

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**TASA OVULATORIA DE OVEJAS IDEAL, CON DIFERENTES  
TRATAMIENTOS ALIMENTICIOS PREVIO AL SERVICIO (FLUSHING  
CORTO)**

**por**

Eduardo ALVAREZ  
Juan Andrés GARCÍA PINTOS  
Federico HERRMANN

TESIS DE GRADO presentada como uno de  
los requisitos para obtener el título de Doctor  
en Ciencias Veterinarias  
Orientación Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO  
URUGUAY**

**2014**

## **PÁGINA DE APROBACIÓN**

TUTOR de Tesis de grado

Dra. Georgget Banchemo Hünzicker.

CO-TUTOR de Tesis de grado

Dr. Daniel Cavestany

TESIS DE GRADO aprobada por:

Presidente de Mesa:

\_\_\_\_\_  
Dr. Roberto Kremer

Segundo Miembro (Tutor):

\_\_\_\_\_  
Dra. Georgget Banchemo Hünzicker.

Tercer Miembro:

\_\_\_\_\_

Co-tutor Cuarto Miembro:

\_\_\_\_\_  
Dr. Daniel Cavestany

Fecha:

\_\_\_\_\_

Autor:

\_\_\_\_\_  
Eduardo Alvarez

Autor:

\_\_\_\_\_  
Juan Andrés García Pintos

Autor:

\_\_\_\_\_  
Federico Herrmann

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que hicieron que este momento se hiciera realidad, compañeros, amigos, familiares, instituciones (INIA), FDVET.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                   | Páginas |
|---------------------------------------------------|---------|
| PAGINA DE APROBACION .....                        | II      |
| AGRADECIMIENTOS .....                             | III     |
| TABLA DE FIGURAS.....                             | IV      |
| RESUMEN .....                                     | VII     |
| SUMMARY .....                                     | VII     |
| INTRODUCCION .....                                | 1       |
| REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....                       | 3       |
| Ciclo estral.....                                 | 3       |
| Regulación neuro-endocrina del ciclo estral ..... | 4       |
| Hipotálamo .....                                  | 4       |
| Hipófisis.....                                    | 4       |
| Gónadas.....                                      | 5       |
| Hormona Liberadora de Gonadotrofinas .....        | 5       |
| Hormona Folículo Estimulante .....                | 5       |
| Hormona Luteinizante .....                        | 6       |
| Estrógenos .....                                  | 6       |
| Progesterona.....                                 | 6       |
| Inhibina.....                                     | 6       |
| Relaxina .....                                    | 6       |
| Prostaglandinas .....                             | 7       |
| Prolactina .....                                  | 7       |
| Oxitocina .....                                   | 7       |
| I.G.F-1 e Insulina.....                           | 7       |
| Melatonina.....                                   | 8       |
| Feromonas .....                                   | 8       |
| DINÁMICA FOLICULAR: .....                         | 8       |
| Antecedentes nacionales: .....                    | 15      |
| Taninos condensados .....                         | 18      |
| Propiedades de los taninos.....                   | 18      |
| Efectos positivos de los taninos.....             | 19      |
| Efectos negativos de los taninos .....            | 20      |
| Fundamentos para realizar la presente tesis.....  | 20      |
| HIPÓTESIS .....                                   | 21      |
| OBJETIVOS .....                                   | 21      |
| Para el experimento 1:.....                       | 21      |
| Para el experimento 2:.....                       | 21      |
| MATERIALES Y METODOS .....                        | 22      |
| Experimento 1:.....                               | 22      |
| Experimento 2:.....                               | 23      |
| Análisis estadístico .....                        | 24      |
| RESULTADOS.....                                   | 25      |
| Experimento 1:.....                               | 25      |
| Experimento 2:.....                               | 28      |
| DISCUSIÓN .....                                   | 32      |
| CONCLUSIONES.....                                 | 36      |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                | 37      |

