

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DEL LIBRE ACCESO AL CONCENTRADO PROTEICO  
COMO MODALIDAD DE SUPLEMENTACIÓN PARA EL FLUSHING DE  
OVEJAS SOBRE CAMPO NATURAL

por

Matías ESPONDA CESAR

María Catalina ITZAINA GASTAMBIDE

José Francisco RAMOS FRANCOLINO

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2016

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Lucía Piaggio

-----  
Dra. (PhD.) Georget Banchemo

-----  
Ing. Agr. (MSc.) María Helena Guerra

Fecha: 8 de junio de 2016

Autores: -----  
Matías Esponda Cesar

-----  
María Catalina Itzaina Gastambide

-----  
José Francisco Ramos Francolino

## AGRADECIMIENTOS

A Lucía Piaggio por su guía, ayuda y dedicación para que este trabajo llegara a buen término. Gracias por el ejemplo de entereza y fuerza de voluntad para afrontar la adversidad.

A Georget Banchemo por sus aportes y participación en el trabajo.

A Gracialda Ferreira por su invaluable ayuda en la operativa del trabajo de campo y registro de resultados.

A Fernando Amarilho por su compañerismo y colaboración en el trabajo de campo.

Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) por permitirnos realizar el trabajo de tesis. Particularmente agradecemos a su personal en C.I.E.D.A.G: Haroldo Deschenaux, Sofía Moraes, Pedro Echenique, Ángel Clavijo, Filipo Rodríguez, José Ignacio Chedid, Marcos Chedid y Giovanna Hernández.

A José Piaggio por su trabajo en el análisis estadístico.

A los veterinarios Daniel Pereira y Sergio Fierro por sus trabajos en sanidad y ecografías, respectivamente.

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por su apoyo en la financiación de parte de este proyecto.

A nuestros familiares y amigos por su apoyo constante en el transcurso de la tesis y especialmente a lo largo de nuestra formación universitaria.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1    INTRODUCCIÓN.....	2
2.2    EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y TASA OVULATORIA.....	3
2.2.1 <u>Factores que afectan la tasa ovulatoria</u> .....	4
2.2.2.1 Genéticos.....	4
2.2.2.2 Edad.....	5
2.2.2.3 Peso vivo.....	5
2.2.2.4 Fotoperíodo.....	6
2.2.2.5 Factores ambientales.....	6
2.2.2.6 Efecto macho.....	7
2.2.2.7 Nutrición.....	8
2.2.2.8 Inducidos por el hombre .....	12
2.3    FLUSHING.....	12
2.3.1 <u>Factores que afectan la respuesta al flushing</u> .....	12
2.3.2 <u>Nutrición energética y proteica</u> .....	14
2.4    SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN.....	22
2.4.1 <u>Base forrajera</u> .....	22
2.4.2 <u>Suplementación en autoalimentación y regulación del consumo animal con sal</u> .....	24
2.4.3 <u>Estrategias de suplementación en ovinos</u> .....	27
2.5    PÉRDIDAS EMBRIONARIAS .....	30

2.5.1	<u>Muertes embrionarias y/o fetales</u> .....	30
2.5.2	<u>Nutrición, peso vivo y condición corporal</u> .....	31
2.5.3	<u>Sanidad</u> .....	34
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	37
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO.....	37
3.1.1	<u>Localización del experimento y período experimental</u> .....	37
3.1.2	<u>Clima</u> .....	37
3.2	DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS .....	39
3.3	ANIMALES EXPERIMENTALES .....	40
3.3.1	<u>Manejo de carneros</u> .....	40
3.4	PASTURA, CARGA Y MANEJO DEL PASTOREO .....	41
3.5	SUPLEMENTOS Y MANEJO DE LA SUPLEMENTACIÓN.....	41
3.6	DETERMINACIONES EN EL ANIMAL .....	42
3.7	DETERMINACIONES EN LA PASTURA.....	43
3.8	DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA .....	44
3.9	MANEJO SANITARIO.....	44
3.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	45
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	47
4.1	DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE FORRAJE.....	47
4.2	SUPLEMENTACIÓN.....	49
4.3	CONSUMO .....	51
4.4	CONDICIÓN CORPORAL .....	55

4.5	PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO .....	58
4.6	AGUA DE BEBIDA.....	60
4.7	METABOLITOS EN SANGRE .....	61
4.7.1	<u>Urea en plasma</u> .....	61
4.7.2	<u>Beta - hidroxibutirato</u> .....	64
4.8	RESULTADOS REPRODUCTIVOS .....	64
4.8.1	<u>Prolificidad y período de servicio</u> .....	66
4.9	PÉRDIDAS EMBRIONARIAS .....	68
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	69
6.	<u>RESUMEN</u> .....	70
7.	<u>SUMMARY</u> .....	71
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	72

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1.	Efecto de la condición corporal en la respuesta al flushing de ovejas Merino Australiano adultas.....	13
2.	Valores de tasa ovulatoria obtenidos con suplementación energética o proteica en ovejas Ideal en torno a la encarnerada, para tres años consecutivos.....	19
3.	Síntesis de respuestas en tasa ovulatoria según diferentes estrategias de alimentación.....	22
4.	Producción de forraje (kg MS/ha) y distribución estacional (%) en distintos suelos de Cristalino Central.....	23
5.	Campo natural de Cristalino: producción diaria de materia seca (kg/ha/día MS); Energía Metabolizable Estimada (Mcal EME/kg MS) y contenido de Proteína Cruda (% BS). Valores promedio por estación.....	24
6.	Efecto de la condición o estado corporal sobre la tasa ovulatoria, fertilidad y pérdidas embrionarias.....	32
7.	Efecto del tipo de pastura y la dotación sobre las tasas ovulatoria, de fertilización, de concepción, pérdidas embrionarias y fetales, y fecundidad.....	34
8.	Efecto del nivel de carga parasitaria sobre las tasas ovulatorias, de fertilización, concepción, pérdidas embrionarias y fecundidad.....	35
9.	Actividad ovárica y fertilidad según HPG.....	35
10.	Resultados promedio de dos muestreos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas totales (C) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo) de los concentrados utilizados.....	42

11.	Resultados de análisis de materia seca (MS), cenizas totales (C), proteína cruda (PC), extracto al éter (EE), fibra detergente neutro con amilasa corregida por cenizas ( ${}^a$ FDN <sub>mo</sub> ) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDA <sub>mo</sub> ) de campo natural.....	44
12.	Masa de forraje inicial (kg MS/ha), forraje verde seco (kg MSV/ha), restos secos seco (kg RS/ha) y altura promedio por tratamiento (cm).....	47
13.	Oferta de forraje y oferta de forraje verde (% PV) promedio por tratamiento.....	48
14.	Masa de forraje final (kg MS/ha) por tratamiento.....	49
15.	Duración en días del suplemento para los tratamientos con comederos de autoalimentación según período.....	51
16.	Requerimientos y consumo de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) según tratamiento.....	54
17.	Evolución de la condición corporal durante los tratamientos de suplementación según tratamiento.....	57
18.	Evolución de la condición corporal de los animales experimentales según tratamiento.....	58
19.	Peso vivo (kg) de los animales experimentales al inicio y fin de la suplementación según tratamiento.....	59
20.	Ganancia diaria media (kg/animal/día) de los animales para el período 12/3 – 07/05 según tratamiento.....	59
21.	Consumo de agua de bebida promedio (ml/o/d) para el período de suplementación (18 de marzo – 10 de abril) según tratamiento.....	60
22.	Resultados e indicadores generales de fertilidad y prolificidad del experimento según tratamientos.....	64
23.	Evolución de condición corporal y peso vivo promedio según tratamiento para las ovejas con preñez múltiple.....	65

24.	Resultados de ecografías (preñez) según período de servicio.....	67
25.	Número de ovejas servidas por período de servicio según tratamiento.....	67
26.	Pérdidas embrionarias registradas según tratamiento.....	68

Figura No.

1.	Efecto dinámico del peso vivo.....	6
2.	Relación entre el efecto nutriente inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo.....	9
3.	Representación esquemática de la duración de tratamientos nutricionales de corto plazo en diferentes experimentos.....	10
4.	Importancia de la línea Corriedale en la respuesta al flushing.....	13
5.	Efecto del consumo de energía digestible (MJ/día) y proteína digestible (g/día) sobre el porcentaje de ovejas con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (A menor a B).....	15
6.	Efecto del peso vivo y del tipo de pastura sobre la tasa ovulatoria de ovejas Corriedale en el Uruguay.....	16
7.	Desarrollo normal del embrión ovino.....	31
8.	Temperatura diaria promedio mensual para el experimento (C.I.E.D.A.G. 2015), serie histórica INIA 1980-2015 y C.I.E.D.A.G. 2012-2015.....	38
9.	Precipitaciones mensuales para el experimento (C.I.E.D.A.G. 2015), serie histórica INIA 1980-2015 y C.I.E.D.A.G. 2012-2015...	39

10. Ubicación de potreros y sus respectivos tratamientos en el C.I.E.D.A.G. (Florida, Uruguay).....	40
11. Composición morfológica de campo natural promedio según tratamientos a partir de mediciones con DMF.....	48
12. Consumo estimado promedio diario de concentrado para los animales de los tratamientos HSD, HSS y HSA + sal.....	50
13. Consumo de materia seca de pastura y suplemento expresado como % del peso vivo promedio por tratamiento en el período experimental.....	52
14. Consumo individual diario estimado de proteína cruda digestible (gramos PCD/oveja/día) y aporte de pastura y suplemento.....	52
15. Consumo individual diario teórico estimado de energía metabolizable (Mcal/oveja/día) y aporte energético de pastura y suplemento.....	53
16. Porcentaje de ovejas según condición corporal inicial (al 12/03/2015).....	55
17. Porcentaje de ovejas según condición corporal final (al 07/05/2015).....	56
18. Evolución de la concentración de urea en plasma (mmol/l) desde el tiempo de suministro del alimento según tratamiento.....	62
19. Evolución del contenido de $\beta$ -OHB (mmol/l) en sangre desde el tiempo de suministro del alimento según tratamiento.....	64

## 1. INTRODUCCIÓN

La suplementación proteica de la oveja de cría en torno a la encarnerada ha demostrado ser una estrategia alimenticia para aumentar la tasa ovulatoria. Ha sido desarrollada y propuesta utilizando la modalidad de suministro diario de concentrado.

La información generada en el extranjero y a nivel nacional es concluyente en el uso de esta tecnología para mejorar los indicadores reproductivos. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos realizados en su transferencia y difusión por los técnicos de las instituciones vinculadas al rubro, hasta el presente ésta no constituye una tecnología que tenga amplia adopción debido a problemas operativos que limitan la utilización de esta práctica.

Esta limitante operativa se encuentra tanto en sistemas de producción familiar, en los cuales la mano de obra no es suficiente para realizar diariamente todo tipo de tareas, como en sistemas extensivos y semiextensivos, en los que las distancias, clima y costo de la mano de obra limitan la adopción de esta tecnología de suplementación diaria de alimentos concentrados.

La modalidad de libre acceso a alimento concentrado o autoalimentación, limitando el consumo mediante la inclusión de cloruro de sodio, es una alternativa que permitiría eventualmente superar la limitante operativa y hacer que estas estrategias alimenticias tuvieran mayor impacto en la productividad. A nivel nacional esta modalidad de suministro del concentrado ha sido investigada y está siendo recomendada y adoptada para bovinos en etapa de recría e invernada. No existe información nacional publicada de su utilización con ovinos y tampoco información nacional ni extranjera relativa a las respuestas en indicadores de eficiencia reproductiva que se obtendrían utilizando estas tecnologías por ejemplo en el flushing de la majada de cría para aumentar la tasa mellicera.

El objetivo general de este trabajo es contribuir en la generación de coeficientes técnicos para la utilización de “autoalimentación” como tecnología de “fácil cuidado” en la producción ovina en torno a un momento estratégico del ciclo reproductivo de la oveja como es la encarnerada. El objetivo específico es determinar si la respuesta en tasa ovulatoria utilizando “autoalimentación” con o sin limitación del consumo diario por inclusión de cloruro de sodio es la misma que la obtenida mediante la suplementación diaria.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años ha habido una marcada reducción en la población ovina de los principales países productores de ovinos. Uruguay es el país con la mayor caída, de 67,2 % entre 1990 y 2013 y si se incluye 2014 ésta alcanza 70 % (Cardellino, 2015).

En 1990 la población ovina en nuestro país alcanzó su máximo histórico de más de veintiséis millones de cabezas y a partir de ese año comenzó una fuerte disminución que comúnmente es asociada al precio de la lana. Sin embargo, la evolución del precio de la lana desde 1990 a la fecha muestra una tendencia positiva aunque con mucha volatilidad (Cardellino, 2015).

Existieron otros factores que contribuyeron al declive de los ovinos en Uruguay como la existencia de otros rubros de producción con mayores rentabilidades para los productores que desplazaron al ovino hacia los suelos más marginales del país. Los ovinos fueron sustituidos por vacunos, y el área ganadera en general por la agricultura y la forestación.

Asimismo ha operado un fuerte desinterés por parte de los productores agropecuarios en general hacia el rubro, aduciendo falta de mano de obra especializada y altos costos, abigeato, depredadores, dificultades sanitarias con parásitos internos y externos, volatilidad en el precio de la lana e incertidumbre en la colocación de la carne ovina, entre otros.

A diferencia de lo ocurrido en Nueva Zelanda donde se redujeron los ovinos pero se incrementó notoriamente la productividad (la señalada pasó de 101 % a 119 %, Cardellino, 2015); en Uruguay el descenso en la población no pudo compensarse por aumentos en la productividad general. Ni los muy buenos precios para la carne ovina, ni la relativa estabilidad para la lana en los últimos años han logrado generar un impacto positivo en la producción nacional.

La recuperación del ovino en nuestro país estará ligada inexorablemente a una mejora en los índices productivos de la majada nacional principalmente los relacionados a la reproducción y entre ellos la prolificidad, medida como cordero nacido por oveja parida. Ésta depende de la tasa ovulatoria y la supervivencia embrionaria y fetal.

Los valores de señalada en las majadas uruguayas en el 2000 se situaban en torno al 58-60 %, con una amplia variación entre años (50 a 66 %).

Entre el 2000 y 2003, el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) desarrolló el Programa de Transferencia Integral (PTI), el cual tenía como meta aumentar 20 puntos el porcentaje de señalada, fundamentalmente a través de la implementación de 10 tecnologías (manejo, alimentación estratégica, sanidad) en un período de 3 años (SUL, 2005).

Este programa llegó casi a 500 productores, fue altamente exitoso, lográndose el aumento de 16 unidades en la señalada para el promedio de todos los productores PTI en los 3 años. El esfuerzo realizado en transferencia se vio reflejado en una sustantiva mejora de los procreos del promedio de señalada nacional a partir del 2003 asociada fundamentalmente a adopción de medidas de manejo como fecha de encarnerada, entre otros.

La señalada promedio en los últimos 10 años fue de 72 %, con una amplia variación entre años (57 a 77 %), lo que aún refleja la gran influencia del factor año por la muy baja intervención del hombre para contrarrestar las adversidades, fundamentalmente en relación a alimentación y aspectos sanitarios, por lo que la suplementación estratégica en torno a la encarnerada y al parto siguen siendo un aspecto a mejorar para estabilizar los procreos en los valores que la especie permite y que se obtienen en otros países.

## 2.2 EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y TASA OVULATORIA

La tasa reproductiva medida como el número de descendientes viables producidos anualmente por cada hembra destinada a la reproducción es uno de los principales determinantes de la eficiencia económica y biológica de los sistemas de producción ovina (Azzarini, 1992).

Según Scaramuzzi et al. (1988), la eficiencia reproductiva está determinada por el producto de tres factores: fertilidad (proporción de ovejas que paren respecto a las encarneradas o servidas), prolificidad (número de corderos nacidos por oveja que pare) y sobrevivencia de corderos (proporción de corderos que sobreviven con respecto a los nacidos):

$$\frac{O_p}{O_e} \times \frac{C_n}{O_p} \times \frac{C_d}{C_n} = \frac{C_d}{O_e}$$

siendo  $O_p$ : ovejas paridas –  $O_e$ : ovejas encarneradas –  $C_n$ : corderos nacidos –  $C_d$ : corderos destetados

La ecuación y su carácter multiplicativo destacan la importancia de cada factor y subraya la imperiosa necesidad de maximizarlos. Resulta de utilidad para estimar las pérdidas reproductivas según su momento de ocurrencia, facilita el diagnóstico de problemas en los distintos sistemas de producción y

contribuye a jerarquizar la importancia relativa de cada componente según el caso (Azzarini, 1992).

Para Azzarini (1992) existen otros factores como edad al primer parto, la frecuencia de partos y la edad de refugo/descarte que tienen una importancia fundamental en la determinación de la eficiencia del proceso reproductivo ya que determinan el número de veces que se expresa la función multiplicativa en la vida de una oveja.

La prolificidad, asociada a la tasa ovulatoria es el mayor determinante del desempeño reproductivo de las ovejas y el componente que ofrece las mayores posibilidades de mejora, ya que fertilidad y supervivencia no pueden ser superiores a uno (Azzarini, 1992).

La tasa ovulatoria, número de ovocitos ovulados en cada estro (Banchero y Quintans, 2005), es variable en los ovinos y hay factores genéticos y no genéticos que la afectan. Según Fernández Abella (1993), la tasa ovulatoria es el resultado de la actividad del ovario regulado por el propio organismo interactuando con el medio. El cálculo de la tasa ovulatoria comprende contar en ambos ovarios el número de cuerpos lúteos (estructuras que quedan luego de la liberación de cada ovocito) y se divide por el número de ovejas con cuerpo lúteo (Banchero y Quintans, 2005).

La tasa ovulatoria refleja los procesos de reclutamiento y selección, ya que a mayor tasa de reclutamiento y menor presión de selección se da una mayor tasa ovulatoria (Azzarini, 1992).

### 2.2.1 Factores que afectan la tasa ovulatoria

El producto de fertilidad (ovejas paridas/ovejas expuestas al carnero) y prolificidad (número de corderos nacidos/número de ovejas paridas) es la fecundidad (corderos nacidos/ovejas expuestas al carnero) o porcentaje de parición (Fernández Abella, 2001) y está afectada por factores genéticos, no genéticos e inducidos por el hombre.

#### 2.2.1.1 Genéticos

El factor más importante que influye sobre la tasa ovulatoria (tasa mellicera) es el biotipo de la oveja (Banchero et al., 2006). La tasa ovulatoria de los principales biotipos de Uruguay fue descrita por Fernández Abella et al. (1994) y se sitúa entre 1.1 y 1.3.

La mayoría de las razas ovinas presentan una tasa ovulatoria variable entre 1 y 2, aunque existen razas o líneas prolíficas en las que la tasa ovulatoria

es mayor por modificaciones en el crecimiento terminal de los folículos (Fernández Abella, 1993).

Dado que la heredabilidad del carácter comportamiento reproductivo es baja, la selección para incrementar significativamente la tasa ovulatoria a través de mejoramiento genético llevaría muchos años (Turner, 1969). El empleo de cruzamientos con razas de alta prolificidad (Finnish Landrace, Frisona Milchschaft, Romanov, D' man, entre otras) permitiría obtener en forma relativamente rápida una descendencia con mayor prolificidad que las observadas en razas poco prolíficas (Fogarty et al., 1984).

En referencia a factores genéticos individuales existen diferencias en la tasa ovulatoria dentro de las razas, lo que permite operar a través del mejoramiento genético dentro de una raza para la formación de planteles de mejor desempeño reproductivo. Según SUL (2011) la selección por tasa ovulatoria o mellicera proporciona dos ventajas: ser equivalente a un flushing en majada general cuando hay carencia de pasturas, y una mejor respuesta en corderos logrados cuando hay alimento disponible.

#### 2.2.1.2 Edad

La mayor tasa ovulatoria de las ovejas se da aproximadamente a los 6-7 años momento en el que los animales manifiestan desgastes de los dientes, afectándose la condición corporal. Las corderas y borregas presentan una tasa ovulatoria menor que las ovejas adultas (SUL, 2011). La disminución se debería más a una imposibilidad de que el animal se alimente correctamente que a la edad per se (Azzarini y Ponzoni, 1971).

A medida que aumenta la edad la prolificidad aumenta y se da una reducción de las ovejas falladas, determinado esto por una mayor fertilidad (Fernández Abella, 2001).

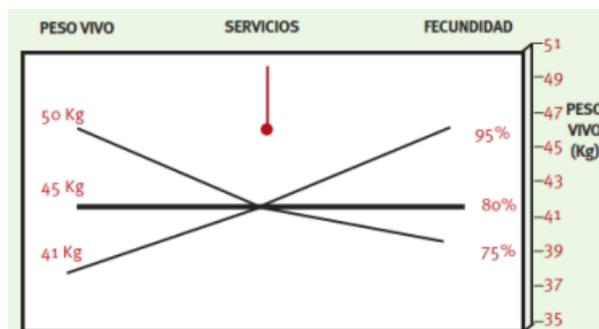
#### 2.2.1.3 Peso vivo

Existe siempre una correlación positiva entre peso vivo y tasa ovulatoria (Lindsay et al. 1975, Kelly y McEvan 1983). Dentro de un mismo biotipo se puede obtener una mayor tasa ovulatoria cuando las ovejas tienen un mayor peso vivo al servicio o presentan una muy buena condición corporal (Banchemo et al., 2003).

La relevancia del peso vivo (efecto estático) y su variación o evolución (efecto dinámico) durante el período de apareamientos, sobre la tasa ovulatoria y porcentaje de mellizos fueron documentados por Coop (1962).

El efecto estático se manifiesta como aquel peso crítico variable según raza y majada (Ideal-Merino: 38 kg; Corriedale-Merilín: 45 kg; Romney Marsh: 50 kg) por encima del cual, aumenta la tasa ovulatoria derivando en incrementos en la fertilidad (porcentaje de ovejas preñadas respecto a las encarneradas) y prolificidad (porcentaje de ovejas melliceras dentro de las ovejas paridas) (SUL, 2011).

Como se aprecia en la figura 1 el efecto dinámico hace referencia a que el animal se encuentre ganando peso semanas antes del servicio (base del flushing), para así mejorar su fertilidad y fecundidad (Fernández Abella, 2001).



**Figura 1. Efecto dinámico del peso vivo. Fuente: SUL (2011)**

Ducker y Boyd, citados por Smith y Stewart (1990), afirman que el peso vivo y la condición corporal en conjunto son los mejores estimadores de la tasa ovulatoria.

#### 2.2.1.4 Fotoperíodo

El fotoperíodo (la duración de las horas luz) juega un rol preponderante en las variaciones de la actividad sexual (Hafez, 1993). El fotoperíodo decreciente determina que durante el otoño, sin importar la raza, todas las ovejas de una majada estén ciclando (en estro), determinando que sea la estación de máxima fecundidad (Fernández Abella, 2001).

El porcentaje de folículos reclutados que ovulan (eficacia folicular) es mayor a medida que avanza el otoño, alcanzando un valor máximo en el mes de mayo (53%) y menor en verano (32-39%; enero y febrero respectivamente), lo que determina que un número importante de ovejas no ovulen en el verano y principios de otoño mientras que en abril y mayo conforme la eficacia folicular aumenta la mayoría de las ovejas manifiestan celo y ovulan (SUL, 2011).

#### 2.2.1.5 Factores ambientales

La temperatura, la humedad y las precipitaciones son los factores ambientales que afectan en mayor medida la eficacia reproductiva (Caravaca

Rodríguez et al., 2003). Éstos tienen íntima relación con bajos índices de fertilidad, muertes embrionarias precoces y mortalidad perinatal. Las temperaturas extremas provocan un estrés en el animal lo que resulta en alteraciones en las funciones reproductivas ya que se reduce el flujo sanguíneo hacia los órganos reproductivos y se modifican las secreciones hormonales (Fernández Abella, 1993).

El estrés por calor o frío puede tener diferentes efectos dependiendo del momento en que ocurra. Durante la ovulación, fertilización y en los primeros días de la vida del embrión el estrés generado por temperaturas elevadas pueden bloquear y/o retrasar el estro, pudiendo generar también descensos en la fertilización del óvulo (Hill y Alliston 1981, Buratovich 2010).

La humedad relativa ambiente juega un papel regulador de los efectos de la temperatura. Cuando es elevada (mayor a 70%), aumenta los efectos negativos de las altas temperaturas (Ingraham, 1974).

Las precipitaciones impiden la manifestación del celo, reducen la tasa ovulatoria e incrementan la mortalidad embrionaria (Gunn y Doney, 1973). Si van acompañadas de bajas temperaturas, incrementan el estrés, lo cual incrementa las pérdidas (Braden y Moule, 1964). Según Buratovich (2010) el efecto negativo de las precipitaciones sobre la tasa ovulatoria es más severo si las lluvias ocurren durante las dos semanas previas al apareamiento.

De acuerdo a Fernández Abella (2001), a partir de precipitaciones superiores a 40mm por día se producen muertes embrionarias en los meses de otoño, y a mayores volúmenes de lluvia se incrementan las pérdidas. De ocurrir temporales en los momentos de inseminación con ovejas sincronizadas, las pérdidas pueden ser mayores a 50%.

Los problemas sanitarios actúan restringiendo la expresión del potencial reproductivo afectando indirectamente la tasa ovulatoria a través de la pérdida de peso o condición corporal, e inciden sobre el consumo voluntario (Nari y Cardozo, 1987). Los parásitos gastrointestinales, principalmente *Haemonchus contortus* (lombriz de cuajo), reducen drásticamente el reclutamiento folicular, disminuyendo entre un 15-20% la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 2011). El pietín determina una reducción del estado corporal de las ovejas y por ende una disminución en la tasa ovulatoria y manifestación de celo (Fernández Abella y Formoso, 2007d).

#### 2.2.1.6 Efecto macho

El principal factor social que afecta la tasa ovulatoria es el efecto macho. Consiste en la introducción masiva de carneros (mayor al 4 %) en ovejas en anestro próximas al inicio de la estación de cría (no más de 40-50

días) la cual induce a la ovulación y ha sido reportado desde la primera mitad del siglo XX (Underwood et al., 1944). El efecto macho adelanta la estación de cría, induce el celo y ovulación en ovejas en anestro superficial y mejora la fertilidad de las que están ciclando (Mauléon y Dausier, 1965) a través de un incremento en la pulsatilidad de LH (Odhams y Martin, Cognié et al., Murtagh et al., citados por Fernández Abella, 1993). La respuesta a dicho efecto es afectada por la condición corporal de las ovejas, la edad de las mismas, la actividad ovárica, el período de aislamiento que hayan tenido, la raza y el porcentaje de carneros utilizados (Martín 1984, Signoret et al. 1984, Rodríguez Iglesias 1990).

