Theriogenology*. 19: 565-580.
22. BLACHE, D.; CHAGAS, L.M.; BLACKBERRY, M.A.; VERCOE, G.B.; MARTIN, P.E. 2000. Metabolic factors affecting the reproductive axis in male sheep. *Journal Reproduction and Fertility*. 120: 1-11.
23. BOBBINK, R.; ASHMORE, M.; BRAUN, S.; FLUCKIGER, W.; VAN DEN WYNGAERT, I.J.J. 2002. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystem. (en línea). *Proceeding of Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL)*. 164: 43-170. consultado ago. 2006. disponible en <http://www.bafu.admin.ch/php/modules/shop/files/pdf/phpDQvvMp.pdf>
24. CABREIRA, C.; LOPEZ, G.; ROSITO, J.M.; SALDAÑA, J.; BERNARDIN J. 1988. Efeito da urea sobre uma pastagen natural do Rio Ggrande do Sul. *Revista Centro de Ciencias Rurais*. 18: 355-367.
25. CAHILL, L.P.; BLANC, M.R.; CUMMING, I.A.; MAULEON, P. 1979. The relationship between gonadotrophin levels early in the oestrus cycle and the subsequent twin ovulation rate in sheep. *Proceedings of the Australian Society for Reproduction Biology*. 11: 4.
26. _____. 1981. Folliculogenesis in the sheep as influenced by breed, season and oestrus cycle. *Journal of Reproduction and Fertility*. 30: 135-142.

27. CAMPBELL, B.K.; SCARAMUZZI, R.J.; EVANS, G.; DOWNING, J.A. 1991. Increased ovulation rate in androstenedione-immune ewes is not due to elevated plasma concentration of FSH. *Journal of Reproduction and Fertility*. 91: 655-666.
28. CATALANO, R.; SIRHAN, L. 1993. Flushing en ovinos: importancia de la proteína y le energía como determinantes de una mayor prolificidad. *Avances en Producción Animal*. 18 (1-2): 21-30.
29. COOP, I.E. 1962. Live weight productivity relationship in sheep. I. Live weight and reproduction. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 5: 249-264.
30. CROKER, K.P.; JHONS, M.A.; JHONSON, T.J. 1985. Reproductive performance of Merino ewes supplemented with sweet lupin seed in Southern Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 25: 21-26.
31. _____.; _____.; BELL, S.H.; BROWN, J.A.; WALLACE, J.F. 1990. The influence of vaccination with Fecundin and supplementation with lupin grain on the reproductive performance of Merino ewes in Westerns Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 30: 469-476.
32. CRUISKSHANK, G.J.; SMITH, J.F.; FRASER, D.J. 1988. The influence of abomasal infusion of protein or energy on ovulation rate in ewes. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 48: 77-80.
33. Da C. LIMA, G.F.; SELLENBERGER, L.E.; KUNKLE, W.E.; MOORE, J.E.; HAMMOND, A.C. 1999. Nitrogen fertilization and supplementation effects on performance of beef heifers. grazing limpgrass. *Crop Science*. 39:1853-1858.
34. DAVIS, I.F.; BRIEN, F.D.; FINDLAY, J.K.; CUMMING, I. A. 1981. Interactions between dietary protein, ovulation rate and follicle stimulating level in the ewe. *Animal Reproduction Science*. 4: 18-28.

35. DONNELLY, J.R.; MORLEY, F.H.W.; Mc KINNEY, G.T. 1982. The productivity of breeding ewes grazing on Lucerne or grass and clover pastures on the Tablelands of Southern Australia. I. Reproduction Australian Journal and Agricultural Research. 33: 1085-1097.
36. DOWNING, J.A.; SCARAMUZZI, R.J.; JOSS, J. 1990. Infusion of branched chain aminoacid will increase ovulation rate in the ewe. Proceeding of the Australian Society Animal Production. 18: 472.
37. _____.; _____. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic homones in ship. Journal of Reproduction and Fertility. (Suppl. 43): 209- 227.
38. _____.; JOSS, J.; SCARAMUZZI, R.J. 1995a. A mixture of the branched chain amino acids leucine, isoleucine and valine increases ovulation rate in ewes when infsed during the late luteal phase of the oestrus cycle; an effect that may be mediated by insulin. Journal of Endocrinology. 145(2):315-323.
39. _____.; _____.; CONNELL, P.; SCARAMUZZI, R.J. 1995b. Ovulation rate and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. Journal and Reproduction Fertility. 103: 137-145.
40. DUNN, T.; MOOS, E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. Journal of Animal Science. 70: 1580-1593.
41. DURU, M.; DELABY, L. 2003. The use of herbage nitrogen status to optimise herbage composition and intake and to minimize nitrogen excretion: an assessment of grazing management flexibility for dairy cows. Grass and Forage Science. no. 58. 350-361.
42. EDEY, T.N. 1968. Body weight and ovulation rate in sheep. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 7: 188-191.
43. FARADORI, C.D.; COLEEN, L.M.; FITZGERALD, M.E.; SKINNER, D.C.; GOODMAN, R.L.; LEHMAN M.N. 2002. Colocalization of progesterone receptors in parvicllular dynoprin neurons of the ovine preopticarea and hypothalamus. Endocrinology. 143: 4366-4274.