## TABLA DE FIGURAS Y CUADROS

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Porcentaje de señalada promedio del Uruguay tomado desde el año 1996 hasta el 2013.....                                                  | 1  |
| Cuadro 1 - Experimentos de evaluación de tasa ovulatoria y mellicera usando diferentes alimentos bajo un Flushing corto realizados en Uruguay. .... | 16 |
| Figura 2 - Respuesta en tasa ovulatoria de diferentes consumos de proteína cruda en ovejas Corriedale e Ideal en Uruguay. ....                      | 17 |
| Figura 3 - Comportamiento de los complejos taninos proteínas en el aparato digestivo.. ....                                                         | 18 |
| Figura 4 - Cronograma del experimento 1. ....                                                                                                       | 23 |
| Figura 5 - Cronograma del experimento 2. ....                                                                                                       | 24 |
| Cuadro 2 - Calidad nutricional de los suplementos, del disponible y rechazo de pasturas ofrecidas a las ovejas en experimento. ....                 | 25 |
| Cuadro 3 - Tratamientos nutricionales, aporte, consumo y rechazo de suplemento de las ovejas experimentales.....                                    | 26 |
| Figura 6 - Consumo de proteína total (ración + CN) estimada para cada tratamiento.....                                                              | 26 |
| Figura 7 - Consumo de energía metabolizable total (ración + CN) estimada para cada tratamiento. ....                                                | 27 |
| Cuadro 4 - Evolución de peso vivo (Kg) y condición corporal al inicio y culminación del experimento.....                                            | 27 |
| Figura 8 - Tasa ovulatoria de las ovejas de los diferentes tratamientos nutricionales.....                                                          | 28 |
| Cuadro 5 - Resultado de análisis de laboratorio del alimento utilizado en el experimento.....                                                       | 28 |
| Cuadro 6 - Tratamiento nutricional.....                                                                                                             | 29 |
| Figura 9 - Consumo de proteína total estimada para cada tratamiento. ....                                                                           | 29 |
| Figura 10 - Consumo diario de energía metabolizable en Mcal/oveja aportada por el suplemento y por el heno. ....                                    | 30 |
| Cuadro 7 - Evolución de peso vivo (Kg) y condición corporal al inicio y culminación del experimento. ....                                           | 30 |

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 11 - Tasa ovulatoria en ovejas suplementadas con maíz o con harina de soja.....                                                | 31 |
| Figura 12 - Comportamiento de la concentración de glucosa sanguínea en el periodo de sobrealimentación (flushing). ....               | 31 |
| Figura 13 - Comportamiento de la concentración de IGF-1 en plasma durante el experimento.....                                         | 32 |
| Figura 14 - Concentración de IGF-1 (ng/ml) en ovejas suplementada con maíz o con harina de soja con 1 o más de 2 cuerpos lúteos. .... | 32 |