#### 2.2.1.7 Nutrición

La tasa ovulatoria está determinada en primera instancia por el genotipo de la oveja pero factores ambientales, principalmente la nutrición, influyen marcadamente sobre este potencial (Banchemo et al., 2003). Afecta directa e indirectamente a la reproducción, y puede ser definida en términos de aporte energético, proteico y de otros componentes como vitaminas, aunque en menor grado (Azzarini 1985, Fernández Abella 1993).

Según Robinson et al. (2002) el comportamiento ovulatorio de las ovejas es altamente dependiente de la naturaleza de los regímenes nutricionales a los que ha estado sometida en el largo plazo. La condición corporal de la oveja y su metabolismo inmediatamente antes de la ovulación (función de la disponibilidad inmediata de nutrientes y de la calidad del alimento) también son importantes. Adicionalmente la nutrición en la etapa fetal y post-natal temprana resulta clave. La subnutrición en etapas fetales conduce a retrasos en la maduración de células germinales, perturbaciones en la expresión génica de la gonadotropina pituitaria; y en las primeras semanas de vida incide negativamente en la tasa ovulatoria de la oveja adulta.

Según Fernández Abella (1993) los efectos de la nutrición sobre la fertilidad pueden agruparse en: indirectos (o de largo de plazo) y directos (o de mediano-corto plazo).

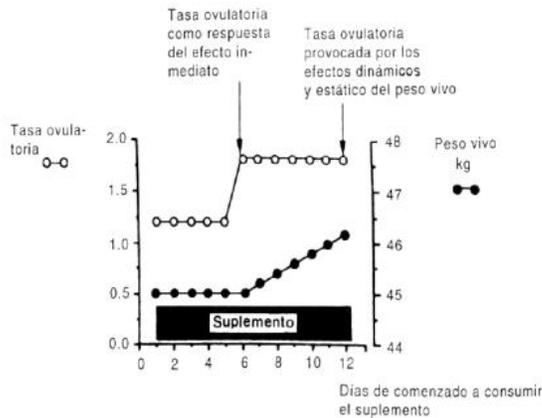
Los efectos a largo plazo se refieren a la nutrición en el período desde el estado fetal hasta la madurez sexual. La nutrición en dicho período puede afectar la edad a la que se alcanza la pubertad, la fertilidad y fecundidad del primer servicio y la tasa reproductiva de por vida, a través de efectos sobre la prolificidad (Reardon y Lambourne 1966, Gunn 1983).

Los efectos de mediano plazo son los que afectan dentro de un ciclo reproductivo o hacia el siguiente, donde el nivel alimenticio determina una

mayor o menor acumulación de energía en el cuerpo, variando así el peso vivo y condición corporal (Fernández Abella, 1993).

Los efectos de corto plazo hacen referencia a los factores que actúan directamente en los períodos pre-servicio y servicio (encarnerada) como el peso estático y peso dinámico. Estos efectos provocados por un consumo diferencial de energía son efectivos en un rango de condición corporal (Gunn, 1983) y el tipo de respuesta varía según el genotipo.

El efecto estático hace referencia a la mayor tasa ovulatoria que se observa en ovejas pesadas respecto a ovejas livianas, mientras que el efecto dinámico se refiere al aumento en la tasa ovulatoria que experimentan los animales debido a mejoras en el peso vivo y la condición corporal en torno al servicio/encarnerada (Viñoles, 2003). El efecto nutriente inmediato ocurre cuando la tasa ovulatoria es modificada por cambios nutricionales de corto plazo (4 a 6 días) mucho tiempo antes de que éstos se reflejen como cambios en la condición corporal y constituye la base fisiológica de los llamados “flushing cortos” (figura 2).



**Figura 2. Relación entre el efecto nutriente inmediato y los efectos dinámico y estático del peso vivo. Fuente: Oldham et al. (1990).**

A propósito del efecto estático, Morley et al. (1978) afirman que la respuesta en términos de tasa ovulatoria en diversos genotipos es de alrededor del 2 % por cada kg adicional de peso vivo al momento del servicio hasta alcanzar el peso vivo adulto estándar. Para las condiciones uruguayas y trabajando con 3242 registros de parición durante 6 años con la raza Corriedale, Ganzábal et al. (2003) encontraron la siguiente ecuación:  $Y = 44.2 + 1.7 X$   $p = 0.0001$   $R^2 = 0.83$ . Siendo  $Y =$  cordero nacido/oveja servida en porcentaje y  $X =$  peso vivo (kg) de la oveja en el momento de la encarnerada. Esto expresa que por cada kg más de peso vivo de la oveja en el momento del

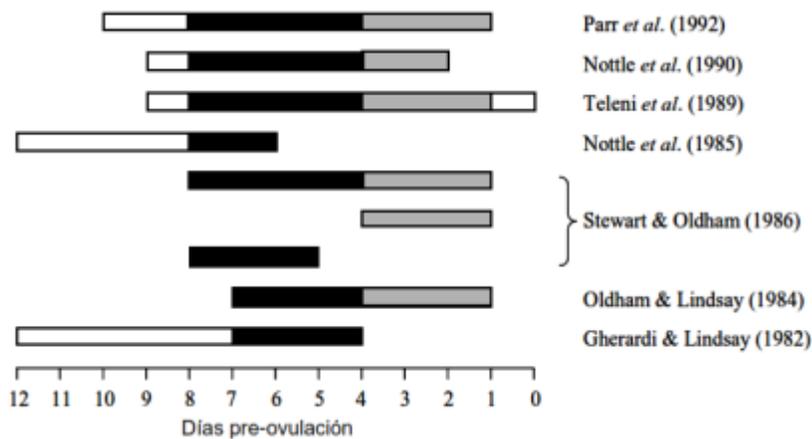
inicio del servicio, es posible obtener 1.7 puntos porcentuales adicionales de corderos nacidos en un rango de 35 a 57 kg de peso vivo.

Según Azzarini (1992) el efecto estático del peso tiende a reflejar las diferencias en nutrición en etapas tempranas en la vida del animal (cría y recría).

Según Robinson et al. (2002) la pubertad se ve retrasada en el tiempo cuando la dieta del animal limita el crecimiento a un 50 % del potencial. Robinson (1990) afirma que los efectos de una subnutrición son más severos cuando ésta se da en etapas muy tempranas (6-8 semanas de edad) que si la misma se da en la proximidad de la fase prepuberal.

Según Lindsay, citado por Azzarini (1992) el peso vivo es un criterio inexacto (describe cambios de largo plazo en la alimentación) para abordar los procesos de la reproducción que tienen lugar en un período de tiempo relativamente corto.

Se ha demostrado que 4 a 6 días de suplementación con grano de lupino (un suplemento energético y proteico de alta calidad) aumentan la tasa ovulatoria sin cambios mensurables en el peso vivo o condición corporal (Knight et al., Lindsay, Oldham y Lindsay, Stewart y Oldham, Downing et al., citados por Viñoles, 2003). Es el denominado “efecto nutriente inmediato” (Viñoles, 2003).



\*El largo de las barras representa la duración total de los tratamientos, el color negro representa el período de tiempo durante el cual la suplementación tuvo un efecto positivo mientras que el color gris indica un efecto neutro/negativo sobre la tasa ovulatoria.

**Figura 3. Representación esquemática de la duración de tratamientos nutricionales de corto plazo en diferentes experimentos\*. Fuente: adaptado de Viñoles (2003).**

Como se aprecia en la figura 3, diversos autores han constatado la efectividad de tratamientos nutricionales de corto plazo para aumentar la tasa ovulatoria. Esto podría generar menores períodos de suplementación con un consecuente ahorro en la economía de los establecimientos, pero implicaría también esquemas de alimentación en que se use concentrados con frecuencia y sin riesgos digestivos y de sincronización de celos para asegurar la eficiencia de los tratamientos (Gherardi y Lindsay 1982, Young et al. 1990). Esto muestra que el período crítico durante el cual los tratamientos de corto plazo (efecto “nutriente inmediato”) estimulan la tasa ovulatoria abarca desde 4-8 días antes de la ovulación o lo que es lo mismo durante los días 10-14 del ciclo estral (Gherardi y Lindsay 1982, Oldham y Lindsay 1984, Nottle et al. 1985, Stewart y Oldham 1986, Teleni et al. 1989, Nottle et al. 1990, Parr et al. 1992a). Viñoles (2003) afirma que la nutrición ve potenciado su efecto favorable sobre la tasa ovulatoria cuando los tratamientos alimenticios coinciden con la emergencia de una nueva onda folicular.

En términos generales dentro de una misma raza se puede obtener una mayor tasa ovulatoria cuando las ovejas están con un muy alto peso vivo al servicio (Knight 1979, Ganzábal et al. 2003), con una muy buena condición corporal (Rhind y MacNelly, 1986) o cuando se les aumenta el nivel nutricional (cantidad y/o calidad) en torno al servicio por un periodo que va desde solo 4 días (Stewart y Oldham, 1986) hasta 6 semanas (Azzarini y Ponzoni, 1971).

Según Smith y Stewart (1990) el efecto de la nutrición opera a través del número de folículos grandes disponibles para el reclutamiento o mediante una reducción de la atresia o muerte folicular.

Considerando que las hormonas FSH y LH son necesarias para el crecimiento y desarrollo folicular se ha pensado que la nutrición podría ejercer su influencia sobre la tasa ovulatoria a través de cambios en la concentración de las mismas pero en general los esfuerzos para encontrar correlaciones entre las gonadotropinas y tasa ovulatoria han arrojado resultados negativos (Viñoles, 2003). Según Martin y Thomas, citados por Viñoles (2003) la frecuencia de pulsos de GnRH no controla la tasa ovulatoria. Viñoles (2003) concluye que no hay evidencias claras y contundentes de que el efecto de la nutrición sobre la tasa ovulatoria sea dependiente de la liberación de GnRH.

En otros términos, según Viñoles (2003) los tratamientos nutricionales que promueven un aumento en la tasa ovulatoria afectan particularmente las últimas dos etapas de desarrollo folicular (folículos independientes de gonadotropinas y folículos ovulatorios). Es probable que la nutrición afecte la sensibilidad de dichos folículos a la acción de las gonadotropinas a nivel de ovario además de provocar cambios en la población folicular aumentando el

reclutamiento y disminuyendo la atresia (Haresign, Nottle, Rhind et al., Scaramuzzi y Campbell, Stewart, Xu et al., citados por Viñoles, 2003).

Viñoles (2003) afirma que los mecanismos por los cuales la nutrición opera sobre la tasa ovulatoria aún no han sido completamente dilucidados y establece que la respuesta no es mediada por ningún nutriente, hormona o metabolito específico.

#### 2.2.1.8 Inducidos por el hombre

El uso de drogas y los factores asociados al servicio afectan la tasa ovulatoria. En cuanto al uso de drogas, por medio de tratamientos hormonales con PMSG, FSH, etc., se puede incrementar la tasa ovulatoria a través de un mayor reclutamiento y una menor atresia (Mc Natty, 1982).

Los factores asociados al servicio comprenden tres aspectos: inherentes al macho (producción espermática, volumen testicular y capacidad espermática), tipo de servicio (monta directa, inseminación artificial) y manejo (época y duración de los servicios, tamaño de los potreros, relación hembra/macho, alimentación, sanidad y esquila).

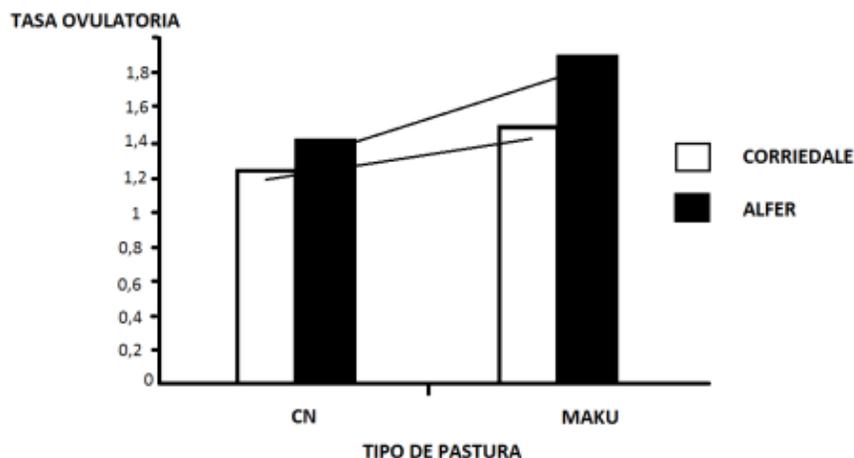
### 2.3 FLUSHING

El flushing es la sobrealimentación de las ovejas en torno al servicio, con el objetivo de incrementar la cantidad de mellizos, por aumento de la tasa ovulatoria. Permite desarrollar el potencial de gestar mellizos, sin un aumento de peso de la oveja. Por ende, se tendrán las mismas necesidades de mantenimiento durante el año, salvo en el último tercio de gestación y lactación (Aguerre y Fernández Abella, 2012).

#### 2.3.1 Factores que afectan la respuesta al flushing

Existen diversos factores que afectan la respuesta al flushing, a saber: genéticos, edad, condición o peso corporal, tipo de alimentación.

Las razas prolíficas tienen nula o escasa respuesta, mientras que en razas no prolíficas la selección por historia mellicera trae aparejada mejoras en los resultados del flushing (figura 4). Un experimento realizado en CIEDAG arrojó como resultado que una majada Corriedale pastoreando sobre *Lotus pedunculatus* cv. Maku lograba un mismo valor de tasa ovulatoria que un rodeo Corriedale ALFERSUL (seleccionado por alta fertilidad) alimentado en base a campo natural (Fernández Abella et al., 2007a). El desempeño ovulatorio de la majada seleccionada sobre la pastura sembrada con *Lotus pedunculatus* cv. Maku fue muy superior, como se aprecia en la figura 4.



**Figura 4. Importancia de la línea Corriedale en la respuesta al flushing. Fuente: Fernández Abella (2011).**

El aumento de potencial reproductivo por la edad se condice con un aumento de respuesta al flushing y en ovejas con condiciones corporales regulares 2.5 – 3.5 la respuesta al flushing será mayor, mientras que en ovejas en mal estado de condición corporal menor a 2.5 el mayor impacto será el incremento del número de ovejas preñadas y no la cantidad de mellizos.

**Cuadro 1. Efecto de la condición corporal en la respuesta al flushing de ovejas Merino Australiano adultas**

CONDICIÓN CORPORAL	RESPUESTA AL FLUSHING (porcentaje de incremento en la tasa ovulatoria)
2,50 – 2,75	15 - 20 %
3,00 – 3,50	0 - 8 %

Fuente: Bianchi et al., citados por SUL (2011)

En el verano y a principios de otoño se deben administrar alimentos ricos en energía siempre que se asegure un suministro de proteína mínimo en el alimento. A partir de abril y mayo, una vez cubierta la demanda de energía conviene utilizar alimentos ricos en proteína (SUL, 2011).

Se asocia a la proteína con aumentos en el reclutamiento folicular y a la energía con una disminución de la selección o atresia (muerte) de los folículos (Lindsay 1976, Haresign 1981, Knight 1981). Esto fundamenta la distinción entre tipos de alimentos según la época del año ya que según Fernández Abella (2014) el máximo reclutamiento se da con 12 horas 30 minutos (energía para verano) y la mínima atresia se da con 10 horas 20 minutos (proteína para otoño tardío).

El efecto de la nutrición sobre la reproducción ovina ha sido extensamente investigado y documentado desde comienzos del siglo XX (Underwood y Shier 1941, Allen y Lamming 1961, Coop 1962).

Lindsay (1976) sugirió que la tasa ovulatoria en ovejas se relaciona con lo que él llamó estado nutricional neto (net nutritional status), la suma de los nutrientes disponibles entre reservas corporales y los que se derivan de la dieta diaria del animal. Esto explicaría que ovejas pesadas y en buena condición corporal expuestas a dietas deficientes en energía y proteína aún pueden mostrar una buena tasa ovulatoria por la buena disponibilidad endógena de nutrientes.

Según Oldham et al. (1990) los patrones anuales de variación del peso vivo se relacionan con los patrones anuales de variación en tasa ovulatoria y estros. El desfase es de 6 meses aproximadamente, que es el período requerido para la maduración de los folículos (Robinson et al., 2002).

Smith et al. (1983) trabajando con ovejas Coopworth establecieron que la tasa ovulatoria de ovejas expuestas en primer término a una menor disponibilidad forrajera y luego a una mayor disponibilidad forrajera por períodos de 1-2 semanas previas al servicio no difería de aquella de ovejas mantenidas con una alta disponibilidad de forraje por 6 semanas.

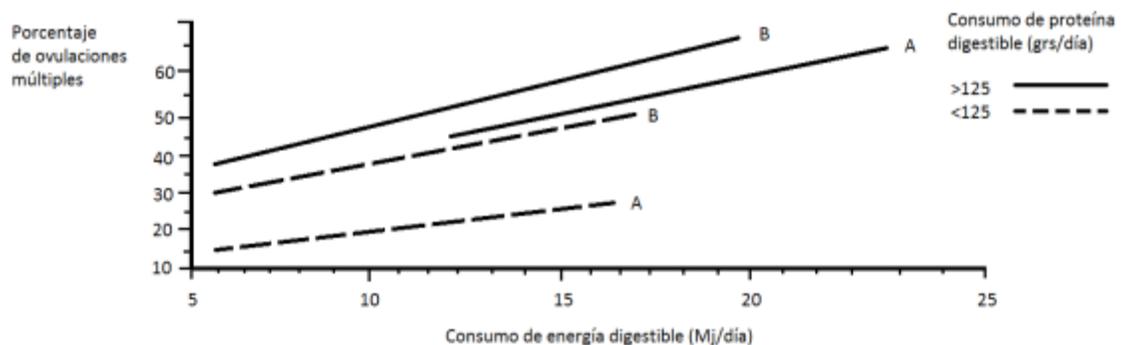
Smith (1991) procurando identificar los nutrientes involucrados en la respuesta al flushing reportó una respuesta lineal al consumo de energía, un umbral de respuesta respecto al consumo de proteína, la importancia de los aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) y concluyó que los llamados efectos estáticos y dinámicos del peso vivo y el efecto nutriente inmediato son la misma respuesta medida en diferentes tiempos. Además descartó los eventuales efectos en la liberación de FSH directa o indirectamente a través de feedbacks negativos. Esto indica que el efecto es a nivel del ovario y es mediado por acción directa de los BCAA o indirecta vía una hormona metabólica.

### 2.3.2 Nutrición energética y proteica

Algunos de los intentos por determinar la importancia relativa del aporte de proteína y energía de la dieta han concluido que la energía es más importante (Memon et al. 1969, Braden y Mattner 1970, Torrell et al. 1972). Sin embargo, Fletcher (1981) encontró respuesta positiva a la proteína sólo con bajos niveles de energía (0,956 Mcal EM/o/día). Por otra parte, Davis et al. (1981) reportaron respuesta positiva a incrementos en la proteína en la dieta con niveles moderados de energía (2,653 Mcal EM/o/día) y no la encontraron para dietas con niveles bajos de energía (1,494 Mcal EM/o/día).

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

Según Smith (1984) existiría un aumento lineal en la tasa ovulatoria a medida que la proteína aumenta para un nivel constante de energía. En gran parte los niveles de proteína actúan independientemente a los de energía. A su vez el aporte de proteína, excepto a bajos niveles de energía, produce un incremento en la tasa ovulatoria en un umbral de 125 gramos de proteína digestible por día (Smith, 1984).



**Figura 5. Efecto del consumo de energía digestible (MJ/día) y proteína digestible (g/día) sobre el porcentaje de ovejías con ovulaciones múltiples en dos líneas o variedades de distinto nivel genético de ovulación (A menor a B). Fuente: Smith (1984).**

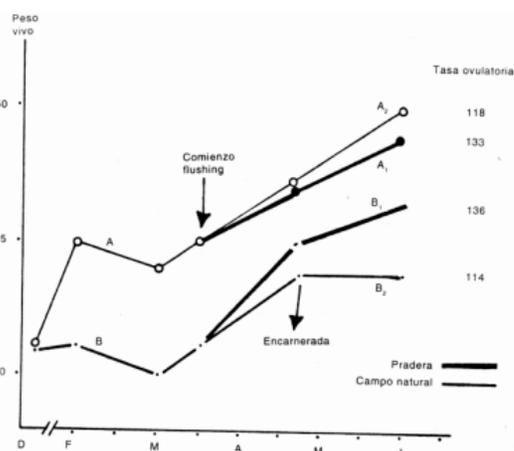
Este umbral mínimo explica la falta de respuesta que se obtiene cuando se realiza una suplementación (flushing), sin considerar el consumo de proteína (Fernández Abella, 1993). El valor absoluto puede variar con la raza, el peso vivo y la degradación de la dieta en el rumen (Smith y Stewart, 1990).

En investigaciones recientes se subraya la importancia de las hormonas metabólicas para explicar los efectos de la nutrición sobre la tasa ovulatoria. Muñoz-Gutiérrez et al. (2002, 2004), en experimentos en el que se suministraba grano de lupino y se hacían infusiones de glucosa y glucosamina durante 5 días, encontraron que la insulina, la hormona de crecimiento (GH), la "insulina como factor de crecimiento 1" (IGF-1) y la leptina cumplen un rol importante en el crecimiento folicular y en la mediación de los efectos de la nutrición.

Según Viñoles et al. (2005) las concentraciones de glucosa, insulina y leptina a nivel ovárico tendrán efecto en la tasa ovulatoria dependiendo del momento del reclutamiento folicular en el que se encuentra la oveja cuando estas sustancias tienen su máxima concentración.

Viñoles et al. (2002) trabajando con dos grupos de ovejas Ideal, uno de alta condición corporal (4,1 unidades) y otro de baja condición corporal (1,9 unidades), observaron que el grupo de mayor tasa ovulatoria presentó una mayor concentración de FSH y menor concentración de estradiol, con respecto al grupo de baja condición corporal. Esto los llevó a concluir que las mayores concentraciones de FSH en las ovejas de alta condición corporal permiten alargar el período de reclutamiento, determinando una mayor tasa ovulatoria.

Azzarini (1985) trabajando con ovejas Corriedale logró una diferencia de 4 a 5 kg de peso vivo cuatro semanas previa al inicio de la encarnorada, entre dos grupos de animales que pastorearon a distinta dotación durante el post-destete (figura 6). A partir de ese momento se dividieron los grupos originales en dos, permaneciendo una mitad en campo natural y pasando la otra mitad a pradera convencional (tercer año). Se reportó un incremento en tasa ovulatoria como consecuencia del pasaje de los animales a pradera, independientemente del nivel alimenticio en el post-destete, pero éste resultó ser mayor en aquellos animales que provenían del plano bajo (1,18 vs. 1,33 en los del plano alto y 1,14 vs. 1,36 en los del plano bajo). Si bien la pastura nativa pudo originar aumentos de peso equivalentes a los logrados con la pradera cultivada, no originaron respuestas proporcionales en tasa ovulatoria debido a la menor calidad del campo natural.



**Figura 6. Efecto del peso vivo y del tipo de pastura sobre la tasa ovulatoria de ovejas Corriedale en el Uruguay. Fuente: Azzarini (1985).**

Teleni et al. (1989) suplementando ovejas con lupino (*Lupinus angustifolius*) encontraron aumentos significativos en tasa ovulatoria. Estos estarían explicados por un incremento en las concentraciones de energía digestible (ED), producto de un aumento de precursores de glucosa proporcionados por la proteína y grasa bruta (extracto etéreo) del grano. Por su parte Viñoles et al. (2002) encontraron aumentos en tasa ovulatoria suplementando con energía. Ambos autores, explican estos resultados por un aumento de insulina en sangre.

Smith (1985) suplementando ovejas con dietas energéticas obtuvo un incremento de 1,5 % de ovejas con ovulaciones múltiples por cada Mega Joule (MJ) de energía por encima de los requerimientos de mantenimiento (12 MJ).

Catalano y Sirhan (1993) obtuvieron 8% de aumento en ovulaciones múltiples por cada MJ de energía metabolizable (EM) ingerido diariamente por encima de 12 MJ de los requerimientos de mantenimiento durante los últimos 12 días del ciclo estral, estudiando la respuesta en tasa ovulatoria hasta ofertas de 17 MJ de EM.

Por otro lado, Azzarini (1990) logró un aumento de 12 % en tasa ovulatoria al suplementar ovejas Ideal con diferentes tipos de grano a razón de 0,4 kg/animal/día durante un período de treinta días en torno a la encarnerada.

Procurando explicar el rol de la energía sobre la tasa ovulatoria Thomas et al. (1987) plantearon que las enzimas microsomaes hepáticas tienen la capacidad de metabolizar esteroides. En consecuencia el feedback negativo que ejercen los esteroides sobre el eje hipotálamo hipófisis se vería disminuido y desencadenaría una mayor producción de gonadotropinas.

Adams et al. (1994) señalaron que ovejas con dietas por debajo de los requerimientos de mantenimiento tienen una menor tasa de metabolicidad de los esteroides comparada con ovejas que cumplen los requerimientos de mantenimiento, lo que coincide con la teoría de Thomas et al. (1987).

Aumentos de glucosa e insulina por dietas energéticas permiten un ahorro de proteína como precursor de energía y esto permite mayor disponibilidad de nitrógeno para sintetizar enzimas microsomaes hepáticas (Smith, 1988). Puede existir una acción directa de la insulina sobre el hipotálamo estimulando la secreción de GnRH y por lo tanto la de FSH y LH, responsables de un aumento en la tasa ovulatoria. A su vez el tejido ovárico podría incrementar su sensibilidad a las gonadotropinas, provocando el mismo efecto (Catalano y Sirhan, 1993).

Finalmente Teleni et al. (1989) encontraron que la respuesta en tasa ovulatoria está muy relacionada con la tasa de entrada de glucosa; y proponen que independientemente del tipo de alimento, la tasa de entrada de glucosa es la que explica el incremento en la tasa ovulatoria.

La nutrición proteica incide en la tasa ovulatoria al modificar los niveles de la hormona de crecimiento y la insulina, las que podrían inducir cambios en la actividad intraovárica de los moduladores de FSH y el factor de crecimiento asociado a la insulina (I.G.F.<sup>-1</sup>). Un aumento en la actividad de dicho factor desencadenaría un incremento en la sensibilidad de la enzima aromatas a la FSH, provocando mayor reclutamiento folicular y en consecuencia aumentos en la tasa ovulatoria (Smith 1985, Viñoles 2003).