44. FERNANDEZ ABELLA, D. 1993. Principios de la fisiología reproductiva ovina. Montevideo, Hemisferio Sur. 247 p.
45. FINDLAY, J.K.; CUMMING, I.A. 1976. FSH in ewes; effects of season liveweight and plane of nutrition plasma and ovulation rate. *Biology of Reproduction*. 15: 335-342.
46. FLETCHER, I.C. 1981. Effect of energy and protein intake on ovulation rate associated with the feeding of lupin grain to Merino ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32: 79-87.
47. FORADORI, C.D.; COLEEN, L.M.; FITZGERALD, M.E.; SKINNER, D.C.; GOODMAN, R.L.; LEHMAN, M.N. 2002. Colocalization of progesterone receptors in parvicellular dynorpin neurons of the ovine preoptic area and hypothalamus. *Endocrinology*. 143: 4366-4274.
48. FORMOSO, D.; OFICIALDEGUI, R.; NORBIS, R. 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. *In: Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos*. Montevideo, SUL. pp. 7-24.
49. FOTHERGILL, M.; DAVIS, D.A.; MORGAN, C.T. 2001. Extensification of grassland use in the Welsh uplands: sheep performance in years 1-6. *Grass and Forage Science*. no. 56: 105-117.
50. FRANK, D.A.; EVANS, R.D.; TRACY, B.F. 2004. The role of ammonia volatilisation in controlling the natural ¹⁵N abundance of a grazed grassland. *Biogeochemistry*. 68: 169-178.
51. FREER, M.; CHRISTIAN, K.R. 1983. Application of feeding standard system to grazing ruminants. *In: Symposium of the International Network of Feed Information Centres (2nd., 1983)*. Proceedings. s.l., CAB. pp. 333-335.
52. GHERARDI, P.B.; LINDSAY, D.R. 1982. Response of ewes to lupin supplementation at different times of the breeding season. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 22: 264-267.
53. GREEN, A.; DETLING, J.K. 2000. Defoliation induced enhancement of total aboveground nitrogen yield of grasses. *Oikos*. 69(2): 280-284.

54. GUNN, R.G. 1983. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. In: Haresign, W. ed. Sheep production. London, Butterworths. pp. 99-110.
55. HALL, W.B.; McKEAN, G.M.; CORTER, J.O.; DAY, K.A.; HOWDEN, S.M.; SCANLAN, J.C.; JOHNSTON P.W.; BURROWS W.H. 1998. Climate change in Queensland's grazing lambs; II. An assessment of the impact on animal production from native pastures. Rangeland Journal. 20(2) 177-205.
56. HARESING, W. 1981a. 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.
57. _____. 1981b. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. II. Effects of undernutrition on pituitary responsiveness to luteinizing releasing hormone stimulation. *Animal Production*. 32: 257-260.
58. _____.; McLEOD, B.J.; WEBSTER, G.M. 1983. Endocrine control of reproduction in the ewe. In: Haresign, W. ed. Sheep production. London, Butterworths. pp. 358-379.
59. _____. 1984. Underfeeding and reproduction: Physiological mechanisms. *Les Colloques de l' INRA*. 20: 339-365.
60. HAT, M.F.; MOOR, R.M. 1978. Changes in the graafian follicle population during the follicular phase of the oestrus cycle. In: Crighton, D.B.; Haynes, N. B.; Foxcroft, G. R.; Lamming, G.E. eds. Control of ovulation. London, Butterworths. v. 11, pp. 117-196
61. HILL, R.W.; NEWHALL, R.; WILLIAMS, S.; ANDREW, B.; NICHOLAS, S. 2000. Grass pasture response to water and nitrogen. s.l., Utah State University. 8 p.
62. HOWLAND, B.E. 1966. Pituitary and ovarian function in ewes fed on two nutritional levels. *Journal of Animal Science*. 25: 716-721.
63. HUME, I.D. 1974. The production of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep feed on various protein concentrates. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25: 155-165.