## **RESUMEN**

El presente trabajo consistió en evaluar la tasa ovulatoria de ovejas de la raza Ideal adultas sometidas a distintos tratamientos alimenticios previo al servicio (flushing corto). Para esto, se realizaron dos experimentos. En el experimento 1: de un total de 128 ovejas que se encontraban pastoreando campo natural, bajo las mismas condiciones ambientales y sanitarias, se realizaron 3 tratamientos al azar: tratamiento 1 (n=49), acceso a campo natural y suplementación con bloque proteico con taninos condensados (83,1% de MS, 37,7% de PC, 2,77 Mcal EM/Kg MS y 1,2% de taninos condensados); tratamiento 2 (n=49) acceso a campo natural y suplementación con bloque proteico sin taninos condensados (84,9% de MS, 42% de PC, y 2,78 Mcal EM/Kg MS; y tratamiento 3 (n=30) solo acceso a campo natural (control). El campo natural era el mismo para los 3 tratamientos (12 kg de MS/100 kg de PV). El Día -2 tomando como referencia el Día 0 la primera ovulación inducida, se evaluó peso y condición corporal. Las ovejas fueron sincronizadas utilizando doble dosis de Prostaglandina (Pg), (Día -9 y Día -2). La suplementación duro 8 días y comenzó el Día 6. El Día 26 se realizó la medición de la tasa ovulatoria, mediante ultrasonografía transrectal. No hubo diferencia significativa en la tasa ovulatoria entre los tratamientos 1, 2 y 3. La misma fue de 1,65, 1,60 y 1,59 respectivamente. El consumo estimado de proteína cruda de las ovejas de los tratamiento 1 y 2 fue de 253 y 223 g/a/d mientras que las ovejas del tratamiento 3 fue de 144 g/a/d. En el experimento 2 se utilizaron las ovejas del tratamiento control del experimento 1. Se las sincronizó con una dosis de Pg. (Día -2), luego fueron sorteadas en dos tratamientos de acuerdo a peso vivo, condición corporal y tasa ovulatoria registrada en el experimento previo. Las ovejas del tratamiento 1 (14 ovejas) se suplementaron con maíz (87% de MS. 3,04 Mcal EM/Kg MS y 6,99% de PC); y las del tratamiento 2 (15 ovejas) se suplementaron con harina de soja (90,5% de MS. 2,94 Mcal EM/Kg MS y 39,7% de PC); durante 8 días a partir del Día 6. Las ovejas se manejaron en un sistema de confinamiento y se les ofreció fardos de Moha *ad libitum* con un 95,8% de MS; 1,23 Mcal EM/Kg MS y 3,83% de PC. Se midió condición corporal y peso el Día -5, 4 y 23, se tomaron muestras de sangre para la posterior medición del Factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1), los días -2, 4, 6 y del Día 9 al 17 y del 0 al 2; y los días 4, 6, 9 y del 12 al 17 para la medición de glucosa. El Día 23 se realizó la ecografía transrectal para la evaluación de la tasa ovulatoria. No se encontraron diferencias significativas en tasa ovulatoria entre el tratamiento 1 y 2, siendo la misma de 1,36 y de 1,79 respectivamente. Las concentraciones de IGF-1 y glucosa no fueron significativas entre ambos tratamientos. En conclusión, la respuesta a la suplementación en tasa ovulatoria se da cuando el suplemento aporta significativamente más proteína que la requerida por la oveja para mantenimiento. En el primer experimento, las ovejas que oficiaron de control pudieron levantar más proteína de la requerida lo cual seguramente tuvo un efecto positivo en la tasa ovulatoria y no diferente al de los grupos suplementados. En el segundo experimento, se logró una diferencia en el aporte proteico, lo que redundó en una tendencia a tener mayor respuesta en Tasa ovulatoria (TO) en las ovejas suplementadas con harina de soja.

## **SUMMARY**

This study analyses the ovulation rate (or) in adult Uruguayan polwarth under different feeding conditions prior to breeding (short flushing). In order to achieve this, we carried out two experiments. The first experiment included a flock of 128 sheep which were grazing on short green pastures under the same sanitary and environmental conditions. Three treatments were carried out at random; treatment 1 (n=49), with access to natural grazing and supplemented with condensed tannin protein blocks (83,1% DM, 37,7% CP 2,77 Mcal ME/Kg DM and 1,2% of condensed tannin); treatment 2 (n=49) with access to natural grazing and supplemented with protein blocks without condensed tannin (84,9% de DM, 42% de CP, y 2,78 Mcal ME/Kg DM; and treatment 3 (n=30) with access to natural grazing only (control). The natural pasture was the same for the three treatments (12 kig DM/100kg LW). On Day 2-considering as reference Day 0 for the first induced ovulation their liveweight and body condition were evaluated. Sheep were synchronized with a double dose of Prostaglandin (Pg), (Day 9 and Day 2). Supplementation lasted 8 days and started on Day 6. On Day 26 the ovulation rate was measured via transrectal ultrasound scanning. There was no significant difference in the ovulation rate between treatment 1, 2, and 3. Measurements were 1,65, 1,60, 1,59 respectively. The estimated crude protein intake of ewes in treatments 1 and 2 was of 253 and 223 g/a/d while the ewes in treatment 3 was of 144 g/d/a. In experiment 2, ewes from control group 1 were used. They were administered 1 dose of Pg on Day 2 and after this they were selected at random into two treatments according to their liveweight, body condition and ovulation rate registered in the previous experiment. 14 ewes from treatment 1 were supplemented with corn (87% of DM 3,04 Mcal, EM/Kg DM and 6,99% CP); ewes from treatment 2 (15 ewes) were supplemented with soy (90,5% of EM 2,94 Mcal/Kg DM and 39,7% de CP) during 8 days as of Day 6. The ewes were managed in a confined manner and were offered rolls of Moha *ad libitum* with a 95,8% of DM; 1,23 Mcal ME/Kg DM and 3,83% of CP during the experiment. The body condition score and weight was measured on Day 5, 4 and 23. Blood samples were taken from the jugular vein so as to measured IGF 1 on days 2, 4, 6; from Day 9 to 17; from 0 to 2; and for glucose determination. on days 4, 6, 9, and from 12 until 17. Transrectal ultrasound scanning to evaluate the ovulation rate after the flushing was carried out on day 23. We did not find significant differences in the OR between treatments 1 and 2 values were 1,36 and of 1,79 respectively. IGF1 and glucose contraction were not significant between both treatments. To conclude, the answer to supplementation regarding OR occurs when the supplement provides more protein than the required. In the first experiment control ewes incorporated more protein than the required, which had a positive effect on the OR and it was not different from the supplemented groups. The second experiment achieved a difference regarding protein supplementation showing a tendency to a higher increase in the OR in those supplemented with soy.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los factores limitantes de la cría ovina en Uruguay se ve reflejado en la baja tasa de destete en las majadas las cuales no superan el 80 % anual (Figura 1). Esto se debe entre otras cosas a fallas en la eficiencia reproductiva (número de crías que la hembra produce en un determinado tiempo). El primer problema estaría dado por la baja tasa ovulatoria de nuestras majadas la cual para nuestros principales biotipos no superan el 1,3 (Fernández Abella y col., 1994) y en segundo lugar por la alta mortalidad neonatal de corderos que se registra en nuestro país (Azzarini, 2004).