El efecto de la proteína sobre la tasa ovulatoria varía dependiendo del tipo que sea, lo que se pone de manifiesto con la administración intravenosa de proteínas y aminoácidos. Las proteínas con mayor cantidad de aminoácidos de radical ramificado (valina, leucina, isoleucina), tienen un papel importante sobre los mecanismos que controlan la tasa ovulatoria (Downing et al., 1991). Una mezcla de aminoácidos ramificados inyectados en sangre también resultó en un incremento en la tasa ovulatoria (Downing et al., 1995).

A nivel internacional se conocen una serie de trabajos donde al suplementar con grano de lupino (30 a 35% de proteína cruda) se obtienen incrementos en la tasa ovulatoria (Knight et al. 1975, Radford et al. 1980, Smith 1985, Nottle et al. 1988, Kosior-Korzecka y Bobowiec 2003).

Ritar y Adams (1988) en un experimento con ovejas Merino australiano de 43 kg de peso vivo obtuvieron una tasa ovulatoria de 1,4 suplementando con 0,6 kg/animal/día de grano de lupino, mientras que en el testigo sin suplementar la tasa ovulatoria fue 1,19.

Crocker et al. (1990), suplementando con 0,5 kg/animal/día de grano de lupino registraron un 13% más en la tasa ovulatoria, frente a un testigo sin suplementar.

A nivel nacional Acuña et al. (1988) realizando una suplementación en ovejas Ideal en torno a la encarnerada con una fuente proteica (farelo de 34% de PC) obtuvieron un 17% de aumento en tasa ovulatoria frente a un testigo sin suplementar.

Azzarini (1990) también trabajando con ovejas de raza Ideal pastoreando sobre campo natural y suplementando con una fuente energética (0,4 kg/animal/día de grano) y una proteica (0,5 kg/animal/día de farelo) durante

17 y 30 días en torno a la encarnerada, obtuvo los siguientes resultados que se resumen en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Valores de tasa ovulatoria obtenidos con suplementación energética o proteica en ovejas Ideal en torno a la encarnerada, para tres años consecutivos.**

TRATAMIENTO/AÑO	1986	1987	1988
Testigo	1,16	1,18	1,14
Energía	1,27	1,34	-----
Proteína	1,38	1,51	1,26*

\*17 días de suplementación.

Fuente: Azzarini (1990).

Stewart y Oldham (1986) demostraron que el consumo de grano de lupino (0.5 kg/animal/día) durante 5 a 8 días previos a la ovulación provoca mayores incrementos en la tasa ovulatoria que al suministrarlos durante 1 a 4 días previos a la ovulación.

Catalano y Sirhan (1993) destacan un trabajo donde al aumentar el contenido proteico de 0,300 a 0,380 kg por día de un suplemento administrado durante 8 días (entre los días -7 y el celo día 0=ovulación) 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.

Nottle et al. (1990), suplementando con grano de lupino a ovejas Merino durante siete días comenzando los días 3, 7 u 11 luego del estro, con una inducción de la ovulación, concluyen que el aumento en la tasa ovulatoria no depende del estado del ciclo en el cual la suplementación comienza o del momento donde se induce la luteólisis; sino que la respuesta ovulatoria al consumo de lupino se desencadena en los días próximos a la regresión luteal (día -5 y -8).

Luque et al. (2000), señalan que la mayor respuesta en tasa ovulatoria a la suplementación proteica se daría en los seis días previos a la ovulación. Entre 3 a 8 días previos a la ovulación ovejas con ovulaciones múltiples registran mayores niveles de FSH comparadas con ovejas de ovulaciones simples (Davis et al., 1981).

También en ovejas alimentadas con dietas proteicas se observó un claro estímulo en el comportamiento reproductivo (Thompson y Smith 1988, Smith 1988) acompañado de un mayor nivel de FSH durante el período denominado estratégico para lograr una mayor tasa ovulatoria.

Thomford et al. (1983), Thomas et al. (1987) proponen un modelo para explicar los aumentos de FSH al suministrar dietas ricas en proteína. Ésta estimularía a las enzimas microsomales hepáticas, las cuales metabolizan los esteroides, disminuyendo la concentración sanguínea de estos. Por lo tanto el feedback negativo de dichas hormonas sobre el eje hipotálamo hipófisis sería menor. Es así que se observó que al suministrar fenobarbital (inductor de la actividad de enzimas microsomales hepáticas) incrementó la tasa ovulatoria (Thomas et al., 1987), pero no provocó un aumento en la concentración sanguínea de FSH (Smith y Stewart, 1990). Estas contradicciones sugieren que los resultados no sean del todo concluyentes acerca de la participación de hormonas gonadotrópicas como factores responsables del aumento de la tasa ovulatoria (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.

Knight et al. (1975) trabajando con ovejas Merino y Corriedale compararon dos dietas con la misma cantidad de nitrógeno, una con lupino contra otros suplementos con 50% de nitrógeno no proteico. Los resultados evidenciaron un aumento en la tasa ovulatoria únicamente en el tratamiento con lupino.

Nottle et al. (1988) también en ovejas Merino y utilizando distintas fuentes de nitrógeno (grano de lupino y caseína tratada con formaldehído), registraron respuestas en términos de tasa ovulatoria, atribuibles al aporte de proteína sobrepasante del grano de lupino. Sin embargo, Catalano y Sirhan (1993) registran resultados contradictorios con los anteriores, el aumento en tasa ovulatoria tendría mayor correlación con el aporte de energía metabolizable (EM) del grano de lupino ( $R^2=0.87$ ) que con el de proteína ( $R^2=0.40$ ).

Banchero et al. (2003) mostraron que ovejas con acceso a una pastura de Lotus Maku por períodos cortos, entre 10 y 13 días, presentaron más ovulaciones dobles (42% vs. 24%,  $P=0.08$ ) que ovejas pastoreando campo natural, procurando asegurar los requerimientos mínimos de proteína digestible de 125 gramos reportados por Smith (1985) a partir de los cuales habría respuesta en la tasa ovulatoria. El suministro de energía podría potenciar el efecto positivo de los niveles de proteína.

Smith (1985) observó que la limitante para aumentar la TO es el nivel de proteína hasta que se alcanzan los 125 g/a/día de proteína digestible y posteriormente la energía digestible pasa a ser el factor limitante. Aumentos en

el consumo de energía digestible tienen una respuesta positiva en tasa ovulatoria. Sin embargo con los trabajos de Thompson et al. (1973), se demostró que un mayor contenido de proteína cruda de la dieta per se no explica completamente los incrementos en tasa ovulatoria ya que no se logró incrementar la misma mediante el uso de urea. Esto implica que otros factores como la baja degradabilidad ruminal y/o aporte energético de la fuente de proteína podrían ser los responsables del incremento en tasa ovulatoria y no el mayor contenido de proteína cruda (Banchero y Quintans, 2005).

Reforzando esta idea Barry y McNabb (1999) encontraron un aumento significativo de la tasa ovulatoria cuando las ovejas consumieron *Lotus corniculatus* respecto a pasturas de raigrás perenne (*Lolium multiflorum*) y trébol blanco (*Trifolium repens*), atribuyendo estas diferencias a la alta concentración de taninos condensados, los que aportan proteína no degradable a nivel del rumen.

Banchero y Quintans (2005) establecieron que períodos 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 hembras de raza Corriedale, Ideal, Ideal x Frisona Milchschaaf como de Hampshire Down en condición corporal moderada. Las ovejas no necesitan ser suplementadas o pastorear pasturas de alta calidad alimentadas por mucho tiempo o en alta cantidad para incrementar su tasa ovulatoria. Las mejores respuestas se dieron cuando el consumo animal superó por 100-110 gramos de proteína cruda por encima de la proteína aportada por el campo natural o lo que es equivalente a suplementos con más de 20% de proteína cruda dependiendo de la cantidad de suplemento. Además la energía de la dieta no debe ser limitante.

Una forma de aumentar aún más la tasa ovulatoria con suplementos proteicos, es la inclusión de taninos exógenos que protegen la proteína. Los taninos son compuestos polifenólicos producidas por el metabolismo secundario de las plantas. Existen taninos condensados o solubles. Estas sustancias tienen la habilidad de unirse a las proteínas bajo condiciones de pH neutro o ligeramente ácido como los existentes a nivel ruminal, formando un complejo proteína-taninos.

A nivel nacional Banchero et al. (2012a) encontraron aumentos en la tasa ovulatoria de 15 puntos porcentuales suplementando con harina de soja, a razón de 500 g/a/día, mientras que cuando se utilizaron taninos de quebracho protegiendo dicha proteína, el incremento se elevó a 28 puntos porcentuales en ovejas raza Ideal. Estos autores concluyen que es posible afirmar que cada 50 gramos de proteína aportada por encima de la proteína cruda que el campo natural aporta se obtienen incrementos en la tasa ovulatoria de 0,1 unidades. A su vez cuando la proteína del suplemento es protegida por taninos

condensados exógenos, el incremento es un 10% superior (Banchero et al., 2012a).

Una síntesis de los principales resultados en tasa ovulatoria a nivel nacional según la alimentación se presenta en el cuadro 3.

**Cuadro 3. Síntesis de respuestas en tasa ovulatoria según diferentes estrategias de alimentación.**

TRATAMIENTO	CONSUMO DIARIO DE PROTEÍNA CRUDA POR ANIMAL (g)	TASA OVULATORIA
Campo natural (PC: 5,5 %; OF: 12 % PV)	135	1.15
CN + Exp. de girasol (600 g/día)	240	1.36
CN + Exp. de girasol + maíz (8:2, 700 g/día)	240	1.32
CN + bloque proteico (400 g/día)	195	1.27
Lotus Maku (PC: 15,6 %; OF: 12 % PV)	270	1.44
Lotus Maku + maíz (600 g/día)	216	1.27

Fuente: Banchero y Quintans, Fossati et al., citados por SUL (2011).

A modo de conclusión puede afirmarse que administrando dietas con elevados valores energéticos y proteicos (considerando particularmente la fuente de proteína), durante períodos cortos previos al servicio se desencadenan cambios metabólicos y endócrinos que modifican los procesos de crecimiento, maduración y/o atresia foliculares generando un aumento en tasa ovulatoria y prolificidad. Esta respuesta no necesariamente tiene que estar asociada a variaciones en el peso vivo y/o condición corporal (Catalano y Sirhan, 1993).

## 2.4 SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

### 2.4.1 Base forrajera

El campo natural constituye desde los comienzos de la ganadería la base forrajera sobre la cual se sustenta la pecuaria nacional (Boggiano, 2003). A propósito, según el censo general agropecuario (MGAP.DIEA, 2011) el campo natural ocupa el 64,3 % de la superficie total del país y el 83 % de la superficie dedicada a la ganadería en Uruguay.

Según Millot et al. (1987) los campos naturales son un complejo mosaico constituido por un número muy grande de especies que cambian sus

frecuencias y sus hábitos fisiológicos y ecológicos, adaptándose a las condiciones cambiantes del material geológico, suelo, topografía, bajo el efecto del manejo del pastoreo.

La producción de forraje de las pasturas naturales en la zona de Cristalino Central y su distribución estacional puede observarse en el cuadro 4. Formoso (1991) recabó datos durante seis años y agrupó la zona en tres distintos tipos de suelos, dos de los cuales se hallan en la Estación Experimental del SUL (CIEDAG) en Florida.

**Cuadro 4. Producción de forraje (kg MS/ha) y distribución estacional (%) en distintos suelos de Cristalino Central.**

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

Fuente: adaptado de Formoso (1991).

Según Formoso (1991) aunque la producción estacional presenta ciertas variaciones la vegetación es fundamentalmente de ciclo estivo-primaveral con una ausencia severa de componentes invernales. El tipo productivo promedio de los campos naturales del Cristalino Central es ordinario, destacándose también pastos duros como *Stipa charruana* “espartillo” y *Paspalum quadrifarium* “paja mansa” que por lo general dominan los campos como consecuencia del mal manejo asociado a bajas cargas de vacunos.

La producción primaria estimada anual promedio es de 4218 Kg MS/ha/año con un máximo determinado de 6061 y un mínimo de 2314 Kg de MS/ha/año. En suelos sobre Basamento Cristalino, la mayor variabilidad productiva se presenta en las estaciones de verano e invierno. Sin embargo la incidencia de la variabilidad invernal es escasa por el reducido potencial productivo de esta estación, a diferencia de lo que ocurre en el verano y la primavera donde se concentra el 60-70% de la producción anual (Formoso et al., 2001).

El contenido de proteína cruda (PC) y la digestibilidad descienden en el período invernal como consecuencia de la ausencia de especies productivas. En primavera, el incremento del valor nutritivo está asociado al rebrote de las gramíneas. En el otoño aumenta el valor nutritivo debido a la presencia de especies dicotiledóneas que comienzan a brotar a medida que disminuye la competencia de las especies estivales (Formoso et al., 2001).

**Cuadro 5. Campo natural de Cristalino: producción diaria de materia seca (kg/ha/día MS); Energía Metabolizable Estimada (Mcal EME/kg MS) y contenido de Proteína Cruda (% BS). Valores promedio por estación.**

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Tasa de Crecimiento (kg/ha/día MS)				
Promedio	13,0	9,3	6,7	17,3
Máximo-Mínimo	24 - 3	17 - 5	13 - 2	24 - 6
Energía Metabolizable (Mcal EME/kg MS)	2,1	2,2	2,0	2,4
Proteína Cruda % PC (BS)	9,3	9,7	8,0	10,3

Fuente: adaptado de Formoso et al. (2001).

A propósito de los parámetros de calidad de forraje promedio de suelos del Cristalino Central para Risso et al. (2001) éstos alcanzan los siguientes valores: 51,2 % digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca, 8,6 % de proteína cruda y 0,13 % de fósforo.

Según Formoso (2005) en términos generales en suelos de pradera (Brunosoles subéutricos/éutricos lúvicos) desarrollados sobre Basamento Cristalino como los del CIEDAG, de fertilidad media a baja y mínimo contenido en fósforo, la composición florística del tapiz de los campos está integrada mayormente por gramíneas de ciclo estival, una PPNA (productividad primaria neta aérea) promedio de 4218 kg de materia seca/ha/ año y un valor nutritivo promedio de 60.4% de DMOMS (digestibilidad de la materia orgánica en la materia seca) y 9.3% de PC (proteína cruda).

#### 2.4.2 Suplementación en autoalimentación y regulación del consumo animal con sal

La tecnología de suplementación en autoalimentación consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para proveer alimento a medida que éste es requerido por los animales. La tecnología de autoalimentación de raciones es utilizada en los sistemas ganaderos por su facilidad operativa y ahorro de mano de obra y tiempo (Perry et al., 1976).

Entre los diversos factores que influyen el consumo de alimento concentrado con alto contenido de NaCl en esquemas de autoalimentación se citan: el animal, las características de la pastura y la disponibilidad de agua (Rovira y Velazco, 2012).

En la medida que el ganado se acostumbra a comer alimento concentrado con sal, es de esperar un incremento en el consumo de éste por lo cual es recomendable elevar el contenido de sal a medida que avanza el período de suplementación para mantener un nivel de consumo constante (Beeson et al. 1957, Schauer et al. 2004).

Según Rovira y Velazco (2012) el manejo del comedero y el clima también son factores que pueden variar el consumo de alimento concentrado con alto contenido de sal en régimen de autoalimentación.

En los programas de suplementación se hace mucho hincapié en la operativa de implementación, puntualizando aspectos tales como: espacios de comedero por animal, diseño de comederos, tamaño y homogeneidad del lote de animales, cumplimiento de la rutina, de manera de disminuir aspectos de interacciones sociales y comportamiento animal que causen variación en el consumo individual. Esto es debido a que todos los animales deben poder comer al mismo tiempo. Muchas de las inconsistencias en las respuestas a la suplementación de animales en pastoreo radican en la variación del consumo individual cuando en la implementación diaria no se respetan las recomendaciones para cada tipo de suplemento y categoría animal. En sistemas de autoalimentación los animales comen alimento concentrado en diferentes momentos durante el día, no se concentran en el comedero.

En términos generales, ganado con acceso a suplementos con alto contenido de sal consumen entre un 50 y 75% más de agua que lo normal (Rich et al., 1976). El incremento del consumo de agua es un mecanismo de adaptación de los animales para mantener el equilibrio interno u homeostasis y eliminar el exceso de sodio.

Según un estudio de la Universidad del Estado de Arizona para eliminar 1 kg de sal se requieren 19 litros de orina (Sewell, 1993). En un estudio realizado con corderos, Meyer et al. (1955) determinaron que se requieren 35 ml adicionales de agua por cada gramo adicional de cloruro de sodio consumido. En novillos y corderos, Thomas et al. (2007) reportaron un consumo adicional de 4 litros de agua por cada 100 g de sal consumido en el rango de 10-20% de NaCl en el alimento concentrado.

De acuerdo a Rich et al. (1976) los efectos tóxicos por un excesivo consumo de sal generalmente se observan en alguna de las siguientes situaciones: cuando el ganado ha sido privado de sal por mucho tiempo y repentinamente tiene acceso a grandes cantidades; cuando es obligado a consumir grandes cantidades de sal sin un adecuado acceso al agua; y cuando es obligado a consumir grandes cantidades de sal y el agua disponible también tiene cantidades importantes.

Según Mufarrege (2003) una oveja con unos 40 kg de peso vivo necesita consumir desde el nacimiento del cordero hasta el destete unos 0,25 kg de Na, equivalente a 1,7 g Na/día; por lo que las necesidades diarias de la oveja pueden ser cubiertas por una pastura con 0,10-0,13 % de Na. Sin embargo, según Piaggio y Uriarte (2005) las pasturas naturales del Uruguay en términos generales son deficitarias en Na (datos en base seca; promedio: 0,04 %; máximo 0,078 % y mínimo 0,018 %).

Tanto Na como Cl son excretados básicamente por la orina. En el caso de consumo de concentrados con alto contenido de sal hay un incremento en la excreción del Na y Cl, también se ha registrado un incremento en la retención de ambos iones comparado con el consumo de suplementos sin sal adicional. A pesar de que dicha retención tiende a ser poco significativa, en esquemas de suplementación prolongados puede resultar en una mayor retención de agua por parte de los tejidos del animal para el mantenimiento del equilibrio interno (Nelson et al., 1955).

A través de una dilución en la sangre, tanto del Na como del Cl, producida por un mayor consumo de agua, se mantendría relativamente constante la presión osmótica de la sangre y los tejidos (Croom et al., 1982). Chicco et al. (1971) no encontraron diferencias en la concentración de Na o Cl en la sangre de novillos suplementados con alimentos concentrados sin sal o con sal adicional para limitar el consumo (30% NaCl). Resultados similares fueron reportados por otros autores (Weir y Miller 1953b, Meyer et al. 1955, Harvey et al. 1986) confirmando que en la medida que el animal tenga suficiente agua de bebida es capaz de tolerar un alto consumo de NaCl en sistemas de alimentación en autoalimentación.

Como regla general se considera que el consumo de sal en ganado bovino tiende a ser alrededor del 0,10-0,15% del peso vivo cuando la sal forma parte de concentrados en autoalimentación (Rich et al. 1976, Sewell 1993).

A nivel nacional, trabajos realizados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Facultad de Agronomía mostraron para terneros pastoreando pasturas en cantidad restringida (2,5 kg de materia seca/100 kg de peso vivo/día), un consumo diario constante de grano con agregado de sal a razón de 5% del grano (Simeone y Berreta, 2008). En otro trabajo realizado con terneros sobre raigrás, Cepeda et al. (2005) concluyeron que el suministro de sal al 5% de la MS del grano limitó el consumo de suplemento aproximadamente al 1 % del peso vivo diario. Esto contradice resultados reportados por Croom et al. (1982) quienes concluyeron que entre 5 y 7% de NaCl en concentrado sería el umbral máximo sin afectar significativamente el consumo animal.

Para el caso de bovinos, Rich et al. (1976) tabulan la cantidad de sal a incluir en el suplemento concentrado en función de la cantidad de suplemento objetivo a ser consumido diariamente y al peso vivo del bovino, resultando en inclusiones de un 10 a 15 % de sal para limitar el consumo de concentrado próximo a 1 % del peso vivo. Estos autores resaltan que la sal no es un regulador preciso del consumo, siendo alta la variación en tolerancia individual a excesos de sal.

Varios investigadores destacan que la tolerancia al consumo de sal puede variar significativamente entre animales y atribuyen la variación en el consumo a la pérdida de sensibilidad de los animales a los efectos negativos de la sal en la palatabilidad del alimento concentrado (Riggs et al. 1953, Chicco et al. 1971, Schauer et al. 2004). Por tal motivo, Beeson et al. (1957) recomendaron que la inclusión de la sal en el suplemento deba ajustarse periódicamente acompañando los cambios de palatabilidad de la ración debido a factores intrínsecos del animal (acostumbramiento a la sal) para asegurar que realmente se logre el nivel de consumo objetivo.

#### 2.4.3 Estrategias de suplementación en ovinos

Para la suplementación proteica en torno a la encarnerada han sido desarrolladas dos tipos de estrategias de suplementación diaria, la más tradicional con duración de 4 semanas, y más recientemente la suplementación diaria focalizada, de tan sólo 6 a 10 días de duración (Piaggio y Banchemo, 2013).

Ambas modalidades de suplementación proteica han demostrado aumentar la tasa ovulatoria en ovejas de cría, tanto a nivel internacional como nacional (Smith y Stewart 1990, Azzarini 1985, 1992, 2000, Banchemo et al. 2002, 2003, 2006, 2012, Banchemo y Quintans 2004a, 2005, Barragué et al. 2006, Casco et al. 2007, Aguerre y Fernández Abella 2012).

Según varios autores citados por Banchemo et al. (2003), 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 hay un nivel mínimo de proteína digestible que debe ser consumida por día, que es del orden de 125 g por oveja. Banchemo et al. (2012b) concluyen que el aumento en la tasa mellicera como respuesta a la sobrealimentación entorno a la encarnerada es del orden del 15 a 25 %.

Dada la mayor prolificidad que se logra realizando flushing, surgió la necesidad de generar información que permitiera capitalizar esto, y que resultara entonces en un aumento de los kilos de cordero destetados, principalmente aumentando la sobrevivencia de los corderos hijos de ovejas

prolíficas, que es donde se produce mayor mortandad neonatal (Banchero et al., 2012b). Se han desarrollado dos tipos de suplementación energética en el peri-parto, ambas de suministro diario, pero de diferente duración y efecto: suplementación sobre el fin de la gestación, de 30 a 45 días, que mejora la sobrevivencia por efecto en peso al nacer y en la lactación y recientemente se ha propuesto la suplementación diaria focalizada de sólo 10 días en el pre-parto (Banchero et al., 2012b).

La utilización de sal como regulador del consumo de suplementos en ovinos ha tenido resultados dispares. En corderos (30 kg) suplementados con cebada con 10, 20 y 30% de sal registraron un consumo de suplemento de 384, 279 y 170 g/a/día, respectivamente, confirmando la eficacia de la sal como limitador del consumo (Villa et al., 2007).

También en corderos, Meyer et al. (1955) reportaron un descenso en el consumo que no fue significativo, al incrementar la sal en el concentrado de 0,7 a 12,8% (1,53 y 1,40 kg/a/día, respectivamente).

Según el NRC (2007) la adición de NaCl a los suplementos es una opción para limitar el consumo de suplementos en animales en pastoreo, pero el valor de toxicidad de referencia es menor al citado anteriormente y se resalta la necesidad de libre acceso a agua y considerar el límite en la capacidad fisiológica para eliminar el exceso de NaCl consumido.

El uso de libre acceso a alimentos concentrados limitando su consumo diario mediante la inclusión de NaCl presenta ciertas limitantes. En primer lugar aparece la condición absolutamente necesaria de disponer de agua a voluntad (Toha et al. 1987, Masters 2007). En segundo lugar presenta una serie de limitantes relativas al tipo y cantidad de pastura ofertada, al tipo y cantidad objetivo de suplemento, a la interacción entre ellos y a características del animal como especie, por diferencias en tolerancia a excesos de sal, así como grado de selectividad. Con relación a la especie animal, según Osweiler et al. (1985) el ovino es más tolerante a excesos de NaCl que otras especies, con una dosis oral letal aguda de 6 g/kg PV.

Masters (2007) sostiene que los ovinos toleran bien inclusiones de sal menores a 10 % o consumos totales de hasta 100 g de NaCl por día, siendo que en consumos de entre 150 a 250 g de NaCl los ovinos alcanzan un límite superior en su habilidad de procesar y excretar el exceso de sal. En los trabajos de Weir y Miller (1953b), Meyer et al. (1955) los consumos de NaCl fueron de 90 a 257 g/o/d y de 38 a 104 g/o/d, respectivamente, sin presentar problemas de toxicidad, pero resaltando que los consumos de agua fueron el doble y el triple del testigo, respectivamente.

Una de las principales limitantes de la modalidad de suplementación mediante libre acceso al concentrado es que constituye uno de los principales factores que aumenta la variación individual de consumo de suplemento (Bowman y Sowell, 1997). Los programas de suplementación de animales en pastoreo suponen que la ingestión diaria de suplemento es igual en todos los animales del lote. Esta suposición, excepto que el suministro sea individual, no se cumple, y el suministro individual no es viable en nuestros sistemas de producción.

Los desvíos de la cantidad de suplemento consumido por animal y por día, respecto al planificado, conducen a problemas tanto en los animales que ingieren más de lo programado como en los que ingieren menos de lo programado, resultando en efectos negativos en la respuesta animal (Bowman y Sowell, 1997).

Bowman y Sowell (1997) resaltan que los efectos potenciales negativos de los animales que ingieren más suplemento que lo programado diariamente incluyen efectos negativos en el consumo, en la digestibilidad y en la utilización de los nutrientes. De esta manera, los resultados de una suplementación con concentrados realizada diariamente o realizada mediante libre acceso, podrían ser diferentes. Es por lo tanto necesario disponer de coeficientes técnicos para la modalidad de suministro de concentrado en libre acceso para ovinos en condiciones de pastoreo.