64. JEFFERIES, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-21.
65. JONES, C.; J. JACOBSEN. 2001. Nitrogen cycling, testing and fertilizer recommendations. (en línea). In: Jones, C. Nutrient management modules. Rocky Mountain, Montana State University. Module 3, 166 p. (MSU Extension Service Continuing Education Series 4449- 3). Consultado 18 ago. 2007. Disponible en <http://landresources.montana.edu/NM/Modules/NM%203%20mt44493.pdf>
66. KALMBACHER, R.; WADE, M. 2003. Value of spring fertilization of bahiagrass. s.l., University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences. 4 p.
67. KARSH, F.J.; LEGANS, S.J.; RYAN, K.D.; FOSTER, D.L.; 1978. The feedback effects of ovarian steroids of gonadotrophin secretin. In: Crighton, D.B.; Haynes, N. B.; Foxcroft, G. R.; Lamming, G.E. eds. Control of ovulation. London, Butterworths. v.3, pp. 29-48
68. KELLY, R.W.; CROKER, K.P. 1990. Reproductive wasrage in Merino flocks in Western Australia; a guide for fundamental research. 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. 1-9.
69. KELLY, R.W.; McEVANS, S. 1983. Ovulation rate response of heavy and light ewes to flushing. New Zealand Ministry of Agricultura and Fifhing. Research Division. Annual Reports. 218 p.
70. _____; OWENS, J.L.; CROSBIE, S.F.; McNATTY, K.P.; HUDSON, N. 1984. Influence of Booroola Merino genotype on the responsiveness of ewes to pregnant mare serum gonadotrophin, luteal tissue weight and peripheral progesterone concentration. *Animal Reproduction Science*. 6: 199-207.
71. KILLEEN, I.D. 1982. Effects of fasting ewes before mating on their reproductive performance. *Theriogenology*. 17:433-435.

72. KNIGHT, T.W.; OLDHAM, C.M.; LINDSAY, D.R. 1975. Studies en 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.
73. _____; PAYNE, E.; PETERSON, A.J. 1981. Effect of diet and live-weight on FSH and oestradiol concentration in Romney ewes. Proceeding of the Australian Society for Reproductive Biology. 13: 19-26.
74. KOENIG, R.; NELSON, M.; BARNHILL, J.; MINER, D. 2002. Fertilizer management for grass and grass-legumes mixtures. Salt Lake City, Utah State University. p. 5.
75. LAHLOU-KASSI, A.; SHAMS, D.; GLATZEL, P. 1984. Plasma gonadotrophin concentrations during the oestrus cycle and after ovariectomy in to breeds of sheep with low and high fecundity. Journal of Reproduction and Fertility. 70: 165-173.
76. LAMB, D.W.; STEYN-ROSS, M.; SCHAARE, P.; HANNA, M.M.; SILVESTER, W.; STEYN-ROSS, A. 2002. Estimating leaf nitrogen concentration in ryegrass (*Lolium spp.*) pasture using the chlorophyll red-edge: theoretical modelling and experimental observations. International Journal of Remote Sensing. 23 (18): 3619-3648.
77. LASCANO, C.; AVILA, P.; STEWART, J. 2003. Intake, digestibility and nitrogen utilization by sheep fed with provenances of tannin structure. Archivos Latinoamericanos de Producción. Animal. 11(1): 21-28.
78. LASSOUED, N.; REKIK, M.; MAHOUACHI, M.; HAMOUDA, M.B. 2004. The effect of nutrition prior to and during mating on ovulation rate, reproductive wastage, and lambing rate in three sheep breeds. Small Ruminat Research. 52(1/2) 117-125.
79. LEDGARD, S.F.; SPROSEN, M.S.; STEELE, K.W. 1995. Productivity of white clover cultivars under intensive grazing, as affected by high nitrogen fertiliser applications. New Zealand Journal of Agricultural Research. 38: 473-482.