**Figura 1. Porcentaje de señalada promedio del Uruguay tomado desde el año 1996 hasta el 2013 (Salgado, 2013).**

La tasa mellicera nacional, en aquellos establecimientos que hacen ecografía, es de 11% y la tasa de preñez de 90% (Castells y Coubrough sin publicar). La tasa mellicera de algunos de los biotipos utilizados en nuestro país, resultado de la tasa ovulatoria (número de óvulos liberados en cada celo), fertilización y sobrevivencia embrionaria, es demasiado baja para sistemas que apuntan a producir carne y es limitante para sistemas laneros o mixtos debido a la baja capacidad de selección que se puede aplicar dentro de dichas majadas (Banchemo y Quintans, 2008). De acuerdo a estas limitantes, los idóneos han desarrollado/adoptado determinadas tecnologías, tratando de mejorar esta situación, para así aumentar el porcentaje de señalada del Uruguay, como por ejemplo el uso estratégico de mejoramientos forrajeros o suplementación en torno a la encarnerada (flushing) pudiendo incrementar la eficiencia reproductiva (Oficialdegui, 1992; Fernández Abella y col., 2005; Banchemo y Quintans, 2005), alimentación diferencial previo al parto y durante la lactancia (Oficialdegui, 1992), esquila preparto (Banchemo y col., 2007), esquila preparto tardía (Banchemo y col., 2009), ultrasonografía y manejo diferencial de la majada según número de fetos en gestación, manejo diferencial de la alimentación por condición corporal (Banchemo y col., 2013).

Con respecto a la tasa mellicera, esta se puede mejorar a través del camino genético, de alto impacto, donde se pueden incorporar biotipos más prolíficos o sus “genes” y el otro es el camino nutricional donde el manejo de la alimentación permite mejorar la tasa mellicera sin tener que cambiar de biotipo. Una tercera opción sería la combinación de ambos (Banchemo y Quintans, 2008).

Las principales vías genéticas se pueden resumir en:

- Mejora genética por selección dentro de una raza
- Uso de cruzamientos
- Utilización de genotipos prolíficos puros o cruza
- Introducción de genes principales “mayores” como el Booroola

El Secretariado Uruguayo de la Lana se ha basado principalmente en los dos últimos ítems para el progreso genético de sus majadas, por ejemplo, la incorporación del gen Booroola a una majada Corriedale por el SUL llamada Plantel Corriedale de Alta Fertilidad (ALFERSUL), tratándose de un gen “mayor” (Fec B), autosómico cuya presencia origina niveles de prolificidad elevados por su efecto en la tasa ovulatoria; y el cruzamiento de hembras para potenciar el vigor híbrido, dado que las características relacionadas a la reproducción como prolificidad son de baja heredabilidad por ello el progreso genético es muy lento (Azzarini, 2004).