La utilización de libre acceso a alimentos concentrados con ovinos, regulando el consumo mediante la inclusión de sal ha sido evaluada en otros países (Weir y Torel 1953a, Weir y Miller 1953b) en términos de estudio de posibles efectos tóxicos y necesidad de agua, pero no en términos de evaluar la consistencia de respuestas reproductivas en esta modalidad de suplementación comparada con la suplementación diaria. Como se mencionó someramente anteriormente, en nuestro país esta modalidad de alimentación práctica, llamada también como “autoalimentación de concentrados de animales en pastoreo”, ha sido evaluada y recomendada para diferentes categorías de bovinos para carne, fundamentalmente en la recría de terneros y novillos (Simeone et al. 2003, 2006, 2010, Rovira y Velazco 2012, Beretta y Simeone 2013a, Beretta et al. 2013b).

No existe información nacional publicada sobre el uso de esta modalidad de suministro de alimentos concentrados en ovinos y es muy escasa a nivel regional. En Argentina se ha puesto énfasis en evaluar los riesgos de disturbios digestivos y del NaCl como regulador del consumo pero no en términos de coeficientes técnicos de reproducción (Villa et al. 2007, INTA 2009). Villa et al. (2007) evaluaron el uso de niveles crecientes de sal como regulador del consumo de una mezcla de cebada y urea con corderas de recría, en

invierno sobre un campo en la precordillera, con muy baja disponibilidad de forraje, resultando que a partir de 20 % de sal en el concentrado el consumo voluntario fue menor.

En la bibliografía consultada, en los ovinos a partir de aproximadamente 50 g de sal/animal/día se da una regulación del consumo (Villa et al. 2007, Weir y Miller 1953b), con agua disponible a voluntad y muy baja disponibilidad de pastura. Con base en esta información es que se plantea como hipótesis que la inclusión de sal en el alimento concentrado para ovinos constituye una alternativa para limitar el consumo voluntario del mismo a las cantidades diarias planificadas para diferentes situaciones de alimentación, evitando picos de ingestión que provoquen disturbios digestivos o metabólicos. Esto permitiría la utilización de la modalidad de libre acceso a alimentos concentrados para la implementación de estrategias alimenticias ya demostradas en la mejora de la eficiencia reproductiva de las majadas, debiéndose verificar que el uso de esta modalidad de suplementación arroje similares coeficientes técnicos que el suministro diario de alimentos concentrados.

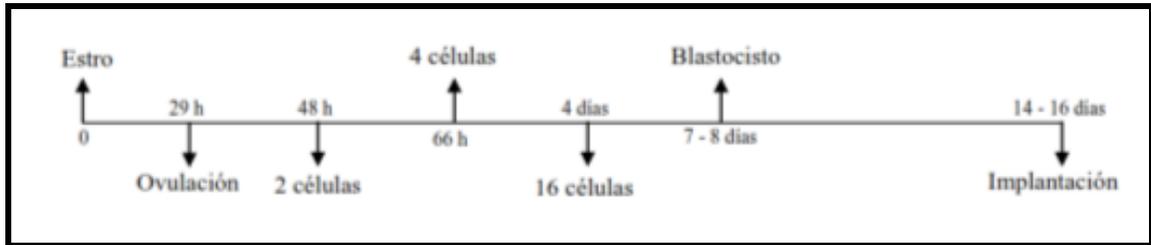
## 2.5 PÉRDIDAS EMBRIONARIAS

Las principales causas de pérdidas durante la preñez son las muertes embrionarias (15 - 30 % de los ovocitos liberados), ya que las pérdidas durante la etapa fetal son generalmente menores en torno a 5 - 7 % (Edey 1969, 1976, Wilkins y Croker 1990, Fernández Abella et al. 2006, 2007c, 2008a, 2008b).

En nuestro país, la tasa de fertilización varía entre un 75 y 94%, siendo la alimentación el factor que más la afecta. Las fallas en la fertilización se pueden adjudicar a defectos en los gametos, desequilibrios o deficiencias hormonales (Fernández Abella, 1993).

### 2.5.1 Muertes embrionarias y/o fetales

La mortalidad embrionaria se define como la pérdida del producto obtenido entre la concepción y el fin del período embrionario de diferenciación (35-40 días de gestación). Las muertes embrionarias se pueden dividir en precoces y tardías. La muerte embrionaria precoz se considera entre la concepción y los 20 días, siendo denominadas tardías aquellas que ocurren entre los 21 y los 35-40 días aproximadamente. Las pérdidas precoces representan el mayor porcentaje de las muertes (15 - 30 % de los ovocitos liberados), mientras que las pérdidas tardías de embriones o fetos son de menor magnitud (5 - 7 %) (Edey 1969, Berain 1984, Wilkins y Croker 1990).



**Figura 7. Desarrollo normal del embrión ovino. Fuente: Fernández Abella (2011).**

Las muertes embrionarias provocan la reabsorción total del embrión sin observación de ningún síntoma, salvo el aumento anormal del intervalo entre celos. Los huevos o embriones que mueren hasta el día 12 no causan disturbios en el largo normal del ciclo, pero aquellos que sobreviven más allá de ese tiempo previenen la regresión del cuerpo lúteo. La secreción del cuerpo lúteo es mantenida hasta que la reabsorción de las membranas es sustancialmente completa. La fertilidad en ese celo es menor, asociado esto a un deterioro en el transporte espermático (Fernández Abella, 1993).

Según Edey (1976), estos problemas se verían atenuados en condiciones normales de producción, debido a que la mayoría de las muertes ocurren lo suficientemente temprano en la preñez como para permitir al menos un servicio más antes de que los carneros sean retirados. Los principales efectos serían retrasos en las pariciones, problemas con su distribución temporal, reducción de la tasa mellicera y aparición de algunas ovejas estériles.

Según Fernández Abella (2011) entre los factores que más afectan las pérdidas embrionarias conviene destacar: genéticos (defecto de gametos, raza, desequilibrio o desbalance hormonal, anomalías cromosómicas y tasa ovulatoria), internos (peso vivo y condición corporal, edad, localización del embrión), ambientales (nutrición, temperatura, fotoperíodo, estrés pluviométrico, sanidad).

### 2.5.2 Nutrición, peso vivo y condición corporal

Respecto al rol del peso vivo y la condición corporal en las pérdidas embrionarias, existe abundante evidencia acerca de la menor supervivencia de los embriones en ovejas con muy bajo peso (Guerra et al. 1971, Edey 1976). Por otra parte, cuando los animales presentan buenos o altos pesos corporales, existe acuerdo entre los investigadores que el peso vivo per se no afecta la supervivencia de los embriones (Edey, 1976).

En Uruguay se observa que la condición corporal determina cambios en tasa ovulatoria y fertilidad de las ovejas (cuadro 6). Según Fernández Abella

(2011) la fertilidad de las ovejas de condición corporal regular (2.25 a 2.75) está estrechamente relacionada con las pérdidas embrionarias.

En las ovejas de buen estado corporal (> 3.0), las pérdidas embrionarias no explican la fertilidad obtenida, y estas pérdidas aumentan al incrementar la tasa ovulatoria como ya se mencionó previamente (Fernández Abella, 2011).

**Cuadro 6. Efecto de la condición o estado corporal sobre la tasa ovulatoria, fertilidad y pérdidas embrionarias.**

<b>CONDICIÓN CORPORAL</b>	<b>TASA OVULATORIA</b>	<b>FERTILIDAD (%)</b>	<b>PÉRDIDAS EMBRIONARIAS (%)</b>
<b>2,25-2,5</b>	1.00 a	80.0 a	22.7 a
<b>2,5-2,75</b>	1.08 ab	89.1 b	12.5 b
<b>3,0-3,25</b>	1.17 bc	93.6 b	16.7 ab
<b>3,5-3,75</b>	1.33 c	93.9 b	16.5 ab

Distintas letras por columna indican diferencias significativas al 5 %.

Fuente: Fernández Abella y Formoso (2007b).

La subalimentación causa alteraciones en la puesta en marcha de los mecanismos antiluteolíticos que aseguran la implantación y la sobrevivencia embrionaria. La duración de la subnutrición y no el momento de la aplicación fue el determinante de la sobrevivencia embrionaria. Las primeras muertes se registran en ovejas gestando mellizos, las cuales primero pierden un embrión y con el paso del tiempo el otro (Edey, 1976).

Parr et al. (1982) concluyen que ovejas que sufren una subnutrición en los primeros 35 días luego de la encarnerada, ven reducido el tamaño y peso de sus embriones. Los autores sugieren la existencia de algún mecanismo que reduce el crecimiento y desarrollo embrionario en situaciones de nutrición limitante. Como posible explicación plantean la existencia de un control del crecimiento del embrión a través de una reducción del aporte materno de glucosa, en respuesta a situaciones de estrés nutricional. Según Rhind (2004) este retardo en el crecimiento embrionario repercutiría negativamente en la fecundidad del individuo adulto.

Según Fernández Abella (2011) altos niveles nutricionales (cerca al 200% de mantenimiento) en la preñez temprana (12 días) reducen la concentración de progesterona en plasma, pudiendo alcanzar en algunas razas, niveles cercanos al umbral crítico para la supervivencia del embrión. Parr (1992b) sugiere la existencia de una correlación negativa entre nivel de

consumo en la preñez temprana (8 a 14 días pos-concepción) y la concentración de progesterona en plasma, llevando a reducciones en la tasa de preñez en situaciones de altos niveles de consumo.

McEvoy et al. (1997) trabajando con ovejas alimentadas con una dieta de mantenimiento más una suplementación con distintas concentraciones de urea, observaron un incremento en el nivel de urea y amonio en plasma, para el suplemento con 30 gramos de urea por kg de alimento consumido (alta urea) respecto al suplemento con 15 gramos de urea por kg de alimento consumido (baja urea) (6,2 mmol/l sangre – 90,4  $\mu$ mol/l sangre vs. 5,1 mmol/l sangre – 63,6  $\mu$ mol/l sangre) y respecto al testigo (6,2 mmol/l sangre - 90,4  $\mu$ mol/l sangre vs. 2,2 mmol/l sangre – 50,9  $\mu$ mol/l sangre). La tasa ovulatoria para los tres tratamientos del mencionado trabajo alcanzó 4,4; 3,2 y 2,4 para testigo, baja urea y alta urea respectivamente. También dichos autores reportaron aumentos en la concentración de urea y amonio en el útero para el tratamiento alta urea (0,6 mmol/l – 79  $\mu$ mol/l) respecto al testigo (0,2 mmol/l – 79  $\mu$ mol/l).

Mc Evoy et al. (1997) concluyeron que la proteína de alta degradabilidad a nivel ruminal puede influenciar la viabilidad y metabolismo de embriones en ovejas y como consecuencia puede alterar la tasa de desarrollo fetal. El efecto adverso se debe según estos autores a niveles elevados de urea y amonio en plasma y en útero. La sobrevivencia embrionaria, fertilidad y prolificidad se ven afectados cuando el aporte de proteína altamente degradable de la dieta excede los requerimientos de la flora microbiana ruminal. Además afirman que los rápidos aumentos de urea y amonio en plasma ocurren cuando la capacidad de detoxificación del hígado ha sido superada (Mc Evoy et al., 1997).

En el caso de suplementación de ovinos con concentrados proteicos entorno a la encarnerada, además de que la variación individual en la ingestión puede ser mayor con libre acceso que en suministro diario y por lo tanto los coeficientes técnicos se pueden apartar, existe un riesgo de consumo excesivo de alimento proteico o consumo desbalanceado en energía-proteína, que produzca valores altos de urea en plasma y sea perjudicial en la concepción. En bovinos para leche, está demostrado que excesos de urea en plasma perjudican el comportamiento reproductivo (NRC, 2001), no habiéndose encontrado el estudio de estos efectos en la bibliografía consultada sobre suplementación proteica de ovejas entorno a la encarnerada. La concentración normal de urea en plasma para ovinos es cercana a 10 mmol/l (Radostitis et al., 1994, Hindson y Winter 2002).

Trabajos realizados en el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), muestran que la calidad y composición de las pasturas afectan las tasas de

fertilización, concepción y también la supervivencia embrionaria (Fernández Abella y Formoso 2007b, Fernández Abella et al. 2007c).

**Cuadro 7. Efecto del tipo de pastura y la dotación sobre las tasas ovulatoria, de fertilización, de concepción, pérdidas embrionarias y fetales, y fecundidad**

	LOTES		
	1 5,5 ovejas ha <sup>-1</sup> <i>Lotus subbiflorus</i>	2 4 ovejas ha <sup>-1</sup> Campo natural	3 1,5 ovejas ha <sup>-1</sup> Campo natural
<b>ASIGNACION DE FORRAJE (%)</b>	<b>6.1</b>	<b>4.9</b>	<b>6.1</b>
<b>TASA</b>			
<b>FERTILIZACIÓN</b>	85.0 a	80.0 ab	75.0 b
<b>CONCEPCIÓN</b>	83.5 a	80.0 ab	75.0 b
<b>OVULATORIA</b>	1.25 a	1.16 ab	1.10 b
<b>PERDIDAS</b>			
<b>EMBRIONARIAS</b>	15.8 ab	13.1 b	23.8 a
<b>FETALES</b>	3.2	1.8	0
<b>FERTILIDAD</b>	92.1 a	89.5 ab	85.9 b
<b>PROLIFICIDAD</b>	1,17 a	1.10 ab	1.06 b
<b>FECUNDIDAD</b>	107.8 a	98.5 ab	91.1 b

Distintas letras por fila indican diferencias significativas al 5%.

Fuente: Fernández Abella y Formoso (2007b).

### 2.5.3 Sanidad

Los problemas sanitarios afectan indirectamente la reproducción a través de su impacto sobre la condición corporal de los animales y el consumo voluntario. En Uruguay la incidencia de las parasitosis gastrointestinales constituye el principal problema sanitario de los ovinos, siendo *Haemonchus contortus* (lombriz del cuajo) el más relevante (Nari y Cardozo, 1987).

A propósito de esto un ensayo realizado en el Campo Experimental del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) de Cerro Colorado (CIEDAG) con ovejas raza Ideal estabuladas presentando tres niveles de HPG (huevos por gramo de heces) de *Haemonchus contortus* mostró que la carga parasitaria afecta la mayoría de los parámetros reproductivos (cuadro 8).

**Cuadro 8. Efecto del nivel de carga parasitaria sobre las tasas ovulatorias, de fertilización, concepción, pérdidas embrionarias y fecundidad.**

TASA	INFESTACIÓN PARASITARIA		
	BAJO HPG	MEDIO HPG	ALTO HPG
OVULATORIA	1.21 a	1.06 b	1.00 b
FERTILIZACIÓN	94.4 a	87.5 b	80.0 c
CONCEPCIÓN	92.9 a	81.3 b	80.0 b
PERDIDAS EMBRIONARIAS	5.6 a	12.5 b	20.0 c
FERTILIDAD	85.7 a	81.3 a	75.0 b
PROLIFICIDAD	1,16 a	1.00 b	1.00 b
FECUNDIDAD	99.4 a	81.3 b	75.0c

Fuente: Fernández Abella et al. (2006).

La tasa ovulatoria se reduce entre 15 a 20%, confirmando otros resultados obtenidos con ovejas Merino Booroola heterocigotas (Fernández Abella et al., 2006). Esta menor tasa ovulatoria se explica por una reducción en el desarrollo folicular, que determina un menor reclutamiento, posiblemente al alterar los nemátodos el metabolismo proteico.

Bajo las condiciones de cría de Uruguay, se han reportado pérdidas en la calidad de ovulación (cuerpos lúteos mal desarrollados) provocados por altas cargas parasitarias (Fernández Abella et al., 2000).

La tasa de fertilización se reduce marcadamente, lo mismo que la tasa de concepción. Todo esto determina menor fertilidad, prolificidad y fecundidad (Fernández Abella, 2011).

Fernández Abella et al. (2008) analizando los valores de HPG en forma individual, animal por animal, sin importar el tipo de pastura que pastoreaban observaron que la tasa y el nivel ovulatorio, así como la fertilidad disminuían significativamente cuando la carga parasitaria superaba los 900 HPG debido a que los parásitos gastrointestinales reducían el reclutamiento folicular (cuadro 9).

**Cuadro 9. Actividad ovárica y fertilidad según HPG**

HPG	Fertilidad	TASA OVULATORIA	NIVEL OVULATORIO
0-200	1.00 a	1.40 a	1.18 ab
250-850	1.00 a	1.60 a	1.33 a
≥900	0.89 b	1.14 b	1.00 b

Nota: letras distintas en la misma columna difieren a  $P < 0,05$

Fuente: Fernández Abella et al. (2008).

Sin embargo, según Fernández Abella (2011) la calidad y disponibilidad de las pasturas afecta el número de ovejas melliceras, independientemente de la carga parasitaria.

Fernández Abella (2011) refiriéndose a las pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay afirma que éstas están afectadas por varios factores que interactúan entre sí, pero las parasitosis internas al afectar todos los parámetros reproductivos, son el factor más relevante, pues reducen el porcentaje de fecundidad aún en ovejas bien alimentadas. Dicho autor concluye enfatizando que el manejo de la condición corporal, de la alimentación y la sanidad previas al servicio son claves para reducir las pérdidas embrionarias y fetales, y de ese modo eventualmente se podría capitalizar el potencial genético del rebaño.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL EXPERIMENTO

##### 3.1.1 Localización del experimento y período experimental

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Experimentación Doctor Alejandro Gallinal (C.I.E.D.A.G.) del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) ubicado en el Km 140 de la Ruta 7 (General Aparicio Saravia) en el departamento de Florida (Uruguay): latitud 33° 52' S, longitud 55° 34' O; durante el período comprendido entre febrero y junio de 2015.

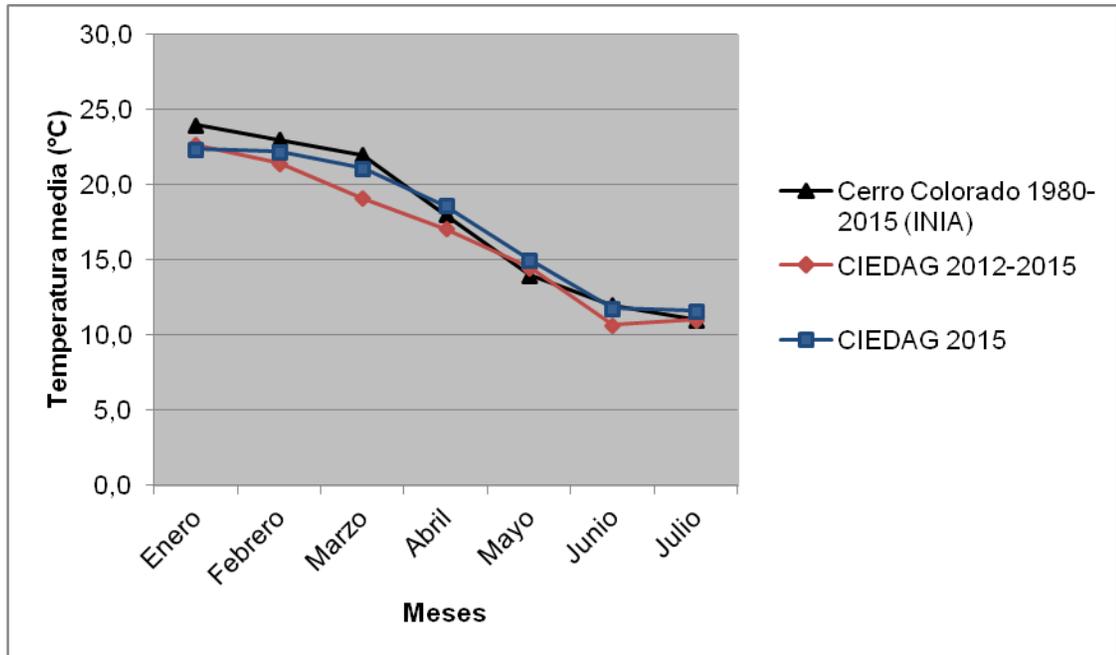
En febrero se realizó un período pre-experimental de tres semanas de duración, en que se realizó el armado de los potreros y el entrenamiento de las ovejas al consumo del alimento concentrado a ser utilizado en el experimento. Las ovejas fueron identificadas por tratamiento con cuatro colores (azul, negro, rojo y verde) en tres regiones distintas del cuerpo (cabeza, cruz y lomo) de acuerdo a las repeticiones.

El período experimental inició dos semanas antes de la encarnerada y se extendió hasta el diagnóstico de gestación, totalizando 92 días. Los tratamientos de suplementación se aplicaron dos semanas antes de la encarnerada (Día 0= 18 de marzo) y una semana luego de iniciada la misma (Día 21= 8 de abril). La encarnerada duró 35 días comenzando el 1 de abril y culminando el 6 de mayo; luego todas las ovejas integraron un solo lote de manejo y se mantuvieron a pastoreo de campo natural hasta el diagnóstico de gestación (serie de ecografías) momento en que finalizó el trabajo de campo.

##### 3.1.2 Clima

Un resumen de las condiciones meteorológicas imperantes entre el comienzo del año 2015 y el final del período experimental se observa en las figuras 8 y 9.

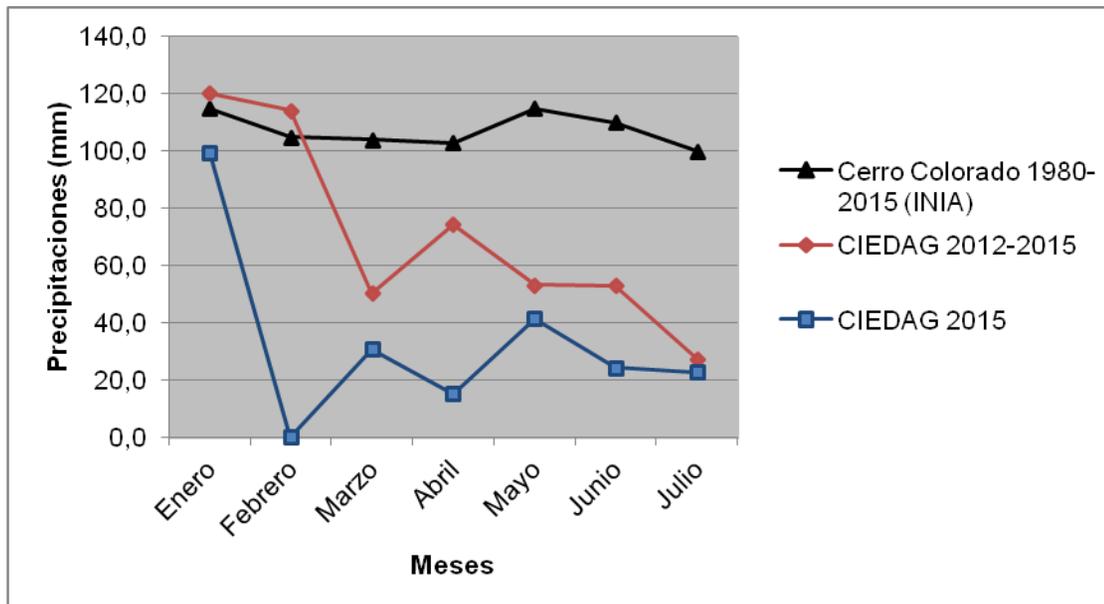
La temperatura media diaria (°C) no presentó mayores diferencias respecto al régimen térmico de la serie histórica 1980-2015 que reporta INIA para Cerro Colorado (Florida) y tampoco a los registros de los últimos tres años de la estación meteorológica del C.I.E.D.A.G.



**Figura 8. Temperatura diaria promedio mensual para el experimento (C.I.E.D.A.G. 2015), serie histórica INIA 1980-2015 y C.I.E.D.A.G. 2012-2015.**

El régimen pluviométrico de Uruguay se caracteriza por su variabilidad, de hecho cualquier mes del año puede llover la media, no llover o llover hasta 4 veces la media (Genta y Failache, 2010).

Las lluvias durante el período experimental fueron inferiores al registro histórico de largo plazo y también presentaron diferencias aunque de menor magnitud con lo ocurrido en los últimos tres años en C.I.E.D.A.G.



**Figura 9. Precipitaciones mensuales para el experimento (C.I.E.D.A.G. 2015), serie histórica INIA 1980-2015 y C.I.E.D.A.G. 2012-2015.**

A nivel nacional y específicamente en C.I.E.D.A.G. lo sucedido en el verano 2014-2015 y el otoño 2015 puede corresponderse como verano lluvioso – otoño seco. La magnitud del déficit hídrico de 2015 en otoño en C.I.E.D.A.G. se refleja en que entre los meses del período experimental (marzo a junio) las precipitaciones alcanzaron tan solo 112,2 mm (vs. 537 mm de la serie histórica INIA 1980-2015).

### 3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL Y TRATAMIENTOS

Se evaluó la suplementación proteica con harina de soja durante 21 días, dos semanas antes y una semana después de la encarnerada de ovejas de cría sobre campo natural y su efecto sobre la fertilidad y prolificidad. Con dicho objetivo se instalaron cuatro tratamientos en un diseño totalmente al azar con tres repeticiones (potreros) por tratamiento con 31 ovejas de cría por repetición, 93 ovejas por tratamiento, 372 en total. Los tratamientos evaluados fueron:

T: testigo a campo natural sin suplementación

HSD: campo natural más suministro diario próximo a 125 gramos de proteína digestible por oveja por día a partir de harina de soja

HSS: campo natural más suministro semanal del equivalente diario próximo a 125 gramos de proteína digestible por oveja por día a partir de harina de soja mediante la modalidad de libre acceso

HSA + sal: campo natural más suministro semanal del equivalente diario próximo a 125 gramos de proteína digestible por oveja por día mediante la modalidad de libre acceso con regulación por inclusión de 15 % de NaCl



**Figura 10. Ubicación de potreros y sus respectivos tratamientos en el C.I.E.D.A.G. (Florida, Uruguay).**

### 3.3 ANIMALES EXPERIMENTALES

Se utilizaron 372 ovejas de la majada general del C.I.E.D.A.G., de raza Corriedale, formándose 12 lotes homogéneos en raza, edad, peso vivo y condición corporal de 31 ovejas cada uno, a los cuales se les sorteó el tratamiento de alimentación a recibir en torno al servicio.

#### 3.3.1 Manejo de carneros

La encarnerada se efectuó del 1 de abril al 6 de mayo del 2015, utilizándose carneros de raza Corriedale previamente revisados aptos para reproducción. Se colocó un carnero por repetición, o sea que se utilizaron machos al 3 %.

Durante el período en que se extendió la encarnerada se emplearon arneses con tizas en los carneros para identificar diariamente las ovejas conforme iban siendo marcadas. El orden cronológico en que se utilizaron las

tizas fue el siguiente: tiza amarilla (1/4-12/4), tiza roja (13/4-24/4) y tiza negra (25/4-6/5).