80. L'HERMITE, M.; NISWENDER, G.D.; REICHERT, L.E.; MIDGLEY, A.R. 1972. Serum follicle-stimulating hormone in sheep as measured radio immunoassay. *Biology Reproduction*. 6: 325-332.
81. LINDSAY, D.R.; KNIGHT, T.W.; OLDHAM, C.M. 1975. Studies in ovine fertility in agricultural regions of Western Australia; ovulation rate fertility and lambing performance. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26: 189-198.
82. _____. 1976. The usefulness to the animal produced of research finding in nutrition on reproduction. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 11: 217-224.
83. LOZANO, J.M.; ABECIA, J.A.; FORCADA, F.; ZARAZAGA, L.; ALFARO, B. 1998. Effect of under nutrition on the distribution of progesterone in the uterus of ewes during the luteal phase of the estrous cycle. *Theriogenology*. 49: 539-546.
84. LUQUE, A.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C.; KEMP, P.D.; McDONALD, M.F. 2000. The effect of grazing *Lotus corniculatus* during late summer-autumn on reproductive efficiency and wool production in ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 51: 385-391.
85. McKENZIE, F.R.; JACOBS, J. L. 2002. Effects of applications of nitrogen fertilizer on concentrations of P, K, S, Ca, Mg, Na, Cl, Mn, Fe, Cu and Zn in perennial ryegrass/white clover pasture in south-western Victoria, Australia. *Grass and Forage Science*. no. 57: 48-53.
86. McNABB, W.C.; WAGHORN, G.C.; BARRY, T.N.; SHELTON, I.D. 1993. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the digestion and metabolism of methionine, cysteine and inorganic sulphur in sheep. *British Journal of Nutrition*. 70: 647-661.
87. _____.; _____.; PETERS, J.S.; BARRY, T.N. 1996. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* upon the solubilization and degradation of ribulose-1,5-bis-phosphate carboxylase (Rubisco) protein in the rumen and sites of rubisco digestion. *British Journal of Nutrition*. 76: 535-549.
88. MARTHA, G.B.; CORSI, M.; TRIVELIN, P.C.O.; ALVES, M.C. 2004. Nitrogen recovery and loss in a fertilized elephant grass pasture. *Grass and Forage Science*. no. 59: 80-90.

89. MENNEER, J.C.; LEDGARD, S.; McLAY, C.; SILVESTER, W. 2003. The effect of a single application of cow urine on annual N₂ fixation under varying simulated grazing intensity, as measured by four ¹⁵N isotope techniques. *Plant and Soil*. 254: 121-130.
90. MILLER, K.F.; NORDHEIM, E.V.; GINTER, O.J. 1981. Periodic fluctuation in FSH concentration during the ovine estrus cycle. *Theriogenology*. 16: 669-679.
91. MIN, B.R.; McNABB, W.C.; BARRY, T.N.; KEMP, P.D.; WAGHORN, G.C.; McDONALD, M.F. 1999. The effect of condensed tannins in *L. corniculatus* upon reproductive efficiency and wool production in sheep during late summer and autumn. *Journal of Agricultural Sciences (Cambridge)*. 132: 323-334.
92. MOLLE, G.; BRANCA, A.; LIGIUS, S.; CASU, M.; LANDAU, S.; ZOREF, Z. 1995. Effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performance in Sarda ewes. *Small Ruminant Research*. 17: 245-254.
93. MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selección animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. 108 p. (Serie Técnica no. 113).
94. MORLEY, F.H.W.; WHITE, D.H.; KENNEY, P.A.; DAVIS, I.F. 1978. Grazing animals. *Agriculture Systems*. 3: 27-45.
95. MORON, A. 1996. Ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Morón A.; Risso D.F. eds. *Nitrógeno en pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 1-12 (Serie Técnica no. 51).
96. MULHOLLAND, J.G.; COOMBE, J.B.; MCMANUS, W.R. 1974. Intake and liveweight response of sheep fed three ground and pelleted cereal straws. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 14(69): 449-453.
97. MUÑOZ, G. 2006. Carne ovina; análisis y perspectivas para el año 2006. (en línea). Montevideo, MGAP. Consultado 20 jun. 2007. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario05/CadenasProductivas/carne%20ovina%20para%2006.pdf>