INIA ha importado carneros, semen y embriones de razas prolíficas para aumentar la tasa de mellicera de nuestras majadas y por ende el porcentaje de destete. Los primeros cruzamientos realizados con este fin incluyeron a la Frisona Milchschaaf y fueron realizados sobre la raza Ideal durante 10 años (1998-2007). La F1 mostró un destete 32% superior a la Ideal pura bajo las mismas condiciones de manejo durante toda la vida productiva. A partir del año 2004 se introdujo al país la raza Finnish Landrace, de alta prolificidad, que junto a la Frisona Milchschaaf se están evaluando sobre Corriedale en forma pura o en cruzamientos. Resultados de 4 años (2008-2011) muestran que la cruce Frisona o Finnish sobre Corriedale desteta 60% más que el Corriedale puro y la cruce entre Frisona y Finnish desteta 85% más que el Corriedale puro (Banchemo y col., 2013).

En cuanto a la nutrición, ésta afecta la tasa ovulatoria, si previo al servicio se incrementa el peso vivo y la condición corporal de la oveja (efecto estático). El “efecto estático”, es el peso en sí en el momento de la encarnerada. La importancia ha sido demostrada poniendo la existencia de un peso crítico ya que por debajo de ese peso la oveja no se reproduce con eficiencia. Para Corriedale y Romney el peso crítico sería 42-43 kg y para el Merino 37 kg. El peso de la oveja no solo influye sobre el número de ovejas falladas sino también sobre la cantidad de ovejas gestantes de mellizos (Azzarini y Ponzoni, 1971). En un trabajo nacional realizado con ovejas Corriedale, el número de corderos nacidos aumentó 1,7% por cada kilo de peso vivo extra que tenían las ovejas al momento de la encarnerada (Ganzábal y col., 2003).

La tasa ovulatoria también puede aumentar con un cambio en el nivel nutricional (cantidad y/o calidad) previo al servicio (efecto dinámico). El “efecto dinámico” o cambio de peso en el momento de la concepción, repercute en la cantidad de ovejas que quedan preñadas con mellizos. Éstas serán mayores en las que aumentan de peso, que en las que mantienen y éstas aun

producirán más mellizos que en las que adelgazan. Por otra parte el efecto dinámico no parece modificar las ovejas que fallan. La tasa mellicera puede aumentar tanto en ovejas flacas como en ovejas de mejor condición, pero en estas últimas será mayor por el efecto de su mayor peso (Azzarini y Ponzoni, 1971). Este efecto es positivo si las ovejas alcanzan o superan el peso crítico o estático (Fernández Abella y Formoso, 2007). Un aumento por ejemplo de 4,5 Kg de peso vivo incrementa un 6% la tasa mellicera obteniendo una correlación positiva entre el peso y la tasa ovulatoria previo a la encarnerada (Azzarini, 1985). A su vez, se puede lograr incrementar la tasa ovulatoria con sólo 4 a 6 días de alimentación de alta calidad lo que se conoce como efecto inmediato de la nutrición sobre la tasa ovulatoria o Flushing corto. Para que esto suceda no se necesita cambios ni en el peso vivo ni en la condición corporal del animal para que se incremente la tasa ovulatoria (Stewart y Oldham, 1986).

Banchero y col., (2013) sostienen que por cada 50 g de proteína aportada por encima de la proteína cruda que aporta el campo natural, la tasa ovulatoria se incrementa en 0,1 unidades. Cuando la proteína del suplemento es protegida con taninos condensados exógenos, la tasa ovulatoria puede incrementar un 10% más.

Finalmente, la sanidad es un pilar muy importante ya que nuestras ovejas deben estar en su máximo performance para cumplir su función reproductora con excelencia, dado que la reproducción es una función de lujo y la misma se verá afectada en un animal enfermo o mal nutrido. Por ejemplo, la tasa ovulatoria de ovejas Corriedale se ve afectada si la carga parasitaria es superior a 900 HPG (Fernández Abella y col., 2008). En un trabajo nacional realizado con ovejas Corriedale, se compara la tasa ovulatoria entre tres tratamientos con carga parasitaria baja, media y alta siendo la tasa ovulatoria de 1,21, 1,06 y 1,00 respectivamente, la fecundidad y pérdidas embrionarias también se vieron afectadas de acuerdo a la carga parasitaria (Fernández Abella, 2006).

En esta tesis se evaluará el efecto de la nutrición focalizada sobre la tasa ovulatoria de ovejas de tipo lanero adultas.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### *Ciclo estral*

El ciclo estral en la oveja es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente en forma estacional, de día corto (verano-otoño), por ello decimos que la oveja es poliéstrica estacional.