### 3.4 PASTURA, CARGA Y MANEJO DEL PASTOREO

La superficie de los potreros fue de 6 ha. aproximadamente y el experimento se realizó en condiciones de pastoreo en campo natural sobre cristalino. Todos los tratamientos tuvieron la misma carga (5 ovejas/ha) y manejo del pasto. Se utilizó una carga que permitió una oferta de materia seca de forraje promedio de 14,98 % y de 7,33 % de oferta de forraje verde seco cada 100 kg de peso vivo por día. Para el cálculo de oferta de forraje se consideraron los registros de masa de forraje (kg/ha) total y masa de forraje (kg MVS/ha) parcial, la tasa de crecimiento de la pastura estimada en las jaulas de exclusión, el tiempo de permanencia en los potreros y el peso vivo inicial previo al comienzo de los tratamientos de suplementación según tratamiento. El manejo del pastoreo fue de carga continua. La tasa de crecimiento de la pastura fue estimada a partir de cuatro jaulas de exclusión ubicadas en los potreros con cortes al ras del suelo antes y después del experimento.

### 3.5 SUPLEMENTOS Y MANEJO DE LA SUPLEMENTACIÓN

La suplementación se realizó de manera de implementar los cuatro tratamientos propuestos, estimando una digestibilidad de la proteína cruda de la harina de soja en 91 % (FEDNA, 2015). En los tratamientos HSD y HSS se utilizó harina de soja peleteada, en el tratamiento HSA + sal la harina de soja fue molida y mezclada con 15 % de sal en la planta elaboradora de alimentos donde se compró la harina de soja (GRUMEN, Ruta 5 km. 79).

Para determinar la cantidad de ración a suministrar a las ovejas por día según el tratamiento se consideró la digestibilidad teórica de la proteína y los análisis químicos reales que se presentan a continuación en el cuadro 10. Con esas consideraciones para los tratamiento HSD y HSS los animales fueron suplementados con 0,400 kg/oveja/día; mientras que para el tratamiento HSA + sal los animales fueron suplementados con 0,432 kg/oveja/día.

**Cuadro 10. Resultados promedio de dos muestreos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas totales (C) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo) de los concentrados utilizados**

Identificación de la muestra	Análisis*			
	MS %	PC%	C%	FDA%
Harina de soja	89.96	47.63	6.03	11.13
Harina de soja +sal	91.97	41.41	21.02	9.04

\*Los resultados están expresados en base seca.

Fuente: UdelaR. Facultad de Agronomía. Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos (realizada en 2015).

Para la suplementación diaria (HSD) la harina de soja fue suministrada diariamente temprano en la mañana, en comederos de acceso de un solo lado, de 40 cm de altura, con un espacio mínimo por oveja de aproximadamente 30 cm. El consumo diario (g/o/d) de concentrado fue calculado como la diferencia de ofrecido menos el residuo (si existía), dividido el número de ovejas.

Para la suplementación semanal (HSS) la harina de soja fue colocada una vez por semana, en comederos de autoalimentación limpios en la cantidad correspondiente a 7 días para el número total de ovejas del lote, con un espacio de 12,9 cm por animal. En este tratamiento no se utilizó ninguna técnica de limitación del consumo diario, ni por diseño de comedero ni por inclusión de sal. El consumo diario (g/o/d) se calculó como la diferencia del ofrecido menos el residuo semanal (si existía), dividido el número de días que duró el suplemento en los comederos, dividido el número de ovejas.

Para la suplementación libre acceso con comederos de autoalimentación regulando el consumo con cloruro de sodio (HSA + sal) se colocó la harina de soja + NaCl en la cantidad correspondiente a 7 días para el número total de ovejas del lote, con un espacio de 12,9 cm por animal. Diariamente se realizó la observación visual y registro de disponibilidad de concentrado. El consumo diario (g/o/d) se calculó como la diferencia del ofrecido menos el residuo semanal (si existía), dividido el número de días que duró el suplemento en los comederos, dividido el número de ovejas.

### 3.6 DETERMINACIONES EN EL ANIMAL

Se efectuaron las siguientes determinaciones en las ovejas identificadas individualmente:

- Peso vivo (kg) y condición corporal (unidades) al inicio del experimento y al fin de la encarnerada. El peso vivo se determinó con ayuno nocturno y la condición corporal según la escala de 5 puntos de Jefferies (1961).
- Metabolitos en sangre: durante la implementación de los tratamientos de suplementación, luego de una semana de iniciados, se realizó muestreo sanguíneo para determinar urea en plasma y beta hidroxibutirato en 7 ovejas elegidas aleatoriamente por parcela, a los 2, 5 y 7 días de colocado el suplemento en los comederos de autoalimentación. El análisis de estos muestreos fue llevado a cabo por el Dr. Gonzalo Uriarte del Departamento de Patobiología Clínica de la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) del Uruguay.
- El día previo al final de la encarnerada; y a los 8, 16, 26 y 42 días de retirados los carneros se realizó diagnóstico de preñez por ecografía a cargo de un médico veterinario para estudiar posibles pérdidas embrionarias y fetales. Las ecografías se diagramaron de forma tal que todas las ovejas tuvieran un diagnóstico de preñez en etapa embrionaria y en etapa fetal temprana.

#### Ecografías:

- 5 de mayo (ovejas servidas del 1 al 8 de abril)
- 14 de mayo (ovejas servidas del 9 al 16 de abril)
- 22 de mayo (ovejas servidas del 17 al 24 de abril y segunda ecografía a ovejas servidas del 1 al 8 de abril)
- 1 de junio (ovejas servidas del 25 de abril al 6 de mayo y segunda ecografía a ovejas servidas del 9 al 16 de abril)
- 18 de junio (ecografía a todas las ovejas falladas y segunda ecografía al lote de ovejas servidas del 17 al 24 de abril y al lote de ovejas servidas del 25 de abril al 6 de mayo)

### 3.7 DETERMINACIONES EN LA PASTURA

La masa de forraje por unidad de superficie fue estimada utilizando el Disco Medidor de Forraje (DMF), realizando 40 lecturas por potrero de pastoreo y utilizando la ecuación generada (ecuación utilizada:  $20,06 + 146,62x$   $R^2: 0,82$ ) simultáneamente en el campo experimental en otro proyecto en andamio (sin publicar). Este proyecto sirvió de insumo para la generación de dicha ecuación.

Para la determinación de proporción de material verde fueron cortadas dos muestras de 50 cm x 20 cm por potrero, realizada la separación del material verde del material seco y colocados en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante y calculado el porcentaje de material verde seco y restos secos.

Se realizó una muestra compuesta por parcela para composición morfológica de la pastura (% de material verde y % de restos secos), y en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Agronomía de la UDELAR se realizaron los análisis químicos de materia seca, ceniza, proteína cruda por N total por Kjeldhal, extracto etéreo según AOAC (2007), fibra insoluble en detergente neutro con amilasa corregida por cenizas (aFDN<sub>mo</sub>) y fibra insoluble en detergente ácido corregida por cenizas (FDA<sub>mo</sub>) en ambas fracciones, según Van Soest et al. (1991). El contenido de energía metabolizable (EM) se estimó a partir de FDA utilizando la ecuación:  $(1,909 - (0,015 \times \% \text{ FDA})) / 0,6$  (Mieres, 2004).

**Cuadro 11. Resultados de análisis de materia seca (MS), cenizas totales (C), proteína cruda (PC), extracto al éter (EE), fibra detergente neutro con amilasa corregida por cenizas (aFDN<sub>mo</sub>) y fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDA<sub>mo</sub>) de campo natural**

Identificación de la muestra	Análisis*					
	MS %	C%	PC%	aFDN <sub>mo</sub> %	FDA <sub>mo</sub> %	EE (%)
Material verde	91.37	9.35	8.10	77.73	34.07	1.72
Resto secos	90.64	8.52	4.14	76.11	38.15	0.65
Disponible	90.46	7.71	7.05	73.82	35.64	0.84

\*Los resultados están expresados en base seca.

Fuente: UdelaR. Facultad de Agronomía. Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos (realizada en 2015).

El consumo en pastoreo fue estimado utilizando GrazFeed 5.0.3 con las siguientes consideraciones: ovejas raza Corriedale de 45 kg peso vivo promedio, peso adulto standard 55 kg, para el mes de abril y sin efecto del clima.

### 3.8 DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

Todas las parcelas contaron con agua en bebederos de libre acceso, equipados con caudalímetros colocados a la entrada del agua en los bebederos para medir diariamente el consumo de agua por potrero. Éste fue calculado como la diferencia en litros en la lectura de los caudalímetros en días contiguos dividido el número de animales por potrero.

### 3.9 MANEJO SANITARIO

Previo al comienzo del trabajo experimental se clasificó la majada, eliminándose ovejas no aptas para la reproducción (revisión de ubres,

enfermedades podales, desgaste dental, etc.). Los animales fueron dosificados con Moximic ® (Moxidectina) el 25 de febrero cuando el análisis de HPG arrojó como resultado 158.

Durante el período experimental se realizaron diversos análisis coprológicos (HPG, huevos de nemátodos gastrointestinales por gramo de heces) para un correcto monitoreo de la carga parasitaria de los animales. El resultado del análisis copro-parasitario del 8 de abril de 2015 arrojó como resultado un promedio 893 HPG (mínimo: 460 y máximo: 1800), decidiéndose la dosificación con Zolvix ® (Monepantel).

Posteriormente, el día 19 de junio de 2015 los animales fueron dosificados con Startect ® (Abamectina + Derquantel) a raíz de análisis copro-parasitario de 433 HPG promedio.

### 3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La masa de forraje inicial y final fue analizada a través de un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, para testar si las medias difieren entre los grupos. La calidad de forraje (relación materia verde seca/materia seca disponible) también fue analizada por análisis de varianza (ANOVA) de una vía, previa transformación de Bliss.

Considerando el diseño del estudio, para el análisis de algunas de las variables que se detallan a continuación se empleó un Modelo jerárquico (multinivel), mixto (que incluyó efectos fijos y aleatorios). Los modelos de efectos mixtos lineales son conocidos como modelos multinivel o modelos lineales jerárquicos. Para las variables continuas, la distribución de error global del modelo lineal de efectos mixtos se supone que es de Gauss. Dichos modelos mixtos fueron utilizados para peso vivo inicial, ganancia diaria media de peso vivo, agua de bebida, urea en plasma y beta hidroxibutirato. Se incluyó al tratamiento como efecto fijo (con el tratamiento testigo como grupo de referencia) y el potrero como efecto aleatorio. En el caso de la ganancia de peso y el agua de bebida a posteriori del modelo y para identificar entre cuáles tratamientos existen diferencias se usó el método de Bonferroni de ajuste por las comparaciones múltiples.

Para las variables condición corporal inicial y final y evolución de condición corporal se evaluaron diferencias entre porcentajes por medio de la prueba de Chi cuadrado. Las diferencias se consideraron significativas si  $P < 0.05$ .

En el análisis de variables dicotómicas se ajustó un modelo de efectos mixtos, multinivel de regresión logística que se ajusta a respuestas binarias o binomial. La distribución condicional de la respuesta, dados los efectos

aleatorios se supone que es Bernoulli, con una probabilidad de éxito determinado por la función de distribución acumulativa logística. Esta variante del modelo mixto se empleó en segunda instancia para evolución de condición corporal, en el cual la variable de respuesta fue 0 (no mejoró CC) y 1 (mejoró CC). Se incluyó al tratamiento como efecto fijo (con el tratamiento testigo como grupo de referencia) y el potrero como efecto aleatorio. Además se utilizó para las variables de respuesta dicotómica como preñez y gestación múltiple en la que se agregó la variable fecha como categórica (servicio).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DISPONIBILIDAD Y CALIDAD DE FORRAJE

La disponibilidad de materia seca presente en las distintos potreros alcanzó en promedio 2633 kg MS/ha (cuadro 12).

**Cuadro 12. Masa de forraje inicial (kg MS/ha), forraje verde seco (kg MVS/ha), restos secos seco (kg RS/ha) y altura promedio por tratamiento (cm)**

	Masa de forraje inicial (kg MS/ha)	Masa de forraje verde seco (kg MVS/ha)	Masa de restos secos (kg RS/ha)	Altura promedio (cm)
<b>TESTIGO</b>	2786 <sup>a</sup>	1311 <sup>a</sup>	1475 <sup>a</sup>	9,6 <sup>a</sup>
<b>HSD</b>	2348 <sup>a</sup>	1343 <sup>a</sup>	1005 <sup>a</sup>	7,6 <sup>a</sup>
<b>HSS</b>	2774 <sup>a</sup>	1762 <sup>a</sup>	1012 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>
<b>HSA + sal</b>	2623 <sup>a</sup>	1478 <sup>a</sup>	1144 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

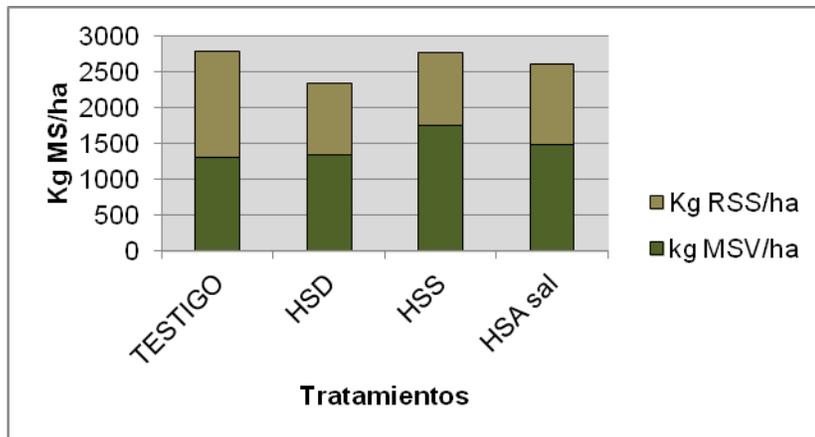
No hubo diferencias en la masa de forraje inicial ( $P=0,791$ ), materia verde seca ( $P=0,296$ ), restos secos ( $P=0,629$ ) y altura promedio ( $P=0,726$ ) entre tratamientos. La disponibilidad promedio de materia verde seca al inicio del experimento para todos los tratamientos fue 1474 kg MVS/ha, 2,33 Mcal de EM estimada a partir de FDA y 8,1% PC. Los restos secos para el promedio de todos los tratamientos alcanzaron 1159 kg MS/ha, 2,23 Mcal de EM estimada a partir de FDA y 4,14 % PC. La tasa de crecimiento de la pastura durante el período experimental fue de 4,13 kg MS/ha/día.

En términos generales el campo natural para el experimento presentó una relación materia verde seca/materia seca disponible de 0,56; 2,29 Mcal de EM estimada a partir de FDA y 7,05 % PC. El valor de energía metabolizable promedio es similar al reportado en la bibliografía para campos de Cristalino Central mientras que el porcentaje de proteína cruda promedio es menor a lo indicado por Risso (2001), Formoso (2005) de 8,6 % y 9,3 % respectivamente.

En el cuadro 11, fueron presentados algunos parámetros de calidad del campo natural de C.I.E.D.A.G. según análisis del Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de Facultad de Agronomía (Montevideo, Uruguay).

Considerando que la vegetación de Cristalino Central es fundamentalmente de ciclo primavero-estival con una ausencia severa de componentes invernales (Formoso, 1991) y que el campo fue reservado para el experimento la proporción de restos secos se podría considerar dentro de lo esperado.

En cuanto a la relación materia verde seca / materia seca disponible no se detectaron diferencias ( $P=0,598$ ) entre tratamientos: HSS (64,2 %), HSD (56,5 %), HSA + sal (56,6 %) y testigo (50,8 %). Vera (2008) en similares condiciones, trabajando en flushing corto ofreció una pastura de campo natural con una relación materia verde seca / materia seca disponible total de 49 % a 373 ovejas Ideal sin tener limitantes ni en consumo ni en nutrientes para mantenimiento lo que indicaría que no debería haber restricciones en el tratamiento testigo de este experimento.



**Figura 11. Composición morfológica de campo natural promedio según tratamientos a partir de mediciones con DMF.**

Como se observa en el cuadro 13, la oferta de forraje promedio para el período experimental en materia seca fue de 14,98 % y 7,33 % de forraje verde.

**Cuadro 13. Oferta de forraje y oferta de forraje verde (% PV) promedio por tratamiento.**

Tratamientos	Oferta de forraje (kg MS/100 kg PV/día)	Oferta de forraje verde (kg MS/100 kg PV/día)
Testigo	15,8	6,6
HSD	13,6	6,7
HSS	15,6	8,7
HSA + sal	14,9	7,3

Investigaciones previas (Banchero et al., 2012b) han demostrado que con valores de 12 % de oferta de forraje, el campo natural no constituye una restricción en términos de aporte de proteína cruda y energía metabolizable y asegura la selectividad de los animales. En todos los tratamientos dicho valor de oferta de forraje fue alcanzado.

Más allá de los valores de disponibilidad y calidad del campo natural conviene subrayar la importancia de la selectividad del animal sobre la composición botánica de la dieta cosechada que según Montossi (2000) contiene mayores valores porcentuales de hojas verdes de gramíneas y menores de material muerto total en comparación con el forraje ofrecido. Para diferentes comunidades vegetales evaluadas por dichos autores los ovinos cosecharon dietas con mayores proporciones de leguminosas y malezas enanas. Efectivamente, las ovejas son capaces de consumir hasta un 40% más de proteína que el promedio de proteína de la pastura ofrecida (Montossi, 2000).

Luego de finalizados los tratamientos de suplementación se realizaron mediciones de masa de forraje remanente en los doce potreros empleados para el experimento (cuadro 14).

**Cuadro 14. Masa de forraje final (kg MS/ha) por tratamiento**

<b>Masa de forraje final (kg MS/ha)</b>	
<b>TESTIGO</b>	1395 <sup>a</sup>
<b>HSD</b>	1345 <sup>a</sup>
<b>HSS</b>	1293 <sup>a</sup>
<b>HSA + sal</b>	1354 <sup>a</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

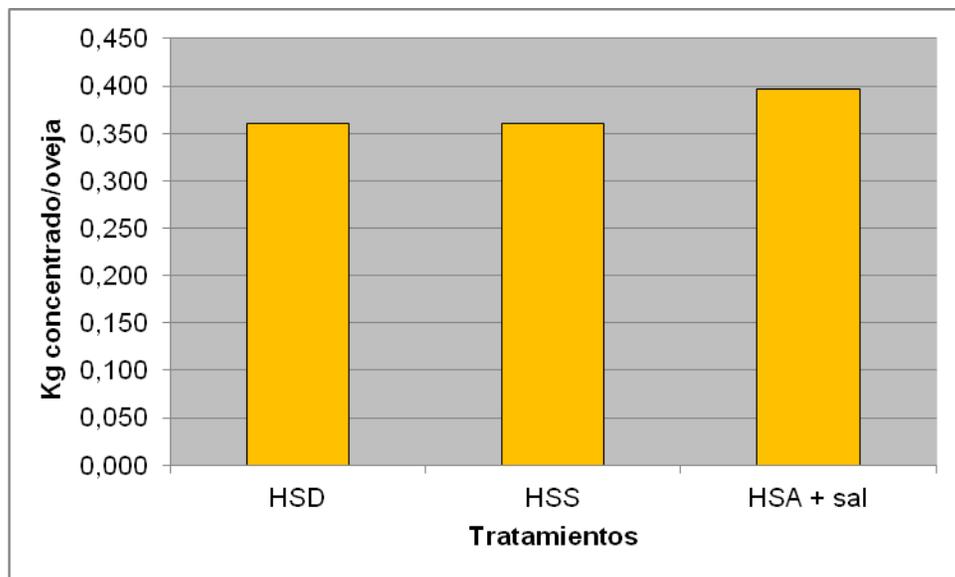
Después de culminados los tratamientos de suplementación no se registraron diferencias ( $P > 0,05$ ) en la masa de forraje promedio de los tres potreros correspondientes a los cuatro tratamientos experimentales. La masa de forraje final promedio fue de 1347 kg MS/ha; lo que implica que desaparecieron 1286 kg MS/ha en promedio para todos los tratamientos.

#### 4.2 SUPLEMENTACIÓN

El suministro de concentrado se realizó de manera de asegurar un aporte mínimo de 125 gramos de proteína digestible por animal por día. Para el tratamiento HSD y HSS la cantidad de concentrado ofrecido (89,96 % MS y 47,63 % PC) por día fue de 0,400 kg/oveja mientras que para el tratamiento HSA + sal fue de 0,432 kg/oveja/día (91,97 % MS y 41,41 % PC) lo que resultó

en 156 y 150 gramos de proteína digestible total por animal y por día respectivamente.

En la figura 12, se presentan los consumos diarios estimados de concentrado proteico en los tratamientos de suplementación. La diferencia entre HSD-HSS y HSA + sal se explica por las diferencias en porcentaje de proteína cruda (cuadro 10) entre suplementos, lo que derivaba en diferentes cantidades de concentrado para asegurar un suministro cercano a 125 gramos de proteína digestible.



**Figura 12. Consumo estimado promedio diario de concentrado para los animales de los tratamientos HSD, HSS y HSA + sal.**

En definitiva, los consumos semanales de concentrado y de proteína digestible no difieren entre las distintas modalidades de suplementación, pero sí existieron diferencias en la distribución del consumo (cuadro 15). El consumo diario de los tratamientos HSS y HSA + sal (el único con regulación del consumo por inclusión de NaCl al 15 %) fue muy superior al consumo diario en HSD para los primeros días de cada semana de abastecimiento e inferior o inexistente para los últimos.

**Cuadro 15. Duración en días del suplemento para los tratamientos con comederos de autoalimentación según período**

Período	Tratamientos	
	HSS	HSA + sal
1 (18/03 - 24/03)	5	6
2 (25/03 - 31/03)	4	6
3 (1/04 - 07/04)	4	4
4 (8/04 - 10/04)	4	4

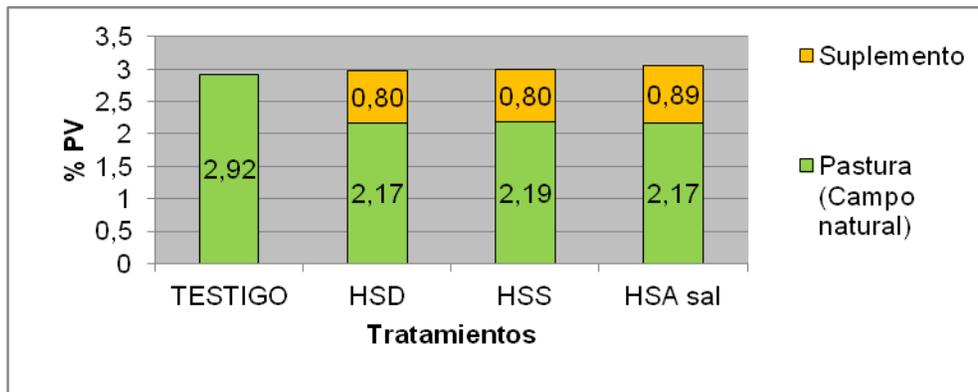
La inclusión de NaCl al 15 % en el tratamiento HSA + sal no tuvo un impacto marcado en la regulación del consumo ya que no presentó grandes diferencias respecto a HSS en días de duración del suplemento en los comederos (una medida indirecta de efectividad en la regulación del consumo). Conviene recordar que HSS no presentó ninguna técnica de regulación del consumo ni por inclusión de sal ni por accesibilidad al concentrado.

El consumo estimado de NaCl de los animales del tratamiento HSA + sal fue de 64,8 g NaCl/día o bien 1,53 g NaCl/kg PV. La dosis oral letal aguda reportada por Osweiler et al. (1985) es 6 g/kg PV y Masters (2007) sostiene que los ovinos toleran bien consumos totales de hasta 100 g NaCl/día; por ende no habría problemas de toxicidad. Para este experimento la regulación del consumo por inclusión de NaCl al 15 % fue pobre, a pesar de que hay reportes que a partir de aproximadamente 50 g NaCl/día se da una regulación del consumo efectiva (Weir y Miller 1953b, Villa et al. 2007).

#### 4.3 CONSUMO

En la figura 13, se presenta el consumo detallado de suplemento y pastura como porcentaje de peso vivo por tratamiento. El GrazFeed 5.0.3 considera cierta sustitución en cualquier esquema de suplementación. Para el caso de suplementos proteicos sobre campo natural de Cristalino en fines de verano-comienzo de otoño podría esperarse el fenómeno combinado de adición/sustitución.

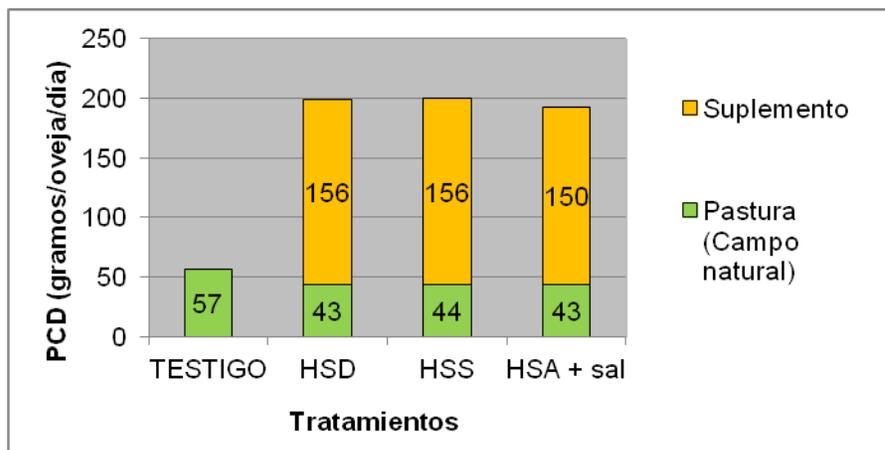
El consumo semanal teórico estimado de pastura y suplemento expresado como porcentaje de peso vivo es muy similar entre tratamientos y cercano al 3 % (2,920 a 3,056 % PV).



**Figura 13. Consumo de materia seca de pastura y suplemento expresado como % del peso vivo promedio por tratamiento en el período experimental.**

Teóricamente habría una sustitución de 0,819 kg MS pastura/kg MS concentrado para los tratamientos HSD y HSS; mientras que para HSA + sal la sustitución teórica alcanza 0,756 kg MS pastura/kg MS concentrado.

En la figura 14, se grafica el consumo de proteína cruda digestible estimado en g/oveja/día para todos los tratamientos.