98. MUÑOZ-GUTIERREZ, M.; BLACHE, D.; MARTÍN, G.B.; SCARAMUZZI, R.J. 2002. Folliculogenesis and ovarian expression of mRNA encoding aromatase in anoestrous sheep after 5 days of glucose or glucosamine infusion or supplementary lupin feeding. *Reproduction*. 124: 721-731.
99. NASSIRI, M.; ELGERSMA, A. 2002. Effects of nitrogen on leaves, dry matter allocation and regrowth dynamics in *Trifolium repens* L. and *Lolium perenne* L. in pure and mixed swards. *Plant and Soil*. 246: 107-121.
100. NOTTLE, M.B.; HYND, P.I.; SEAMARK, R.F.; SETCHELL, B.P. 1988. Increases in ovulation rate in lupin feed ewes are initiated by increases in protein digested post-ruminally. *Journal of Reproduction and Fertility*. 84: 563-566.
101. _____.; SEAMARK, R.F.; SETCHELL, B.P. 1990. Feeding lupin grain for six days prior to a cloprostenol- induced luteolysis can increase ovulation rate in sheep irrespective of when in the oestrous cycle supplementation commences. *Reproduction Fertility and Development*. 2: 189-192
102. OLDHAM, C.M.; LINDSAY, D.R. 1980 Laparoscopy in the ewe; a photographic record of the ovarian activity of ewes experiencing normal or abnormal oestrus cycle. *Animal Reproduction Science*. 3: 119-124.
103. _____.; _____. 1984. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increased their ovulation rate when grazing dry summer pasture. *In*: Lindsay, D. R.; Pearce, D. T. eds. *Reproduction in sheep*. Perth, Australian Wool Corporation Technical Publication. pp. 274-276.
104. PARFITT, R.L.; SCOTT, N.A.; ROSS, D.J.; SALT G.J.; TATE, K.R. 2003. Land-use change effects on soil C and N transformations in soils of high N status; compositions under indigenous forest, pasture and pine plantation. *Biogeochemistry*. 66: 203-221.
105. PARR, R.A.; DAVIS, I.F.; SQUIRES, T.J.; MILES, M.A. 1992. Influence of lupin feeding before and after joining on plasma progesterone and fertility in Merino ewes. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 19: 185-187.

106. PEREIRA RÊGO, H.H. 1977. Efeito de doses de nitrogenio e intervalos entre cortes sobre a produção de materia seca e proteínas bruta de dois ecotipos de *Paspalum dilatatum* Poir, um ecotipo de *Paspalum notatum* Fluegge e a cultivar Pensacola (*P. Notatum* Fluegge var. sauræ Parodi). Anuario Tecnico do IPZFO. 4: 201- 232.
107. PERDOMO, C.; BARBAZAN, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 71 p.
108. PIEPER, R.D.; KELSEY, R.J.; NELSON, A.B. 1974. Nutritive quality of nitrogenfertilized and unfertilized blue grama. Journal of Range Management. 27(6): 470-472.
109. POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLER, P.J. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. ed. Feeding livestock on pasture. s.l., New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63 (Ocasional Publication no. 10).
110. RADFORD, H.M.; DONEGAN, S.; SCARAMUZZI, R.J. 1980. The effect of supplementation with lupin grain on ovulation rate, and plasma gonadotrophin levels in adult Merino ewes. Animal Production in Australia. 13: 457.
111. RATTRAY, P.V.; JAGUSCH, K.T.; SMITH, J.F.; WINN, G.W. McLEAND, K.S. 1980. Gettingan extra 20% lambing from flushing ewes. In: Ruakura Farmer's Conference. (1980). Proceedings. s.n.t. pp. 105-117.
112. REBUFFO, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezclas. In: Moron A.; Risso, D.F. eds. Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19- 25 (Serie Técnica no.51).
113. RHIND, S.M. 1985. Plasma FSH, LH, prolactin and progesterone profiles of cheviot ewes with different levelsof intake before and after mating, and associated effects on reproductive performance. Animal Reproduction Science. 8: 301-313.
114. _____.; McNEILLY, A.S. 1986. Follicle populations ovulation rate and plasma and profile of LH, FSH and prolactin in Scottihs Blackface ewes in high and low levelsof body condition. Animal Reproduction Science. 10: 105-115.