La duración del ciclo es de 17 días, teniendo un rango que oscila entre 16 y 19 días (Rubianes y col., 1995; Forcada, 1996; Abecia y Forcada, 2010).

El factor más importante que regula el ciclo estral es la variación estacional de la longitud del día, que a su vez puede ser manipulado por otros factores como la nutrición, aspectos sociales y condiciones de explotación (Forcada, 1996).

El ciclo se puede dividir principalmente en dos fases: la fase luteal, con predominio de progesterona, que comienza el día 2-3 del ciclo, siendo el día 0 el coincidente con el celo, y se extiende alrededor del día 15; y la fase folicular, que va desde la regresión del cuerpo lúteo a la ovulación, siendo relativamente corta, de aproximadamente 3 días en la oveja (Hafez y Hafez, 2002) de predominio estrogénica, que comprende los días 13 al 2, desde la luteólisis hasta la ovulación (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld, 2002).

A su vez estas fases pueden subdividirse en proestro (desde la luteólisis hasta el inicio del celo), estro (periodo en el cual la hembra es receptiva al macho), metaestro (desde el final del celo hasta la formación del cuerpo lúteo), y diestro (presencia del cuerpo lúteo activo) (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld 2002).

Durante el ciclo estral se producen diferentes cambios en el aparato reproductor de la hembra, el endometrio pasa de ser un epitelio fino en el proestro a una mucosa festoneada en el metaestro, los cuernos uterinos se vuelven hipertrofiados al igual que el oviducto y aumentan sus secreciones en el estro, el cérvix sufre cambios y aumenta la producción de mucus, el mucus vaginal en el proestro es claro y escaso, en el estro pasa a ser más abundante y nuboso, en el metaestro es más cremoso, mientras que en el diestro es caseoso (Fernández Abella, 1993).

#### *Regulación neuro-endocrina del ciclo estral*

El ciclo estral es regulado por mecanismos neuroendócrinos y endócrinos, es decir, por hormonas hipotalámicas, gonadotropinas y esteroides secretados por los ovarios, lo que se denomina eje hipotálamo-hipofisario-gonadal (Hafez y Hafez, 2002).

#### Hipotálamo

El hipotálamo es el órgano central del sistema neuroendócrino, recibe información de todos los órganos de los sentidos, por lo tanto conoce lo que está ocurriendo dentro y fuera del organismo y está conformado por aglomeraciones de núcleos de neuronas especializadas. En él se produce la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la cual proporciona un enlace humoral entre el sistema neural y endócrino. En respuesta a las señales neurales se liberan pulsos de (GnRH) hacia el sistema portal hipofisario, para la liberación de la Hormona Luteinizante (LH) y la Hormona Folículo Estimulante (FSH) de la hipófisis anterior o adenohipófisis (Hafez y Hafez, 2002; Zarco, 2012).

#### Hipófisis

La hipófisis es la principal glándula endócrina de los organismos. Tiene dos grandes regiones: el lóbulo anterior (adenohipófisis) y el posterior (neurohipófisis).

En la adenohipófisis se produce la síntesis y secreción de las gonadotropinas la FSH, LH y la prolactina.

En la neurohipófisis se almacenan y liberan otras hormonas como por ejemplo la oxitocina; producida por neuronas cuyo cuerpo se localiza en el hipotálamo (Ungerfeld, 2002).

## Gónadas

Las gónadas tanto masculinas como femeninas cumplen una doble función, por un lado la producción de células germinales (gametogénesis) y por el otro la secreción de hormonas gonadales.

Las células de la teca interna del folículo de Graaf secretan estrógenos, pero luego de la ovulación dichas células junto a las células de la granulosa, son reemplazadas por el cuerpo lúteo que secreta progesterona (Hafez y Hafez, 2002).

## Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Esta hormona es secretada por las células neurales del hipotálamo, su liberación pulsátil, determina los acontecimientos del ciclo estral en la etapa reproductiva del animal (Forcada, 1996), desempeña un papel clave en el desarrollo y mantenimiento de la reproducción, la función más importante es el control de la secreción de LH y FSH hipofisarias (Hafez y Hafez, 2002; Somoza, 2002).