**Figura 14. Consumo individual diario estimado de proteína cruda digestible (gramos PCD/oveja/día) y aporte de pastura y suplemento.**

El consumo de proteína digestible a partir de campo natural estimado para el testigo alcanzó 56,7 g/o/d considerando la digestibilidad de la proteína del campo natural promedio de 55,05 % (Mieres, 2004). Para los tratamientos de suplementación y considerando la sustitución teórica el consumo de proteína digestible a partir de campo natural fue de 44,0 g/o/d. Otros trabajos han

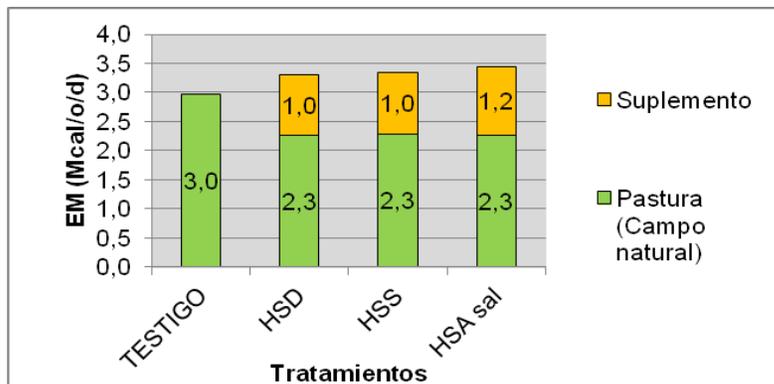
reportado aportes de proteína digestible del campo natural que oscilan entre 47,3 g/o/d (Vera, 2008), 52,5 g/o/d (Errazola et al., 2014), 54 g/o/día (Barragüé et al., 2006) y 61,4 g/o/d (Casco et al., 2007).

El aporte diario de proteína digestible del concentrado estimado para los tratamientos HSD y HSS fue de 156 g/o/d y para el caso de HSA + sal fue de 150 g/o/d.

Como ya fue mencionado el aporte de proteína produce un incremento en la tasa ovulatoria en un umbral de 125 gramos de proteína digestible por día (Smith, 1984). Los tres tratamientos que fueron suplementados sea cual fuere la modalidad de suplementación (HSD, HSS y HSA + sal) superaron dicho umbral. Para HSD y HSS el aporte de proteína digestible de la dieta entre campo natural y suplemento resultó en 200 g/a/d mientras que para HSA + sal el valor alcanzado fue de 193 g/a/d.

Las ovejas del tratamiento testigo no alcanzaron el consumo mínimo de proteína digestible (56,7 g/o/d vs. 125 g/o/d) según Smith (1984) con el aporte de la pastura ya que los valores de proteína cruda del campo natural son bajos, por lo tanto cabría esperar que los valores de tasa ovulatoria serán menores a los tratamientos suplementados.

En la figura 15, se esquematiza el consumo estimado de energía metabolizable (Mcal/o/d) a partir de campo natural y suplemento.



**Figura 15. Consumo individual diario teórico estimado de energía metabolizable (Mcal/oveja/día) y aporte energético de pastura y suplemento.**

Las diferencias en el aporte energético del campo natural entre el tratamiento testigo y los tratamientos de suplementación se debe a la sustitución teórica que GrazFeed considera. En el caso del testigo el valor total

del consumo diario de EM estimado alcanza 3,0 Mcal, mientras que para HSD, HSS y HSA + sal el mismo es cercano a 3,4 Mcal/o/d.

Un resumen del contraste entre requerimientos y consumo de proteína cruda (g/o/día) y energía metabolizable (Mcal/o/d) se presenta en el cuadro 16. Nótese que los requerimientos y consumos de proteína por tratamiento están expresados como gramos de proteína cruda por animal por día. Además se agregó una columna con el consumo de PD (g/o/d), a contrastar con el umbral de 125 g/o/d establecido por Smith (1984).

**Cuadro 16. Requerimientos y consumo de proteína cruda (PC) y energía metabolizable (EM) según tratamiento.**

TRATAMIENTOS	REQUERIMIENTOS*		CONSUMO		
	EM (Mcal/o/d)	PC (g/o/d)	EM (Mcal/o/d)	PC (g/o/d)	PD (g/o/d)
<b>Testigo**</b>	3,3	146,5	3,0	103	56,7
<b>HSD**</b>	3,3	146,5	3,3	250	200
<b>HSS**</b>	3,3	146,5	3,3	250	200
<b>HSA + sal**</b>	3,3	146,5	3,4	244	193

\*Fuente: NRC (1985). \*\* Oveja de 45 kg en flushing.

En promedio; los nutrientes consumidos teóricamente por los animales representan para el tratamiento testigo 90,9 % y 70,3 % de los requerimientos de flushing para EM y PC respectivamente, mientras que para los tratamientos suplementados con concentrado proteico (HSD, HSS y HSA + sal) representaron 100 % y 169 % para EM y PC respectivamente.

Los requerimientos de ovejas de 45 kg en mantenimiento son 1,9 Mcal EM/o/d y 90,5 g PC/o/d según NRC (1985). Los requerimientos de ovejas de 45 kg de peso vivo en flushing se incrementan en 62 % y 74 % respecto a ovejas del mismo peso en mantenimiento para proteína cruda (g/o/día) y energía metabolizable (Mcal/o/día) respectivamente según NRC (1985).

El tratamiento testigo sobre campo natural con una oferta de forraje verde seco de 6,6 %, 2,33 Mcal EM/kg MS y 8,1 % PC alcanzó claramente los requerimientos de mantenimiento pero no los de flushing.

En base a los datos de consumo de proteína cruda y energía metabolizable estimados en los tratamientos suplementados con harina de soja sobre campo natural, se observa que las ovejas de dichos tratamientos logran superar los requerimientos (NRC, 1985) de mantenimiento y los de flushing.

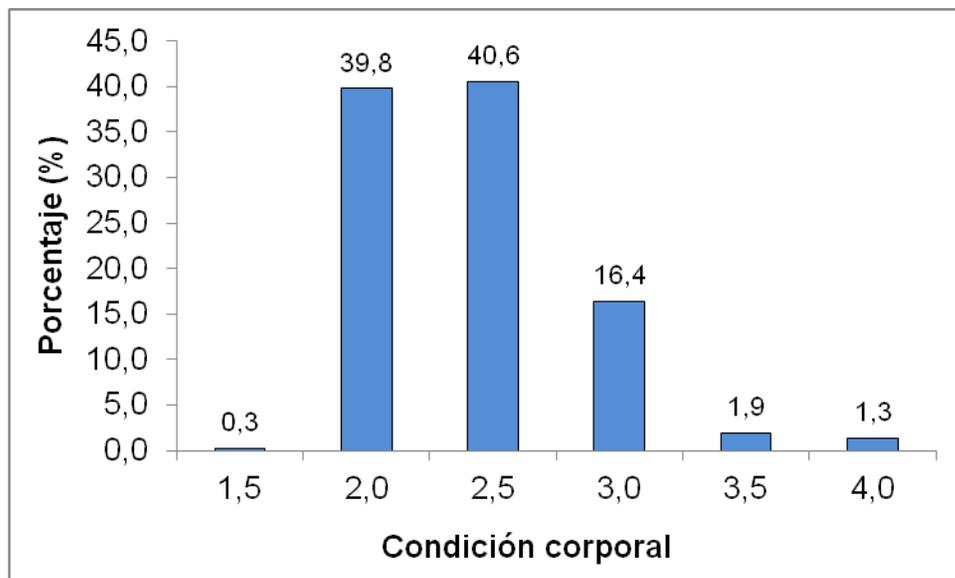
Como fue mencionado previamente, según Banchemo y Quintans (2005) las mejores respuestas se dan cuando el animal consume 100 a 110 gramos de

proteína cruda por encima de la proteína aportada por el campo natural, teniendo en cuenta que la energía de la dieta no debe ser limitante.

Para el caso de este experimento todos los tratamientos suplementados superan por una magnitud mayor a 100 gramos de proteína cruda el aporte proteico del campo natural y el suplemento utilizado presentó aproximadamente 45 % PC. La superioridad de los mismos (HSD, HSS, HSA + sal) es cercana a los 150 g/o/d de PC.

#### 4.4 CONDICIÓN CORPORAL

La suplementación en torno al servicio (flushing) puede derivar en aumentos de peso vivo y más frecuentemente en mejoras de la condición corporal de los animales. Por ende, el potencial reproductivo y la respuesta al flushing serán eventualmente mayores conforme mejoren el peso vivo y la condición corporal de los animales. Un resumen de la condición corporal de los animales experimentales previo al período de suplementación y tres semanas previo al comienzo de la encarnerada se presenta en la figura 16.

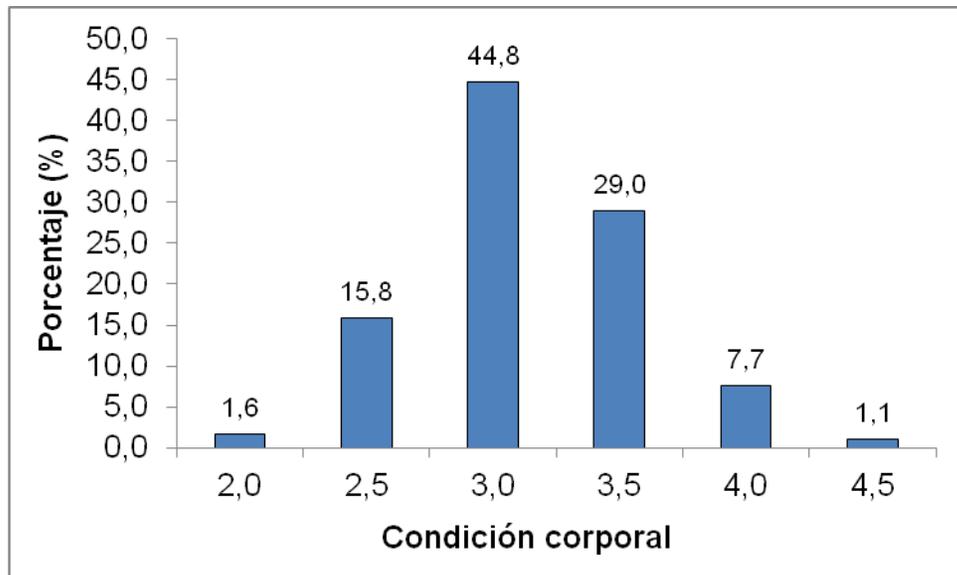


**Figura 16. Porcentaje de ovejas según condición corporal inicial (al 12/03/2015)**

La condición corporal inicial promedio para el total de animales fue de 2,4 y no hubo diferencias ( $P=0,313$ ) entre tratamientos. Según SUL (2011), las mayores respuestas al flushing se obtienen en ovejas adultas, en condición corporal mayor o igual a 2,5, en razas poco prolíficas, y al final del verano-otoño. Todos los tratamientos contaron con animales representativos de las diferentes condiciones corporales registradas.

En promedio, para todos los tratamientos los animales en condición corporal pobre a intermedia (2,0-2,5) representaron 80,4 %. Por otra parte, del total de animales experimentales un 18,3 % en promedio presentó una condición corporal aceptable a buena (3,0-3,5).

Luego de finalizada la encarnerada, antes de que todas las ovejas integraran un solo lote de manejo y se mantuvieran a pastoreo de campo natural hasta el diagnóstico de gestación se evaluó el impacto de los tratamientos de suplementación sobre la condición corporal (figura 17).



**Figura 17. Porcentaje de ovejas según condición corporal final (al 07/05/2015)**

La condición corporal promedio para el total de animales luego del servicio y tras finalizar los tratamientos de suplementación fue de 3,1. Se registraron diferencias ( $P=0,0001$ ) indicando efecto de los tratamientos sobre la condición corporal final. De mayor a menor condición corporal final promedio se identificaron tres grupos: HSD-HSS; HSA + sal intermedio y por último testigo.

La condición corporal final promedio para los animales del tratamiento testigo fue de 2,89; mientras que para los animales sujetos a tratamientos de suplementación el promedio fue de 3,21.

En promedio, para todos los tratamientos los animales en condición corporal pobre a intermedia (2,0-2,5) representaron 17,4 %. En el caso del tratamiento testigo dichos animales alcanzaron 32,6 %, pero en los tratamientos de suplementación (HSD, HSS y HSA + sal) significaron 12,14 %.

Dentro de éstos últimos, el tratamiento HSD presentó la menor proporción (5,5 %) mientras que HSS y HSA + sal presentaron un 14,1 % y 17,4 % de animales en condición corporal 2,0-2,5; respectivamente.

Por otra parte, se registraron 64,1 % de animales del tratamiento testigo en condición corporal aceptable a buena (3,0-3,5) a diferencia de lo ocurrido en HSD, HSS y HSA + sal en los cuales los animales en dicha condición representaron 77,1 %.

Finalmente, el registro de animales en condición corporal muy buena (4,0-4,5) fue de 3,3 % en el tratamiento testigo. Sin embargo, en los tratamientos de suplementación (HSD, HSS y HSA + sal) los animales en esa condición corporal representaron 10,5 %.

No se registraron diferencias entre tratamientos en condición corporal inicial promedio (al 12/03/2015), pero sí aparecen tres grupos según su condición corporal final promedio (al 07/05/2015): HSD-HSS; HSA + sal intermedio y por último testigo. Más allá de los registros de condición corporal puntuales previos y a posteriori de los tratamientos de suplementación, interesa analizar la evolución de dicho parámetro los que pueden explicar los resultados reproductivos. Como se documentó anteriormente en este trabajo, aumentos de peso vivo y condición corporal se asocian a incrementos en la tasa ovulatoria.

**Cuadro 17. Evolución de la condición corporal durante los tratamientos de suplementación según tratamiento**

Tratamiento	CC inicial	CC final	(CC <sub>f</sub> – CC <sub>i</sub> )
<b>Testigo</b>	2,39 <sup>a</sup>	2,89 <sup>b</sup>	+ 0,50
<b>HSD</b>	2,47 <sup>a</sup>	3,31 <sup>a</sup>	+ 0,84
<b>HSS</b>	2,36 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	+ 0,87
<b>HSA + sal</b>	2,43 <sup>a</sup>	3,13 <sup>ab</sup>	+ 0,70

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

En ese sentido, la evolución de la condición corporal promedio para los animales del tratamiento testigo fue de + 0,50 (2,39 a 2,89). Por otro lado, la evolución de la condición corporal promedio para los animales de los tratamientos de suplementación (HSD, HSS y HSA + sal) también fue positiva aunque de mayor magnitud (+ 0,80; de 2,42 a 3,22).

Un resumen de la evolución en la condición corporal de los animales experimentales según tratamiento se presenta en el cuadro 18.

**Cuadro 18. Evolución de la condición corporal de los animales experimentales según tratamiento**

	<b>- / 0 (no mejoró)</b>	<b>+ (mejoró)</b>	<b>Total</b>
<b>Testigo</b>	20 <sup>b</sup> (21,74 %)	72 <sup>b</sup> (78,26 %)	92 (100 %)
<b>HSD</b>	5 <sup>a</sup> (5,49 %)	86 <sup>a</sup> (94,51 %)	91 (100 %)
<b>HSS</b>	5 <sup>a</sup> (5,43 %)	87 <sup>a</sup> (94,57 %)	92 (100 %)
<b>HSA + sal</b>	9 <sup>ab</sup> (9,78 %)	83 <sup>ab</sup> (90,22 %)	92 (100 %)
<b>Total</b>	39 (10,63 %)	328 (89,37 %)	367 (100 %)

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

En todos los tratamientos el número de animales que mejoraron su condición corporal fue ampliamente superior al número de animales que mantuvieron o redujeron su condición corporal. No obstante hay diferencias entre tratamientos ( $P=0,001$ ). En HSD y HSS la proporción de animales que mejoró su condición corporal difirió estadísticamente del tratamiento testigo ( $P=0,020$ ) alcanzando valores cercanos al 95 % y no existieron diferencias entre ellos. La situación en HSA + sal podría catalogarse como intermedia ya que estadísticamente no difiere de HSD y HSS ni del tratamiento testigo ( $P=0,108$ ).

Según la evolución en los registros de condición corporal de los animales; podrían esperarse los mejores resultados reproductivos para los tratamientos HSD y HSS, intermedios para HSA + sal y los más bajos para el tratamiento testigo.

#### 4.5 PESO VIVO Y GANANCIA DE PESO

A continuación se presentan los registros de peso vivo previo al comienzo de los tratamientos de suplementación (12/03) y luego de finalizada la encarcerada (07/05).

**Cuadro 19. Peso vivo (kg) de los animales experimentales al inicio y fin de la suplementación según tratamiento**

Tratamientos	PV inicio kg (12/03)	PV final kg (07/05)
<b>Testigo</b>	42,06 ± 5,55 <sup>a</sup>	45,07 ± 5,53 <sup>b</sup>
<b>HSD</b>	42,06 ± 5,65 <sup>a</sup>	47,66 ± 5,50 <sup>a</sup>
<b>HSS</b>	42,25 ± 5,73 <sup>a</sup>	47,44 ± 5,26 <sup>a</sup>
<b>HSA + sal</b>	42,39 ± 6,08 <sup>a</sup>	47,34 ± 5,98 <sup>a</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

Como era de prever dado que para la formación de lotes uno de los criterios fue la homogeneidad en peso vivo, entre otros; al comienzo de los tratamientos de suplementación no existieron diferencias significativas ( $P=0,975$ ) en el peso vivo promedio entre tratamientos. Sin embargo y como consecuencia directa de los tratamientos de suplementación aparecen diferencias en los registros de peso vivo al 7 de mayo.

Un resumen de las ganancias diarias medias y por ende evolución del peso vivo de los animales experimentales se presenta en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Ganancia diaria media (kg/animal/día) de los animales para el período 12/3 – 07/05 según tratamiento**

Tratamientos	Ganancia media diaria (kg/animal/día)
<b>Testigo</b>	0,055 ± 0,057 <sup>b</sup>
<b>HSD</b>	0,099 ± 0,041 <sup>a</sup>
<b>HSS</b>	0,092 ± 0,065 <sup>a</sup>
<b>HSA + sal</b>	0,087 ± 0,035 <sup>a</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

La suplementación sea cual fuere su modalidad tuvo un impacto positivo mayor en la evolución del peso vivo de los animales de los tratamientos HSD, HSS y HSA + sal respecto a lo ocurrido en el tratamiento control ( $P<0,05$ ). Los valores de peso vivo final y ganancia diaria media para los grupos suplementados no presentaron diferencias entre ellos, en torno a 47,5 kg y 93 g/o/d respectivamente.

Con estos registros de peso vivo y ganancia diaria media y particularmente atendiendo su evolución, cabría esperar mejores resultados reproductivos en los tratamientos con suplementación (HSD, HSS y HSA + sal).

#### 4.6 AGUA DE BEBIDA

El consumo de agua promedio de los animales sin discriminar por tratamiento para los 23 días en que se extendió el período de suplementación fue de 1429,03 ml/o/d. Dicho valor resulta de una serie de datos muy dispersa, alcanzando un CV igual a 115,21 %.

En el cuadro 21, se presenta el detalle de los consumos de agua promedio por tratamiento, registrado en los bebederos de libre acceso equipados con caudalímetros ubicados en cada uno de los potreros.

**Cuadro 21. Consumo de agua de bebida promedio (ml/o/d) para el período de suplementación (18 de marzo – 10 de abril) según tratamiento**

Tratamiento	Consumo de agua (mL/oveja/día)
Testigo	433 <sup>a</sup>
HSD	1138 <sup>a</sup>
HSS	1251 <sup>a</sup>
HSA + sal	2895 <sup>b</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

No se detectaron diferencias ( $P>0,05$ ) en el consumo de agua (ml/o/d) entre los tratamientos testigo, HSD y HSS. Aunque se aprecia una tendencia a mayores consumos diarios de agua en los tratamientos suplementados (HSD y HSS), con valores que casi triplican el registro de consumo diario de agua de los animales del tratamiento testigo a campo natural sin suplementación. Los animales suplementados con harina de soja mediante la modalidad de libre acceso con regulación por inclusión de NaCl al 15 % (HSA + sal) alcanzaron un consumo diario de 2895 ml/o/d, estadísticamente superior ( $P=0,002$ ) a los registros de testigo, HSD y HSS. Resulta pertinente señalar la gran variabilidad y dispersión de los datos, hecho que se aprecia en los valores del coeficiente de variación (CV, %) de 122,86; 85,94; 78,58 y 80,66 para los tratamientos testigo, HSD, HSS y HSA + sal, respectivamente.

El consumo promedio de agua de los tres tratamientos suplementados (HSD, HSS y HSA + sal) fue de 1761,33 ml/o/d lo que representa un 407 % del consumo de agua de los animales en el tratamiento testigo a campo natural sin suplementación.

En términos generales, ganado con acceso a suplementos con alto contenido de sal consumen entre un 50 y 75% más de agua que lo normal (Rich et al., 1976). El incremento del consumo de agua es un mecanismo de adaptación de los animales para mantener el equilibrio interno u homeostasis y eliminar el exceso de sodio.

En los trabajos de Weir y Miller (1953b), Meyer et al. (1955) los consumos de NaCl fueron de 90 a 257 g/o/d y de 38 a 104 g/o/d, respectivamente, sin presentar problemas de toxicidad, pero resaltando que los consumos de agua fueron el doble y el triple del testigo, respectivamente.

En particular, los animales del tratamiento HSA + sal consumieron un 668,6 % más de agua que los animales control (2895 ml/o/d vs. 433 m/o/d). Cabe recordar que para los animales en el tratamiento HSA + sal, el consumo diario de sal fue de 64,8 g/o/d.

En un estudio realizado con corderos, Meyer et al. (1955) determinaron que se requieren 35 ml adicionales de agua por cada gramo adicional de cloruro de sodio consumido. En novillos y corderos, Thomas et al. (2007) reportaron un consumo adicional de 4 litros de agua por cada 100 g de sal consumido en el rango de 10-20% de NaCl en el alimento concentrado.

En el presente experimento trabajando con ovejas se requirieron 37,99 ml adicionales de agua por cada gramo adicional de NaCl consumido en la dieta a través del suplemento. En otros términos, con la inclusión de NaCl al 15 % en el alimento concentrado cada 100 g de sal consumido el consumo adicional de agua fue de 4,47 litros.

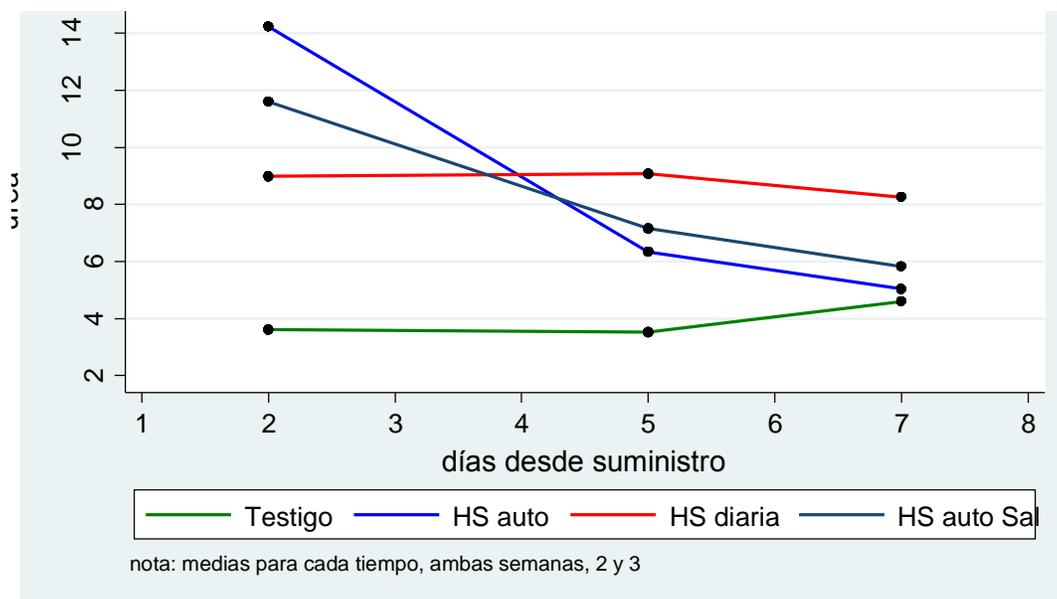
Asegurar una abundante disponibilidad de agua de calidad es fundamental para evitar efectos adversos en la salud y desempeño productivo de animales suplementados con concentrados con alto contenido de sal (Rovira y Velazco 2012).

Según la bibliografía consultada, el consumo de sal a través del suplemento de los animales del tratamiento HSA + sal no generaría problemas de toxicidad. Masters (2007) sostiene que los ovinos toleran bien inclusiones de sal menores a 10 % o consumos totales de hasta 100 g de NaCl por día, siendo que en consumos de entre 150 a 250 g de NaCl los ovinos alcanzan un límite superior en su habilidad de procesar y excretar el exceso de sal.

## 4.7 METABOLITOS EN SANGRE

### 4.7.1 Urea en plasma

La concentración normal de urea en plasma para ovinos es cercana a 10 mmol/l (Radostitis et al. 1994, Hindson y Winter 2002); en otros términos Kaneko (1980) establece como normal el rango de 1,67 a 8,33 mmol/l de sangre. Según Kaneko (1980), la cifra de urea en plasma está condicionada por la ingestión proteica y por el aumento del catabolismo, como en la fiebre y el estrés.



**Figura 18. Evolución de la concentración de urea en plasma (mmol/l) desde el tiempo de suministro del alimento según tratamiento.**

Durante el transcurso del experimento (18/3 – 10/4) el tratamiento testigo pastoreando sobre campo natural de cristalino con oferta de forraje verde seco de 8,2 % mantuvo valores de urea en plasma de 4,22 mmol/l en promedio para el período.

El tratamiento HSD mantiene valores de urea en plasma cercanos a 9,00 mmol/l estable, con escasa variación en su evolución desde el tiempo de suministro del alimento.

Como se aprecia en la figura 18, hay una tendencia al alza clara del contenido de urea en plasma (mmol/l sangre) inmediatamente después de la recarga de los comederos de autoalimentación para los tratamientos HSS y HSA + sal; el pico supera la concentración normal reportada por Radostitis et al. (1994), Hindson y Winter (2002).