115. _____.; McMILLEN, S.; McKELVEY, W.A.C. 1991. Effects of levels of food intake and body condition on the sensitivity of the Hypothalamus and Pituitary to ovarian steroid feedback in ovariectomized ewes. *Animal Production*. 52: 115-125.
116. RISSO, D. F.; BERRETTA, E. J.; ZARZA, A. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Cristalino. *In*: Risso, D.F.; Berretta, E.J. eds. *Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay*. Montevideo, INIA. pp. 39-67 (Boletín de Divulgación no. 76).
117. RITAR, A.J.; ADAMS, N.R. 1988. Increased ovulation rate, but not FSH or LH concentrations in ewes supplemented with lupin grain. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 17: 310-313.
118. RODRIGUEZ, P.; LAFOURCADE, E. 2004. Efecto del pastoreo de *Lotus uliginosus* (cv. Maku) previo al servicio sobre la fecundidad ovina. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
119. SARKAR, B.; ISIAM, S.S.; KHANDAKER, Z.H.; ERSHAD, S.M.E.; ASHRAF, A.; HOSSAIN, M.I. 2004. Effects of different doses of nitrogen fertilizer on yield and chemical composition of zamboo grass. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7 (6): 1046-1049.
120. SCARAMUZZI, R.J.; TURNBULL, K.E.; DOWNING, J.A.; BINDON, B.M. 81. Luteal size and function on the Booroola Merino. *Proceeding of the Australian Society for Reproduction Biology*. 13: 77.
121. _____. 1988. Reproduction research in perspective. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 17: 57-73.
122. SIBBALD A.R.; MAXWELL, T.J.; DALZIEL A.J.L.; AGNEW, R.D.M. 2002. The implications of controlling grazed sward height for the operation and productivity of upland sheep systems in the UK.5. The effect of stocking rate and reduced level of nitrogen fertilizer. *Grass and Forage Science*. no. 57: 33-47.
123. SIMPSON, J.R. 1987. Nitrogen nutrition of pastures. *In*: Wheeler, J. L.; Pearson, C.J.; Robards, G. E. eds. *Temperate pastures*. Goulburn, CSIRO. pp. 143-154.

124. SINGER, J.W.; HINTZ, R.L.; MOORE, K.J.; WIEDENHOEFT, M.H.; BRUMER, E.C. 2003. Tall Fescue response to nitrogen and harvest date for stockpiled grazing in the Upper Midwest. (en línea). Crop Management. 4: s.p. Consultado 18 ago. 2007. Disponible en <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/research/2003/fescue/>
125. SMITH, J.F. 1985. Protein, energy and ovulation rate. In: Land, R.B.; Robinson, D. W. eds. Genetic of reproduction in sheep. London, Butterworths. pp. 349-359.
126. _____. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate en the ewe. Australian Journal of Biological Science. 41: 27-36.
127. _____.; 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. 85-101.
128. SMITH, J.L. 1994. Cycling of nitrogen through microbial activity. In: Hatfield, J.L. ; Stewart, B.A. eds. Soil biology; effects on soil quality. s.l., Lewis. pp. 91-119 (Advances in Soil Science).
129. SOUTHORN, N.; CATTLE, S. 2004. The dynamics of soil quality in livestock grazing systems. (en línea). s.l., University of Sidney. Consultado 18 ago. 2007. Disponible en <http://www.regional.org.au/au/asssi/> .
130. STEWART, R.D.; OLDHAM, C.M. 1986. Feeding lupin to ewes for four during the luteal phase can increase ovulation rate. Proceeding of the Australian Society of Animal Production. 16: 367-376.
131. TAUTE, A.; VAN NIEKERK, W.A.; RETHMAN, N.F.G.; COERTZE, R.J. 02. An evaluations of nitrogen fertilised *Panicum maximum* cv. Gatton at diferenty stages of maturity during autumn; 1. Dry matter yield and certain qualitative parameters. South African Journal for Animal Science. 32: 217-224
132. TELENI, E.; KING, W.R.; ROWE, J.B.; McDOWELL, G.H. 1989a. Lupins and energy yielding nutrients in ewes. In: Glucose and acetate biokinetics and metabolic hormone in sheep fed a supplement of lupin grain. Australian Journal of Agricultural Research. 40: 913-924.

133. _____.; _____.; KROKER, K.P.; MURRAY, P.J.; KING, W.R. 1989b. Lupins and energy yielding nutrients in ewes. II. Responses in ovulation rate in ewes to increased availability of glucose, acetate and amino acid. *Reproduction Fertility and Development*. 1: 117-125.
134. TERMEZANA, A.; CARAMBULA, M. 1971. Proyecto basalto; estudios en forrajeras. Informe de los trabajos realizados en 1970. Montevideo, Facultad de Agronomía/Plan Agropecuario. 107 p.
135. TEUTSCH, C.D.; FIKE, J.H.; GROOVER, G.E.; TILSON, W.M. 2005. Nitrogen fertilization rate and application timing effects on the yield crabgrass. (en línea). *Forage and Grazinglands*. 18: s.p. Consultado 18 ago. 2007 Disponible en <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2005/yield/>
136. THIMONIER, J.; MAULEON, P. 1969. Variations saisonnières du comportement d'œstrus et des activités ovarienne et hypophysaire chez les ovines. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*. 9 : 233-250.
137. _____.; PELLETIER, J. 1971. Diference genetique dans la décharge ovulante (LH) chez des brebis de race Il de France, relations avec le nombre d'ovulations. *Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*. 11: 559-567.
138. THOMAS, D.L.; THOMFORD, P.J.; CRIKCMAN, J.G.; 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.
139. THOMPSON, L.H.; GOODE, L.; HARVEZ, R.W.; MYERS, R.M.; LINNERUD, A.C. 1973. Effect of dietary urea in reproduction in ruminants. *Journal of Animal Science*. 37(2): 399-405.
140. TRIFOGLIO, J.L. 2007. Situación del mercado lanero. *Lananoticias*. no. 145: 25-31.

141. TROTT, H.; WACHENDORF, M.; INGWERSEN, B.; TAUBE, F. 2004. Performance and environmental effects of forage production on sandy soil. I. Impact of defoliation system and nitrogen input on performance and nitrogen balance of grassland. *Grass and Forage Science*. no. 59: 41-55.
142. VAN NIEKERK, W.A.; TAUTE A.; COERTZE, R.J. 2002. An evaluation of nitrogen fertilised *Panicum maximum* cv. Gatton at different stages of maturity during autumn: 2. Diet selection, intake, rumen fermentation and partial digestion by sheep. *South African Journal of Animal Science*. 32 (3): 208-225
143. VIÑALES, C.; FORSBERG, M.; BANCHERO, G.; RUBIANES, E. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science*. 74: 539- 545.
144. _____. 2003. Effect of nutrition of follicle development and ovulation rate in the ewe. Doctoral thesis Uppsala, Sweden. Swedish University of Agricultural Science. 56 p.
145. WACHENDORF, M.; BUCHTER, M.; TROTT, H.; TAUBE, F. 2004. Performance and environmental effects of forage production on sandy soil. II. Impact of defoliation system and nitrogen input on nitrate leaching losses. *Grass and Forage Science*. no. 59: 56-68.
146. WAGHORN, G.C.; SMITH, J.F. 1990. The effect of protein and energy intake on physiological parameters and ovulation rate in ewes. *Proceeding of the Australian Society of Animal Production*. 18: 563
147. WHITEHEAD, D.C. 1994. *Grassland nitrogen*. s.l., CABI. 397 p.
148. _____. 2000. *Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationship*. s.l., CABI. 363 p.
149. WILLEMS, J.H.; PEET, R.K.; BIK, L. 1993. Changes in chalk-grassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *Journal of Vegetation Science*. 4: 203-212.
150. WILLIAMS, A.H.; CUMMING, I.A. 1982. Inverse relationship between concentration of progesterone and nutrition in ewes. *Journal of Agricultural Science*. 98: 517-522.

151. WOLF, D.; OPTIZ VON BOBERFELD, W. 2003. Effects of nitrogen fertilization and date of utilization on the quality and yield of tall winter. *Journal Agronomy and Crop Science*. 189: 47- 53.
152. YOUNG, S.R.; BLACK, A.S.; CONYERS, M.K. 2002. Distribution of nitrification within surface soil under pasture. *Communication Soil Science. Plant Analyse*. 33(9/10) 1507-1518.
153. ZHANG, Y.J.; JIANG, W.L.; REN, J.Z. 2001. Effects of sheep night penning on soil nitrogen and plant growth. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 41:151-157.