La evolución de los valores de urea en plasma (mmol/l sangre) para HSS y HSA + sal se vinculan a la distribución del consumo de concentrado proteico y durante el período entre suministros o recarga de comederos. Como se ha mencionado anteriormente HSS no incluyó ninguna técnica de regulación del consumo mientras que el concentrado proteico en HSA + sal fue mezclado con NaCl al 15 % como método de regulación. Éstas diferencias derivaron en que el suministro semanal de concentrado proteico en HSS se agotara en promedio al

cuarto día de cada período y en HSA + sal al quinto día. Por ende, sin alcanzar el objetivo de lograr similares consumos diarios en HSA + sal y HSS.

La concentración del consumo para los tratamientos con sistemas de autoalimentación en los primeros días de cada semana fundamenta los valores altos de 14,2 mmol/l y 11,6 mmol/l para HSS y HSA + sal respectivamente y en algunos casos muy altos de urea en plasma para las mediciones inmediatamente posteriores a la recarga de comederos (2 días desde el suministro). Para ambos tratamientos al quinto y séptimo día de recarga de los comederos la concentración de urea en plasma (mmol/l sangre) se ubicó en valores normales.

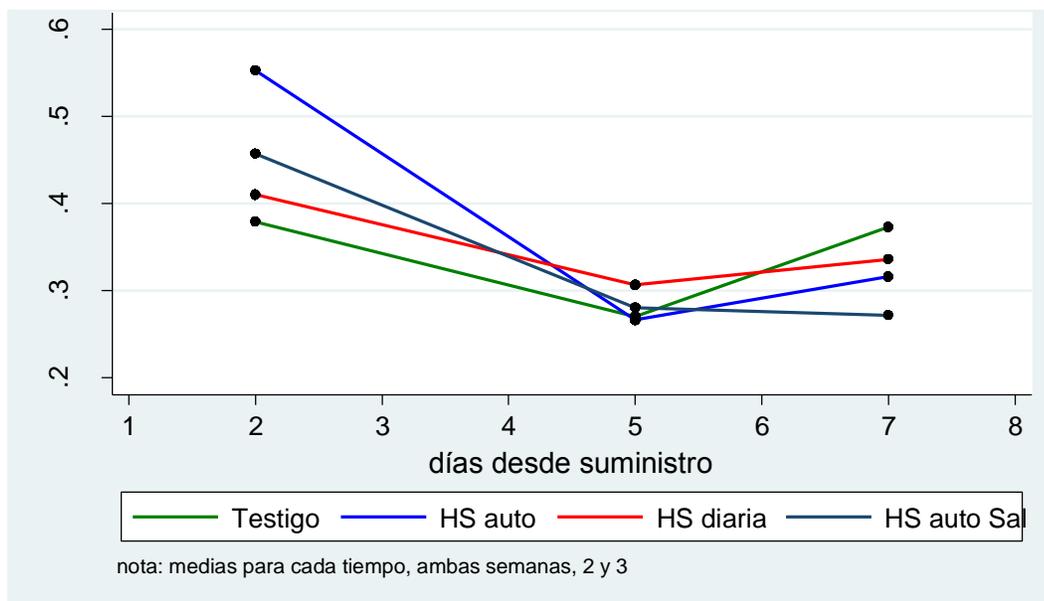
Mc Evoy et al. (1997) trabajando con 30 ovejas cruza Border Leicester x Scottish Blackface concluyó que el exceso de nitrógeno altamente degradable a nivel ruminal en dietas de ovinos conduce a incrementos en los niveles de urea y amonio en plasma y en útero, lo que se asoció a un aumento en la mortalidad embrionaria.

Como se destacó con anterioridad a partir del trabajo de Mc Evoy et al. (1997): la proteína de alta degradabilidad a nivel ruminal puede influenciar negativamente la viabilidad y metabolismo de embriones en ovejas y como consecuencia puede alterar la tasa de desarrollo fetal; el efecto adverso se asocia a niveles elevados de urea y amonio en plasma y en útero. La sobrevivencia embrionaria, fertilidad y prolificidad se ven afectados cuando el aporte de proteína altamente degradable de la dieta excede los requerimientos de la flora microbiana ruminal y finalmente los rápidos aumentos de urea y amonio en plasma ocurren cuando la capacidad de detoxificación del hígado ha sido superada.

En otros términos, Banchemo et al. (2004b) suplementando ovejas Merino Australiano en el peri-parto con grano de lupino reportó altos niveles de urea (cerca de 13,0 mmol/l) en plasma. La proteína del grano de lupino (92 % MS; 36,9 % PC y 3,30 Mcal EM/kg MS) es de alta degradabilidad lo que asociado a altos niveles de consumo generó eventualmente una tasa de liberación de amonio mayor a la tasa de síntesis del mismo en masa microbiana, resultando para dicho experimento en altos niveles de amonio a nivel ruminal. El exceso de amonio en el rumen pasaría a la sangre para ser convertido en urea por el hígado, lo que explica los valores de urea en plasma registrados (Banchemo et al., 2004b). Según Emmanuel y Edjehadi (1981), Lloyd, citado por Emmanuel y Edjehadi (1981) los altos niveles de amonio (urea) en plasma podrían dañar las membranas celulares, derivando en un transporte anormal de glucosa a las células y problemas en su utilización.

#### 4.7.2 Beta - hidroxibutirato

La concentración normal de  $\beta$ -OHB según Aiello (1998) es menor a 0,7 mmol/l. Como se aprecia en la figura 19, en el presente experimento para todos los tratamientos no se alcanzaron valores superiores a 0,7 mmol/l de sangre. Los registros oscilaron entre 0,27 y 0,55 mmol/l de sangre.



**Figura 19. Evolución del contenido de  $\beta$ -OHB (mmol/l) en sangre desde el tiempo de suministro del alimento según tratamiento.**

Los valores son coherentes con el hecho que las ovejas en promedio estaban ganando condición corporal y peso en todos los tratamientos.

#### 4.8 RESULTADOS REPRODUCTIVOS

Los resultados reproductivos (porcentaje de preñez, porcentaje de ovejas con preñez múltiple) de este trabajo se presentan en el cuadro 22.

**Cuadro 22. Resultados e indicadores generales de fertilidad y prolificidad del experimento según tratamientos**

Resultado ecografía	TRATAMIENTOS				Total general
	Testigo	HSD	HSS	HSA sal	
% preñez	94,5 <sup>a</sup>	96,8 <sup>a</sup>	91,3 <sup>a</sup>	92,3 <sup>a</sup>	93,7
% múltiples (sobre preñadas)	7,0 <sup>a</sup>	20,0 <sup>b</sup>	15,5 <sup>ab</sup>	8,3 <sup>a</sup>	12,8

Distintas letras por fila indican diferencias estadísticamente significativas al 5 %.

El porcentaje de preñez (ovejas preñadas/ovejas expuestas a carnero) del total de ovejas del experimento fue de 94 %. No hubo diferencias ( $P=0,45$ ) entre los tratamientos. En definitiva, para este trabajo, los tratamientos de suplementación sea cual fuere su modalidad no tuvieron impacto en la fertilidad de los animales la que alcanzó en promedio 93,7 % de preñez general y 6,3 % de ovejas falladas.

En lo que refiere a prolificidad o resultados de ecografía con preñez múltiple aparecen diferencias ( $P<0,05$ ) entre tratamientos. El tratamiento HSD alcanzó un 20 % de ovejas con preñez múltiple sobre el total de ovejas preñadas, siendo el mejor resultado de prolificidad del trabajo. Dicho tratamiento difirió de los resultados de testigo ( $P=0,011$ ) y HSA + sal ( $P=0,022$ ). No se registraron diferencias entre testigo y HSA + sal ( $P=0,747$ ).

El registro de ovejas con preñez múltiple de HSS es intermedio ya que estadísticamente no difirió ni de HSD ( $P=0,424$ ) ni de HSA + sal ( $P=0,123$ ) y testigo ( $P=0,066$ ). Puede considerarse que el tratamiento HSS tiene una tendencia a ser superior al testigo.

El resultado de preñez múltiple se relacionó casi inexorablemente con una evolución positiva en condición corporal y peso vivo. Del total de ovejas con resultado de preñez múltiple según ecografía un 93,2 % (41 de 44) presentó una evolución positiva al menos en condición corporal y/o en peso vivo, alcanzando promedios de +0,87 y + 4,62 kg respectivamente (cuadro 23).

**Cuadro 23. Evolución de condición corporal y peso vivo promedio según tratamiento para las ovejas con preñez múltiple**

Tratamientos	Condición Corporal	Peso Vivo (kg)
<b>Testigo</b>	+ 0,625	+ 3,55
<b>HSD</b>	+ 0,971	+ 5,05
<b>HSS</b>	+ 0,667	+ 4,64
<b>HSA + sal</b>	+ 0,917	+ 4,07

Los tratamientos de suplementación (HSD, HSS y HSA + sal) derivaron en una alta proporción de animales con evolución positiva para los registros de condición corporal, destacándose particularmente HSD y HSS (~ 95 %) del tratamiento testigo (~ 78 %). La situación en HSA + sal fue intermedia (~ 90 %) sin diferencias estadísticas con HSD y HSS ni con el tratamiento testigo.

A pesar de que HSA + sal generó una ganancia diaria de peso vivo similar a los tratamientos HSD y HSS, cercana a 93 g/o/d en contraste a los 55 g/o/d del tratamiento testigo y que la proporción de animales con evolución

positiva en condición corporal fue intermedia (~ 90 %) sin diferencias estadísticas con HSD y HSS (~ 95 %) ni con el tratamiento testigo (~ 78 %); la performance reproductiva del grupo fue similar a los registros de los animales testigo. Presumiblemente hubo un efecto negativo de la sal en el desempeño reproductivo de las ovejas, aunque no se encontraron antecedentes que posibiliten una discusión sobre un eventual impacto negativo de NaCl en la reproducción.

Los registros de proporción de ovejas con evolución de condición corporal positiva y ganancia diaria de peso vivo de HSS fueron muy similares a los de HSD. Sin embargo, en los resultados reproductivos HSS con 15,5 % de ovejas con preñez múltiple fue el grupo intermedio ya que no presentó diferencias con testigo y HSA + sal ni con HSD. Constituye el resultado más promisorio en términos de utilización de autoalimentación para el flushing de ovejas sobre campo natural.

El suministro diario de concentrado permite un mayor control de la ingestión de concentrado, disminuyendo la variación individual, a diferencia de lo que ocurre con el suministro semanal mediante la modalidad de libre acceso. Adicionalmente, aumentaría la probabilidad de que los tratamientos nutricionales ocurran 4-8 días antes de la ovulación o lo que es lo mismo durante los días 10-14 del ciclo estral de modo de coincidir con la emergencia de una nueva onda folicular; aumentando su eficiencia para aumentar la tasa ovulatoria (Gherardi y Lindsay 1982, Oldham y Lindsay 1984, Nottle et al. 1985, Stewart y Oldham 1986, Teleni et al. 1989, Nottle et al. 1990, Parr et al. 1992a, Viñoles 2003). Viñoles et al. (2005) afirman que la respuesta en la tasa ovulatoria a suplementaciones estratégicas es dependiente del momento del desarrollo folicular en el que se encuentre la oveja cuando se dan los picos de glucosa, insulina y leptina.

La modalidad de suplementación (diaria vs. autoalimentación/suministro semanal) a través de su efecto en la distribución del consumo podría eventualmente generar efectos adversos en sobrevivencia embrionaria, fertilidad, prolificidad y/o daños en membranas celulares (Mc Evoy et al. 1997, Banchemo et al. 2004b) asociados a niveles por encima de los normales en metabolitos en sangre como urea.

#### 4.8.1 Prolificidad y período de servicio

El 62,5 % del total de ovejas preñadas del experimento fueron servidas en el período 1/4 – 15/4; el cual presentó el mayor número (P=0,022) de ovejas servidas con preñez múltiple según ecografía (79,5 %).

El restante 20,5 % de ovejas con preñez múltiple fueron servidas en el período 15/4 – 6/5. Durante las primeras tres semanas de encarnerada 1/4 – 25/4 fueron servidas el 93,6 % del total de ovejas preñadas del experimento.

**Cuadro 24. Resultados de ecografías (preñez) según período de servicio**

Período de servicio	Simple	Mellizos	Trillizos	TOTAL
	No. de ovejas (%*)	No. de ovejas (%*)	No. de ovejas (%*)	No. de ovejas
1/4 - 15/4	180 (83,7 %)	33 (15,4 %)	2 (0,9 %)	215
16/4 - 25/4	99 (92,5 %)	7 (6,5 %)	1 (0,9 %)	107
26/4 - 6/5	21 (95,5 %)	1 (4,6 %)	0 (0,0 %)	22

\*Porcentaje referido al total de ovejas por período de servicio.

Como se aprecia en el cuadro 25, para todos los tratamientos de este experimento la mayoría de las ovejas (~90 %) fueron servidas durante las primeras tres semanas de la encarnerada (1/4-25/4). No hubo diferencias entre tratamientos en la cantidad de animales servidos en cada uno de los períodos de servicio considerados. Destaca particularmente lo ocurrido en las primeras dos semanas de ingresados los carneros donde fueron servidas en promedio el 58 % de las ovejas de cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 25. Número de ovejas servidas por período de servicio según tratamiento**

Período de servicio	Testigo	HSD	HSS	HSA + sal
	No. de ovejas (%*)			
1/4 – 15/4	56 (61,5 %)	54 (58,1 %)	49 (53,3 %)	56 (61,5 %)
16/4 – 25/4	26 (28,6 %)	27 (29,0 %)	32 (34,8 %)	22 (24,2 %)
26/4 – 6/5	4 (4,4 %)	9 (9,7 %)	3 (3,3 %)	6 (6,6 %)
Falladas	5 (5,5 %)	3 (3,2 %)	8 (8,7 %)	7 (7,7 %)
<b>Total</b>	<b>91</b>	<b>93</b>	<b>92</b>	<b>91</b>

\*Porcentaje referido al total de ovejas por tratamiento.

#### 4.9 PÉRDIDAS EMBRIONARIAS

Las pérdidas embrionarias en el presente trabajo no fueron de entidad y además no se registraron diferencias ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos. De las 367 ovejas analizadas para desempeño reproductivo, sólo hubo 5 casos de pérdida del producto obtenido entre la concepción y el fin del período embrionario de diferenciación (35-40 días de gestación).

**Cuadro 26. Pérdidas embrionarias registradas según tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Pérdidas embrionarias</b>
<b>Testigo</b>	0 <sup>a</sup>
<b>HSD</b>	1 <sup>a</sup>
<b>HSS</b>	2 <sup>a</sup>
<b>HSA + sal</b>	2 <sup>a</sup>

Distintas letras en la columna indican diferencias significativas al 5 %.

Sin embargo, conviene señalar que el mayor porcentaje de las muertes o pérdidas embrionarias son precoces, es decir, ocurren entre la concepción y los 20 días de gestación (Edey 1969, Wilkins y Croker 1990); por lo que pueden haber ocurrido pérdidas embrionarias que no fueron detectadas por la serie de ecografías diagramada.

Todas las ovejas con pérdidas embrionarias registradas mostraron evolución positiva para condición corporal y peso vivo.

## 5. CONCLUSIONES

Para las condiciones en que se desarrolló el presente experimento se concluye que:

La autoalimentación con limitación del consumo por inclusión de NaCl al 15 % no sería recomendable para la implementación de esquemas de suplementación en torno al servicio o flushing ni para la regulación del consumo diario. Por ende no constituiría una alternativa que permita superar la limitante operativa de tecnologías de suministro diario de alimentos concentrados.

El suministro semanal de concentrado a través de autoalimentación sin limitación del consumo, generó una respuesta en tasa ovulatoria intermedia entre la suplementación diaria y el testigo sobre campo natural sin suplementación. En futuras experiencias de autoalimentación, podría considerarse adicionar limitación por diseño de comedero para eventualmente lograr consumos diarios y respuestas en tasa ovulatoria similares a lo que se obtiene en suplementación diaria.

La suplementación con concentrado proteico sin limitación del consumo por inclusión de NaCl al 15 % mostró una tendencia a mayores consumos diarios de agua con valores que casi triplicaron el registro de los animales del tratamiento testigo a campo natural sin suplementación. La inclusión de sal al suplemento generó un consumo de agua diferencial, siete veces superior al testigo.

La prolificidad se asocia directamente con una evolución positiva en la condición corporal y/o peso vivo de la oveja de cría en torno al servicio, con valores cercanos a + 0,8 unidades de condición corporal y + 4,32 kg/o/d respectivamente para este experimento.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar si la respuesta en tasa ovulatoria utilizando “autoalimentación” con o sin limitación del consumo diario por inclusión de cloruro de sodio es la misma que la obtenida mediante la suplementación diaria. Se realizó una suplementación proteica durante 23 días en el Centro de Investigación y Experimentación “Dr. Alejandro Gallinal” del Secretariado Uruguayo de la Lana. Fueron utilizadas 372 ovejas de raza Corriedale (42,23 kg PV y 2,41 CC) distribuidas al azar en cuatro tratamientos con tres repeticiones con 31 ovejas por repetición. Los tratamientos evaluados fueron: testigo a campo natural sin suplementación (T); campo natural más suministro diario de 125 g de PD por oveja por día (HSD); campo natural más suministro semanal del equivalente diario de 125 g de PD por oveja por día (HSS) y campo natural más suministro semanal del equivalente diario de 125 g de PD por oveja por día mediante la modalidad de libre acceso con regulación por inclusión de sal al 15 % (HSA + sal). Cada lote fue manejado en potreros de aproximadamente 6 hectáreas sobre campo natural (OFV: 7,33 %; 8,10 % PC y 2,33 Mcal EM/kg MS). El suplemento proteico utilizado fue harina de soja (47,63 % PC y 2,903 Mcal EM/kg MS) y harina de soja con sal (41,41 % PC y 2,956 Mcal EM/kg MS). Los tratamientos de suplementación iniciaron el 18/03/2015 y finalizaron el 10/04/2015. La encarnerada se realizó con carneros al 3 % y se extendió desde el 01/04/2015 al 06/05/2015. Las principales variables estudiadas fueron: preñez y prolificidad, evolución de condición corporal, ganancia diaria media de peso vivo, consumo de agua y metabolitos en sangre. Se registraron diferencias en la respuesta en tasa ovulatoria entre HSD y testigo ( $P=0,011$ ) - HSA + sal ( $P=0,022$ ). HSS fue intermedio ya que no difirió ni de HSD ( $P=0,424$ ) ni de testigo ( $P=0,066$ ) – HSA + sal ( $P=0,123$ ). Se detectaron diferencias ( $P<0,05$ ) en la evolución de condición corporal y en ganancia diaria media de peso vivo (g/o/d) para los tratamientos HSD, HSS y HSA + sal respecto a testigo. Se hallaron diferencias ( $P<0,05$ ) en el consumo de agua a favor de HSA + sal. La respuesta en prolificidad a la suplementación proteica en la modalidad de libre acceso con o sin limitación del consumo por inclusión de NaCl no fue igual a la obtenida mediante la suplementación diaria.

Palabras clave: Ovinos; Flushing; Suplementación; Autoalimentación; Libre acceso; Sal.

## 7. SUMMARY

The aim of this study was to determine whether the ovulation rate of mature ewes using "self-feeding" with or without limiting the daily intake by inclusion of sodium chloride was similar to that obtained by daily supplementation. A protein supplementation was held for 23 days at the Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal" of the Secretariado Uruguayo de la Lana. They were used 372 Corriedale ewes (42,23 kg and 2,41 CC) randomly distributed in four treatments with three replicates with 31 ewes in each repetition. The treatments were: control natural field without supplementation (T); natural field with daily supply of soybean meal to provide 125 g of DP per ewe per day (HSD); natural field with weekly supply of soybean meal to provide the daily equivalent of 125 g of DP per ewe per day (HSS) and natural field with weekly supply of soybean meal to provide the daily equivalent of 125 g of DP per ewe per day through the modality of free access regulation including salt at 15% (HSA + salt). Each batch was handled in paddocks of approximately 6 hectares of natural field (OFV: 7,33 %, 8,10% CP and 2.33 Mcal ME / kg DM). The protein supplement used was soybean meal (47.63% CP and 2,903 Mcal ME / kg DM) and soy meal with salt (41.41% CP and 2,956 Mcal ME / kg DM). Supplementation treatments began on 03/18/2015 and ended on 10/04/2015. The mating was done with 3 rams per 100 ewes between 01/04/2015 and 05/06/2015. The main variables studied were: pregnancy and prolificacy, evolution of body condition, average daily liveweight gain, consumption of water and metabolites in blood. The ovulatory response rate of HSD ewes was higher than control ( $P = 0.011$ ) and HSA + salt ewes ( $P = 0.022$ ). The ovulatory rate of HSS ewes was similar to HSD ewes ( $P = 0.424$ ) or control ( $P = 0.066$ ) and HSA + salt ewes ( $P = 0.123$ ). Body condition and live weight gain were higher in the three supplemented treatments compared to the control one ( $P < 0.05$ ). HSA + salt ewes consumed more water ( $P < 0.05$ ) than the other treatments. Prolificacy response to protein supplementation in the form of free access with or without limiting daily intake by inclusion of NaCl was not equal to that obtained by daily supplementation.

Keywords: Sheep; Flushing; Supplementation; Self-feeding; Free access; Salt.

## 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.; Abordi, J. A.; Briegel, J. R.; Sanders, M. R. 1994. Effect of diet on the clearance of estradiol-17 $\beta$  in the ewe. *Biology of Reproduction*. 51: 668-674.
3. Aguerre, J. J.; Fernández Abella, D. 2012. Uso del flushing para aumentar los corderos señalados. *Lana Noticias*. no. 160: 4-7.
4. Aiello, S. E. 1998. Metabolic disorders. In: Aiello, S. E. ed. *The Merck veterinary manual*. Whitehouse Station, NJ, USA, Merck & Co. pp. 723–747.
5. Allen, D. M.; Lamming, G. E. 1961. Nutrition and reproduction in the ewe. *Journal of Agricultural Science*. 56: 69-79.
6. AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 2007. *Official methods of analysis*. 18<sup>th</sup> rev. ed. Washington, D. C., USA. AOAC International. p. irr.
7. Azzarini, M.; Ponzoni, R. 1971. Aspectos modernos de la producción ovina; primera contribución. Montevideo, Universidad de la República. 197 p.
8. \_\_\_\_\_. 1985. Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (2°. , 1985, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 111-132.
9. \_\_\_\_\_. 1990. Contribución del control reproductivo a los sistemas de producción ovina. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (3°. , 1990, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 111-236.
10. \_\_\_\_\_. 1992. Reproducción en ovinos en América Latina. Algunos resultados de la investigación sobre los factores determinantes del

desempeño reproductivo y su empleo en condiciones de pastoreo. Producción Ovina. no. 5: 7-56.

11. \_\_\_\_\_. 2000. Una propuesta para mejorar los procreos ovinos. Montevideo, SUL. 68 p.
12. Bancho, G.; Quintans, G.; Vázquez, A. I. 2002. Alternativas de manejo para aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. In: Jornada Anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 32-36 (Actividades de Difusión no. 294).
13. \_\_\_\_\_.; Milton, J.; Lindsay, D.; La Manna, A.; Vázquez, A. I.; Quintans, G. 2003. Como aumentar la tasa ovulatoria/mellicera en ovejas Corriedale. In: Jornada Anual de Producción Animal (2003, Treinta y Tres, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 52-56 (Actividades de Difusión no. 332).
14. \_\_\_\_\_.; Quintans, G. 2004a. Manejo antes de la encarnerada para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas Corriedale. In: Jornada Anual de Producción Animal (2004, Treinta y Tres, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 6-8 (Actividades de Difusión no. 426).
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Martin, G. B.; Milton, J. T. B.; Lindsay, D. R. 2004b. Nutrition and colostrum production in sheep. Metabolic and hormonal responses to different energy sources in the final stages of pregnancy. *Reproduction, Fertility and Development*. 16: 1-9.
16. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. In: Seminario de Actualización Técnica (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 17-33 (Actividades de Difusión no. 429).
17. \_\_\_\_\_.; Fernández, M. E.; Ganzábal; A.; Quintans, G.; Vázquez, A. 2006. Manejo genético y nutricional para aumentar la tasa mellicera de nuestras majadas. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (34°. 2006, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. pp. 71-75.

18. \_\_\_\_\_.; Vázquez, A.; Vera, M.; Quintans, G. 2012a. Adding condensed tannins to the diet increases ovulation rate in sheep. *Animal Production Science*. 52: 853-856.
19. \_\_\_\_\_.; Ganzábal, A.; Montossi, F.; De Barbieri, I.; Quintans, G. 2012b. Aportes de la investigación para el aumento de la producción de corderos. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (4°. , 2012, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, AUPA. pp. 13-18.
20. Barragué, J. A.; Clement, N. A.; Fossati, J. J. 2006. Manejo nutricional estratégico previo a la encarnerada para aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 63 p.
21. Barry, T. N.; Mc Nabb, W. C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forage fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*. 81: 263-272.
22. Beeson, W. M.; Perry, T. W.; Mohler, M. 1957. Self-feeding free choice vs. self-feeding a complete mixture for fattening. *Journal of Animal Science*. 16: 787-795.
23. Beretta, V.; Simeone, A. 2013a. Consumo en el autoconsumo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15°. , 2013, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, UPIC. pp. 48-51.
24. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cortazzo, D. 2013b. Uso de comederos de autoconsumo en la suplementación de terneros de destete precoz en pastoreo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15°. , 2013, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, UPIC. pp. 42-47.
25. Boggiano, P. 2003. Campos naturales del Cristalino Central. In: Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Proyecto Combinado GEF/IBRD. s.n.t. pp. 21-27.
26. Bowman, J. G.; Sowell, B. F. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 75: 543-550.

27. Braden, A. W. H.; Moule, G. R. 1964. Effects of stress on ovarian morphology and oestrus cycles in ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 15: 937-949.
28. \_\_\_\_\_; Mattner, P. E. 1970. Effects of scrotal heating in the ram on semen characteristics, fecundity, and embryonic mortality. *CSIRO Australia. Division of Animal Physiology Annual Report*. 99: 36-37.
29. Buratovich, O. 2010. Eficiencia reproductiva en ovinos; factores que la afectan. Parte II. Otros factores no nutricionales. (en línea). *Ganadería*. 36: 163-166. Consultado jul. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/eficiencia-reproductiva-en-ovinosfactores-que-la-afectan.-parte-ii-otros-factores-no-nutricionales/>
30. Caravaca Rodríguez, F.; Castel Genís, J.; Guzmán Guerrero, J.; Delgado, M.; Mena, Y.; Alcalde, M.; González Redondo, P. 2003. Bases de la reproducción animal. (en línea). *Manuales Universitarios de la Universidad de Sevilla*. 61: 82-98. Consultado jul. 2015. Disponible en [http://books.google.com.uy/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA78&dq=fisiologia+reproductiva+ovina&hl=es&sa=X&ei=mCbiU\\_LUJ5G9oQS\\_0-4LwDQ&ved=0CCoQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.uy/books?id=YQxTe3v1GqkC&pg=PA78&dq=fisiologia+reproductiva+ovina&hl=es&sa=X&ei=mCbiU_LUJ5G9oQS_0-4LwDQ&ved=0CCoQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false)
31. Cardellino, R. 2015. Un rubro que decae globalmente. *El País Agropecuario*, Montevideo, UY, feb. 25: 74-79.
32. Casco, O.; Delgado, M. A.; García, M. P. 2007. Efecto de la nutrición proteica y energética sobre el tasa ovulatoria de ovejas Corriedale y ALFERSUL. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 155 p.
33. Catalano, R.; Sirhan, L. 1993. "Flushing" en ovinos: importancia de la proteína y la energía como determinantes de una mayor prolificidad. *Avances en Producción Animal*. 18 (1-2): 21-30.
34. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.

35. Chicco, C. F.; Schultz, T. A.; Ríos, J.; Plasse, D.; Burguera, M. 1971. Self feeding salt-supplement to grazing steers under tropical conditions. *Journal of Animal Science*. 33: 142.
36. Coop, I. E. 1962. Liveweight-productivity relationship in sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 5: 249.
37. Crocker, K. P.; Jhons, M. A.; 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 Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 30: 469-476.
38. Croom, W. J.; Harvey, R. H.; Linnerud, A. C.; Froetschel, M. 1982. High levels of sodium chloride in beef cattle diets. *Canadian Journal of Animal Science*. 62: 217-227.
39. 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: 19-28.
40. Downing, J. A.; Scaramuzzi, R. J. 1991. Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotrophic and metabolic hormones in sheep. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*. 43: 209-227.
41. \_\_\_\_\_; Joss, J.; Scaramuzzi, R. J. 1995. A mixture of the branched chain amino acids leucine, isoleucine and valine inceases ovulation rate in ewes when infused during the late phase of the oestrus cycle an effect that may be mediated by insulin. *Journal of Endocrinology*. 154: 315-325.
42. Edey, T. N. 1969. Prenatal mortality in sheep; a review. *Animal Breeding Abstract*. 37: 173-190.
43. \_\_\_\_\_. 1976. Embryo mortality in sheep breeding. *In: Sheep Breeding International Congress (1976, Muresk - Perth, Australia). Proceedings*. Perth, Muresk Agricultural College. p. 400.
44. Emmanuel, B.; Edjtehadi, M. 1981. Glucose biokinetics in normal and urea-treated sheep (*Ovis aries*). *Comparative Biochemistry and Physiology*. 68B: 555–560.

45. Errazola, P.; Machado, S.; Tafernaberry, J. A. 2014. Efecto del flushing con suplementos de diferentes concentraciones de taninos sobre la tasa ovulatoria en ovinos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
46. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2015. Ingredientes para piensos; harina de soja 44% PB. (en línea). Madrid. s.p. Consultado 16 mar. 2015. Disponible en [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-de-soja-44-pb](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-soja-44-pb)
47. Fernández Abella, D. 1993. Principios de la fisiología reproductiva ovina. Montevideo, Hemisferio Sur. 247 p.
48. \_\_\_\_\_.; Saldanha, S., Surraco, L.; Villegas, N.; Hernández Russo, Z.; Rodríguez Palma, R. 1994. Evaluación de la variación estacional de la actividad sexual y crecimiento de la lana en cuatro razas ovinas. Boletín Técnico de Ciencias Biológicas. 1: s.p.
49. \_\_\_\_\_.; Hernández, Z.; Kemayd, J.; Soares de Lima, A.; Urrutía, J.I.; Villegas, N.; Bentancur, O. 2000. Efecto de los nemátodos gastrointestinales sobre la productividad de ovejas Corriedale y Merino. II. Actividad ovárica, mortalidad y crecimiento de los corderos. Producción Ovina. no. 13: 105-116.
50. \_\_\_\_\_. 2001. Manual de inseminación artificial por vía cervical en ovinos. Montevideo, SUL. 71 p.
51. \_\_\_\_\_.; Castells, D.; Piaggio, L.; De León, N. 2006. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. Efecto de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y fecundidad. Producción Ovina. no. 18: 25-31.
52. \_\_\_\_\_.; Formoso, D.; Casco, O.; Delgado, M. E.; García, A. P.; Ibáñez, W. 2007a. Efecto de un flushing focalizado utilizando *Lotus uliginosus* cv. maku, bloques proteicos y expeler de soja sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de ovejas Corriedale. (en línea). Producción Ovina. no. 19: 33–42. Consultado jul. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_ovina/produccion\\_ovina/67-Fernandez-Formoso.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_ovina/produccion_ovina/67-Fernandez-Formoso.pdf)

53. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2007b. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. II. Efecto de la condición corporal y de la dotación sobre las pérdidas embrionarias y fetales. Producción Ovina. no. 19: 5-13.
54. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Goicoechea, I.; Locatelli, A.; Scarlato, S.; Ibáñez, W.; Irabuena, O. 2007c. Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. III. Efecto de la asignación de forraje y de un estrés pluviométrico artificial sobre la tasa ovulatoria y pérdidas reproductivas en ovejas Corriedale. Producción Ovina. no. 19: 15-23.
55. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2007d. El flushing; una herramienta para incrementar la tasa ovulatoria de los ovinos. Lana Noticias. no. 145: 12-16.
56. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Aguerre, J. J.; Buzoni, G.; Galli, C.; Varela, J. P.; Hernández, Z.; Fernández, S. 2008. Efecto del tipo y la oferta de forraje y carga parasitaria previo al servicio sobre la tasa ovulatoria y fecundidad de ovejas Corriedale. Producción Ovina. no. 20: 31-40.
57. \_\_\_\_\_. 2011. Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. (en línea). In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (15°), Jornadas Uruguayas de Buiatría (39°, 2011, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados y disertaciones. Paysandú, s.e. pp. 189-196. Consultado ago. 2015. Disponible en <http://centromedicoveterinariopaysandu.com/wp-content/uploads/2014/08/ovinos-Fernandez-Abella-2011.pdf>
58. \_\_\_\_\_. 2014. Fertilidad de la oveja II. Paysandú, Facultad de Agronomía. 52 p.
59. Fogarty, N. M.; Hall, D. G.; Donnelly, J. R.; Jelbart, R. A.; Dawe, S. T. 1984. Increased ewe reproduction 200% lambs. Animal Production in Australia. 15: 66-79.
60. Formoso, D. 1991. Productividad y manejo de pasturas naturales en Cristalino. In: Carámbula, M.; Indarte, E.; Vaz Martins, D. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 13-51 (Serie Técnica no. 13).

61. \_\_\_\_\_.; Oficialdegui, R.; Norbis, H. 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.
62. \_\_\_\_\_. 2005. La investigación en utilización de pasturas naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (1°, 2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 51-60 (Serie Técnica no. 151).
63. Ganzábal, A.; Ruggia, A.; Miquelerena, J. 2003. Efecto del peso vivo sobre el comportamiento reproductivo. In: Jornada de Ovinos (2003, Colonia, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-7 (Actividades de Difusión no. 342).
64. Genta, J. L.; Failache, N. 2010. Disponibilidad de agua en Uruguay: variabilidad - predicción – institucionalidad. In: Seminario Internacional: Potencial del Riego Extensivo en Cultivos y Pasturas (2010, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 177-182.
65. 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.
66. Guerra, J. C; Thwaites, C. J; Edey, T. N. 1971. The effects of live weight on the ovarian response to pregnant mare serum gonadotrophin and on embryo mortality in the ewe. *Journal of Agricultural Science of Cambridge*. 76:177-178.
67. Gunn, R. G.; Doney, J. M. 1973. The effects of nutrition and rainfall at the time of mating on the reproductive performance of ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*. 19: 253-258.
68. \_\_\_\_\_. 1983. The influence of nutrition on reproduction in the ewe. In: Haresign, W. ed. *Sheep production*. London, Butterworths. pp. 99-115.
69. Hafez, E. S. E. 1993. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. s.l., Interamericana McGraw-Hill. 542 p.

70. Haresign, W. 1981. The influence of nutrition on reproduction in the ewe 2. Effects on ovulation rate, follicle development and luteinizing hormone releasing. *Animal Production*. 32: 197-202.
71. Harvey, R. W.; Croom, W. J.; Pond, K. R.; Hogarth, B. W.; Leonard, E. S. 1986. High levels of sodium chloride in supplements for growing cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 66: 423-429.
72. Hill, A.; Alliston, C. W. 1981. Effects of thermal stress on plasma concentrations of luteinizing hormone, progesterone, prolactin and testosterone in the cycling ewe. *Theriogenology*. 15: 201-209.
73. Hindson, J. C.; Winter, A. C. 2002. *Manual of sheep diseases*. Oxford, UK, Blackwell Science. 304 p.
74. Ingraham, R. H. 1974. Discussion on the influence of environmental factors on reproduction in livestock. In: *International Livestock Environment Symposium (1974)*. Proceedings. s.n.t. pp. 55-61.
75. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2009. Utilización de sal (NaCl) como regulador del consumo de grano de cebada en ovinos. *Producción Ovina*. no. 1: 32-33.
76. Jefferies, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*. 32: 19-21.
77. Kaneko, J. J. 1980. *Clinical biochemistry of domestic animals*. Orlando, Florida, USA, Academic Press. 916 p.
78. Kelly, R. W.; Mc Evan, S. 1983. Ovulation rate response of heavy and light ewes to flushing. New Zealand Ministry of Agriculture and Fishing. *Annual Report 1984*. 218 p.
79. Knight, T. W.; Oldham, C. M.; Lindsay, D. R. 1975. Studies in ovine infertility in agricultural regions in Western Australia; the influence of a supplement of lupins (*Lupinus angustifolius* cv. Uniwhite) at joining on the reproductive performance of ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26: 567-575.
80. \_\_\_\_\_. 1979. Ovulation – liveweight relationships. In: *Annual Conference of the Australian Society of Reproductive Biology (11°. 1979, Canberra, Australia)*. Proceedings. Canberra, Australia, ASRB. p. 42.

81. \_\_\_\_\_. 1981. Effect of diet and live-weight on FSH and oestradiol concentrations in Romney ewes. Proceedings of the Australian Society for Reproductive Biology. 13: 19 (Abstract).
82. Kosior-Korzecka, U.; Bobowiec, R. 2003. Change in the level of endogenous leptin, FSH, 17 beta-oestrediol and metabolites during lupin-induced increase in ovulation rate in ewes. Journal of Veterinary Medicine. 50 (7): 343- 349.
83. 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.
84. \_\_\_\_\_. 1976. The usefulness to the animal producer of research findings in nutrition on reproduction. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 11:217-224.
85. Luque, A.; Barry, T. N.; Mc Nabb, W. C.; Kemp, P. D.; Mc Donald, 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.
86. Mc Evoy, T.; Robinson, J.; Aitken, R.; Findlay, P.; Robertson, I. 1997. Dietary excesses of urea influence the viability and metabolism of preimplantation sheep embryos and may affect fetal growth among survivors. Animal Reproduction Science. 47: 71-90.
87. Mc Natty, K. P. 1982. Preovulatory follicular development in sheep treated with PMSG and/or prostaglandin. Journal of Reproduction and Fertility. 65:11-123.
88. Martín, G. B. 1984. Factors affecting the secretion of L.H. in the ewe. Biological Reviews. 59: 1-87.
89. Masters, D. 2007. Salty diets. Cooperative Research Center Salinity for plant-based management of dryland salinity. CRC Factsheet no. 7. s.p.
90. Mauléon, P. Dausier, L. 1965. Variation de durée de l'anoestrus de lactation chez les brebis de race ile-de-frnce. Annales de Biologie Animale, Biochimie, Biophysique. 5: 131-143.

91. Memon, G. N., Antoniewicz, R. J., Benevenga, N. J., Pope, A. L., Casida, L. E. 1969. Some effects of differences in dietary energy and protein levels on the ovary and the anterior pituitary gland of the ewe. *Journal of Animal Science*. 28: 57-62.
92. Meyer, J. H.; Weir, W. C.; Ittner, N. R.; Smith, J. D. 1955. The influence of high sodium chloride intakes by fattening sheep and cattle. *Journal of Animal Science*. 14: 412-418.
93. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2011. Censo general agropecuario 2011. Montevideo. 146 p.
94. Mieres, J. 2004. Guía para alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 142).
95. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
96. Montossi, F. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. p. 29 (Serie Técnica no. 113).
97. Morley, F. H. W.; White, D. H.; Kenney P. A.; Davis, I. F. 1978. Predicting ovulation rate from liveweight in ewes. *Agricultural Systems*. 3: 27-45.
98. Mufarrege, D. J. 2003. El sodio en la alimentación mineral del ganado en la región NEA (en línea). Noticias y comentarios EEA INTA Mercedes, Corrientes, Argentina. 370: p. irr. Consultado set. 2015. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion\\_mineral/55-sodio\\_en\\_corrientes.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion_mineral/55-sodio_en_corrientes.pdf)
99. Muñoz-Gutiérrez, 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.

100. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Ovarian follicular expression of mRNA encoding the type I IGF receptor and IGF-binding protein-2 in sheep following five days of nutritional supplementation with glucose, glucosamine or lupins. *Reproduction*. 128: 747-756.
101. Nari, A.; Cardozo, H. 1987. Enfermedades causadas por parásitos internos; nemátodos gastrointestinales. In: Bonino Morlán, J.; Durán del Campo, A.; Mari, J. J. eds. *Enfermedades de los lanares*. Montevideo, Hemisferio Sur. v.1, pp. 1-57.
102. Nelson, A. B.; Mac Vicar, R. W.; Archer, W.; Meiske, J. C. 1955. Effect of a high salt intake on the digestibility of ration constituents and on nitrogen, sodium, and chloride retention by steers and wethers. *Journal of Animal Science*. 14: 825-830.
103. Nottle, M. B.; Armstrong, D. T.; Setchell, B. P.; Seamark, R. F. 1985. Lupin feeding and folliculogenesis in the Merino ewe. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*. 10: 145 (Abstract).
104. \_\_\_\_\_.; Haind, 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.
105. \_\_\_\_\_.; 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.
106. NRC (National Research Council, US). 1985. *Nutrient requirement of sheep*. 6<sup>th</sup>. rev. ed. Washington, D.C., USA. National Academy Press. 112 p.
107. \_\_\_\_\_. 2001. Protein and aminoacid. In: *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7<sup>th</sup>. rev. ed. Washington, D.C., USA, National Academy Press. cap. 5, pp. 43-104.
108. \_\_\_\_\_. 2007. *Nutrient requirements of small ruminants; sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington, D.C., USA. National Academy Press. 362 p.

109. Oldham, C. M.; Lindsay, D. R. 1984. The minimum period of intake of lupin grain required by ewes to increase their ovulation rate when grazing dry summer pasture. In: Lindsay, D. R.; Pearce, D. T. eds. Reproduction in sheep. s.l., Australian Academy of Science/Australian Wool Corporation. pp. 274-276.
110. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Martin, G. B. 1990. Effects of seasonal variation of live weight on the breeding activity of Merino ewes. In: Oldham, C.M.; Martin, G.B.; Purvis, I.W. eds. Reproductive physiology of Merino sheep; concepts and consequences. Perth, University of Western Australia, School of Agriculture. pp. 41-58.
111. Osweiler, G. D.; Carson, T. L.; Buck, W. B.; Van Gelder, G. A. 1985. Water deprivation-sodium salt. In: Osweiler, G. D. ed. Clinical and diagnostic veterinary toxicology. Dubuque, IA, Kendall/Hunt. pp. 167-170.
112. Parr, R. A.; Cumming, I. A.; Clarke, I. J. 1982. Effects of maternal nutrition and plasma progesterone concentrations on survival and growth of the sheep embryo in early gestation. Journal of Agricultural Science of Cambridge. 98:39-46.
113. \_\_\_\_\_., Davis, I. F., Squires, T. J.; Miles, M. A. 1992a. 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.
114. \_\_\_\_\_. 1992b. Nutrition-progesterone interactions during early pregnancy in sheep. Reproduction, Fertility and Development. 4: 297-300.
115. Perry, T. W.; Beeson, W. M.; Mohler, M. T. 1976. Self feeding finishing beef cattle on pasture with corn and various types and levels of protein supplements. Journal of Animal Science. 42: 1397-1403.
116. Piaggio, L.; Uriarte, G. 2005. Nutrición mineral de los ovinos en pastoreo en el Uruguay. Producción Ovina. no. 17: 5-20.
117. \_\_\_\_\_.; Banchemo, G. 2013. Resultados de suplementación estratégica con bloques nutricionales entorno a la encarnada y en el pre-parto. In: Anuario de la Sociedad de Criadores de Merilín (2013, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SCM. s.p.

118. 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.
119. Radostitis, O. M.; Blood, D. C.; Gay, C. C. 1994. *Veterinary medicine*. London, UK, Baillière Tindall. 2156 p.
120. Reardon, T. F.; Lambourne, L. J. 1966. Early nutrition and life-time reproductive performance of ewes. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 6:106-108.
121. Rhind, S. M.; Mc Neilly, A. S. 1986. Follicle population, ovulation rates plasma profile of L.H., F.S.H. and prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Animal Reproduction Science*. 10: 105-115.
122. \_\_\_\_\_. 2004. Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. *Animal Reproduction Science*. 82: 169-182.
123. Rich, T. D.; Armbruster, S.; Gill, D. R. 1976. Limiting feed intake with salt. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service Science Serving Agricultura. no. 3008: s.p.
124. Riggs, J. K.; Colby, R. W.; Sells, L. V. 1953. The effects of self-feeding salt-cottonseed meal mixtures to beef cows. *Journal of Animal Science*. 12: 379-393.
125. Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Zarza, A. 2001. Tecnología para la mejora de la producción de forraje en suelos de cristalino. In: Berretta, E.; Risso, D. eds. *Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay*. Montevideo, INIA. pp. 39-67 (Boletín de Divulgación no. 76).
126. Ritar, A. J.; Adams, N. R. 1988. Increased ovulation rate, but not FSH or LH concentration in ewes supplemented with lupin grain. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*. 17: 310-313.
127. Robinson, J. J. 1990. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutrition Research Reviews*. 3: 253–276.

128. \_\_\_\_\_.; Rooke, J. A.; Mc Evoy, T. G. 2002. Nutrition for conception and pregnancy. In: Freer, M.; Dove, H. eds. Sheep nutrition. s.l., CABI. pp. 189–212.
129. Rodríguez Iglesias, R. M. 1990. Distribución diaria de celos inducidos mediante “efecto macho” en ovejas Corriedale. In: Azzarini, M.; Cardellino, R. eds. Selección de temas agropecuarios. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 7-20.
130. Rovira, P.; Velazco, J. 2012. Suplementación de bovinos en pastoreo autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. (Serie Técnica no. 199).
131. Scaramuzzi, R. J.; Downing, J. A.; Campbell, B. K.; Cognié, Y. 1988. In: Findlay, J. K. ed. Controlled breeding in sheep. Melbourne, Australia, CSIRO. s. p.
132. Schauer, C. S.; Lardy, G. P.; Slinger, W. D.; Bauer, M. L.; Sedivec, K. K. 2004. Self-limiting supplements fed to cattle grazing native mixed-grass prairie in the northern Great Plains. *Journal of Animal Science*. 82: 298-306.
133. Sewell, H. B. 1993. Salt to limit intake of protein and grain supplements. Missouri, University of Missouri-Columbia. Department of Animal Sciences. s.p.
134. Signoret, J. P.; Cognié, Y.; Martin, G. B. 1984. The effect of males on female reproductive physiology. In: Courot, M. ed. The male in farm animal reproduction. s.l., Martinus Wijnhoff. pp. 290-303.
135. Simeone, A.; Beretta, V.; Rowe, J. B.; Baldi, F. 2003. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 12: 14 (Abstract).
136. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2006. Response to weekly supplementation in winter with whole maize grain in beef calves grazing annual ryegrass pasture. In: Australian Society of Animal Production Biennial Conference (26<sup>th</sup>, Perth, Australia). Proceedings. Perth, ASAP. p. 85.
137. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva

de Carne (10°. , 2008, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, UPIC. pp. 35-37.

138. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Blasina, M.; Piñeirúa, A.; Renau, M. 2010. Winter response of weaned beef calves to self-fed supplementation on native pasture. Proceedings of Australian Society Animal Production. 28: 5 (Abstract).
139. Smith, J. F.; Jagusch, K. T.; Farquhar, P. A. 1983. The effect of the duration and timing of flushing on the ovulation rate of ewes. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 43: 13-16.
140. \_\_\_\_\_. 1984. Protein, energy and ovulation rate. In: Land, R. B.; Robinson, D.W. eds. Genetics of reproduction in sheep. London, Butterworths. pp. 349-359.
141. \_\_\_\_\_. 1985. Protein, energy and ovulation rate. In: Land, R. B.; Robinson, D. W. eds. Genetic of reproduction. s.l., New Zealand Ministry of Agriculture and Fisheries Research. pp. 349-359.
142. \_\_\_\_\_. 1988. Influence of nutrition on ovulation rate in the ewe. Australian Journal of Biological Science. 41: 27-36.
143. \_\_\_\_\_.; 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, Australia, University of Western Australia, School of Agriculture. pp. 85- 100.
144. \_\_\_\_\_. 1991. A review of recent developments on the effect of nutrition on ovulation rate (the flushing effect) with particular reference to research at Ruakura. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 51: 15-23.
145. Stewart, R.; Oldham, C. M. 1986. Feeding lupin to ewes for four days during the luteal phase can increase ovulation rate. Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 16: 367-370.
146. SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). 2005. Proyecto de Transferencia integral. Lana Noticias. no. 139: 21-23.

147. \_\_\_\_\_. 2011. Manual práctico de producción ovina. Montevideo. 269 p.
148. Teleni, E.; Rowe, J. B.; Croker, K. P.; Murray, P. J.; King, W. R. 1989. Lupins and energy-yielding nutrients in ewes II. Responses in ovulation rate in ewes to increased availability of glucose, acetate and amino acids. *Reproduction Fertility and Development*. 1: 117-125.
149. Thomas, D. L.; Thomford, P. J.; Crickman, 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.
150. Thomas, D. T.; Blache, D.; Revel, D.; Norman, H.; Vercoe, P.; Durmic, Z.; Digby, S.; Mayberry, D.; Chadwick, M.; Sillence, M.; Masters, D. 2007. The impact of high dietary salt and its implications for the management of livestock grazing saline land. In: *Agribusiness Livestock Updates (2007, Perth, Australia)*. Proceedings. Perth, Australia, The Update. s.p.
151. Thomford, P. J.; Dzuik, P. J.; Thomas, D. L.; Goodyear, J. L. 1983. Ovulation rate and level of hepatic steroid metabolizing enzymes (SME) in ewes fed supplemental corn and soybean meal (SBM) or phenobarbital prior to mating. *Journal of Animal Science*. 83: 101 (Abstract).
152. Thompson, L. H.; Smith, J. F. 1988. Effect of nutrition on the ovulatory response of Coopworth ewes to varying doses of two FSH preparations. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 48: 81-85.
153. Torrell, D. T.; Hume, I. D.; Weir, W. C. 1972. Biuret as a nitrogen supplement for flushing range ewes. *Journal of Animal Science*. 34: 479-482.
154. Toha, M.; Boling, J. A.; Bunting, L. D.; Dawson, K. A. 1987. Effect of water restriction and dietary sodium on nutrient metabolism in lambs. *Journal of Animal Science*. 64:1235-1240.
155. Turner, H. N. 1969. Genetic improvement of reproduction rate in sheep. *Animal Breeding Abstract*. 37: 545-563.

156. Underwood, E. J.; Shier, F. L. 1941. A specific breeding problem of sheep on subterranean clover pastures in Western Australia. *Journal of Agriculture (Western Australia)*. 18: 13-23.
157. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Davenport, N. 1944. The breeding season in Merino crossbreed and British breed ewes in the agricultural districts. *Studies in sheep husbandry in Western Australia. Journal of Agriculture (Western Australia)*. 11: 135-143.
158. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583-3597.
159. Vera, M. 2008. Utilización de taninos para incrementar la tasa ovulatoria en ovejas adultas en pastoreo. Tesis Técnico en Sistemas Intensivos de Producción Animal. Ismael Cortinas (Flores, Uruguay). ANEP Consejo de Educación Técnico Profesional. 38 p.
160. Villa, M.; Buratovich, O.; Ceballos, D. 2007. Uso de sal común (NaCl) como limitador del consumo de suplemento invernal en corderas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27 (1): 76-78.
161. Viñoles, C.; Forsberg, M.; Banchemo, G.; Rubianes, E. 2002. Ovarian follicular dynamics and endocrine profiles in Polwarth ewes with high and low body condition. *Animal Science*. 74: 539-545.
162. \_\_\_\_\_. 2003. Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe. Tesis Doctorado. Uppsala, Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences. 56 p.
163. \_\_\_\_\_.; Forsberg, M.; Martin, G. B.; Cajarville, C.; Repetto, J.; Meikle, A. 2005. Short-term nutritional supplementation of ewes in low body condition affects follicle development due to an increase in glucose and metabolic hormones. *Reproduction Journal*. 129: 299-308.
164. Weir, W. C.; Torel, D. T. 1953a. Salt-cottonseed meal mixture as a supplement for breeding ewes on the range. *Journal of Animal Science*. 12: 353-358.

165. \_\_\_\_\_.; Miller, R. F. Jr. 1953b. The use of salt as a regulator of protein supplement intake by breeding ewes. *Journal of Animal Science*. 12: 219-225.
166. Wilkins, J. F.; Croker, K. P. 1990. Embryonic wastage in ewes. In: Addham, C. M.; Martin, G. B.; Purvis, I. W. eds. *Reproductive physiology of Merino sheep; concepts and consequences*. s.l., University of Western Australia. School of Agriculture. pp. 169-177.
167. Young, J. M.; Hertzler, G.; Oldham, C. M. 1990. Is it profitable to increase reproductive rate? In: Oldham C. M.; Martin G. B.; Purvis I. W. eds. *Reproductive physiology of Merino sheep; concepts and consequences*. s.l., University of Western Australia. School of Agriculture. pp. 289-304.