## Hormona Folículo Estimulante

La hormona folículo estimulante es secretada por la adenohipófisis (Rubianes y Col., 1995), en forma de picos y regula el crecimiento folicular, hay dos picos principales durante el ciclo estral, uno que coincide con el pico preovulatorio de LH y el segundo se encuentra muy próximo a la ovulación, después de 24-30 horas del primer pico (Fernández Abella, 1993).

Se ha concluido que los niveles de FSH en el proestro están relacionados con la tasa ovulatoria y que los niveles en el segundo pico repercuten en la tasa ovulatoria de los próximos ciclos estrales (Forcada, 1996).

Dependiendo del tamaño folicular es la respuesta que va a tener ese folículo a la secreción de FSH (mayor a 2 mm mayor sensibilidad) (Fernández Abella, 1993), reguladas por señales de feedback por el folículo mayor el cual secreta inhibina y estradiol (Rubianes y col., 1995).

## Hormona Luteinizante

Esta hormona es secretada en pulsos, en la etapa preovulatoria los pulsos aumentan su frecuencia y disminuyen su amplitud, mientras que en presencia de cuerpo lúteo la frecuencia es baja y la amplitud es mayor.

Cada vez que hay un pulso de LH en respuesta es secretado un pulso de estradiol, siendo este, el responsable del feedback positivo en la secreción de LH (Fernández Abella, 1993) y es el factor luteotrófico más importante (Ungerfeld, 2002).

## Estrógenos

El principal estrógeno en la oveja es el 17-beta estradiol, sus funciones principales son inducir el celo, determinar el pico preovulatorio de LH y regular el comportamiento sexual (Fernández Abella, 1993).

## Progesterona

Esta hormona llega a su máxima concentración luego de una ovulación (7 a 8 días después), siendo la principal fuente de secreción el cuerpo lúteo, se mantiene hasta el día 12 del ciclo estral y luego declina rápidamente alrededor del día 14-15 en caso de no haberse producido una gestación (Fernández Abella, 1993).

Si ocurriera una gestación los niveles de dicha hormona se mantendrán altos todo el periodo gestacional y la misma es secretada en primera instancia por el cuerpo lúteo y luego por la placenta suprimiendo estrógeno y ovulación (Hafez y Hafez, 2002).

Antes de la ovulación, la progesterona es secretada por las células de la teca y granulosa en bajas cantidades, luego de la ovulación por el cuerpo lúteo, a mayor tasa ovulatoria mayores niveles plasmáticos de progesterona, dependiendo también del tamaño de cuerpo lúteo (Fernández Abella, 1993).

## Inhibina

Esta hormona es sintetizada por las células de la granulosa, y su función principal es la inhibición de la secreción de FSH (Fernández Abella, 1993) a tal nivel que permite la ovulación adecuada en cada especie (Hafez y Hafez, 2002).

## Relaxina

Es una hormona proteica, polipeptídica con una estructura similar a la insulina secretada por el cuerpo lúteo y la placenta, juega un rol importante en las fases del parto (Fernández Abella, 1993; Hafez y Hafez, 2002).

## Prostaglandinas

La hormona prostaglandina está compuesta de lípidos no saturados, que pueden actuar tanto a nivel local (en el tejido donde se sintetiza) o bien viajar vía sanguínea y cumplir su función en un tejido blanco a distancia de donde fue sintetizada.

Se conocen más de 20 tipos de prostaglandinas teniendo múltiples funciones como intervenir en el aparato urinario, respiratorio, reproductivo, vasodilatación, coagulación, presión sanguínea y secreción gástrica.

Las más importantes desde el punto de vista reproductivo son la prostaglandina F2 alfa (PGF2alfa) y la prostaglandina E2 y su acción está relacionada a la inducción al parto, ovulación, lisis del cuerpo lúteo y transporte de gametos (Fernández Abella, 1993).

## Prolactina

Esta hormona está asociada a los estrógenos, es una hormona luteotrófica mantiene el cuerpo lúteo y favorece el desarrollo folicular, estimula la síntesis de colesterol que a través de la LH se transforma en progesterona (Fernández Abella, 1993), también inicia y mantiene la lactancia (Hafez y Hafez, 2002).

## Oxitocina

Se produce tanto en el ovario (por el cuerpo amarillo), como en el hipotálamo, tiene funciones muy importante en los procesos reproductivos, estimula las contracciones uterinas que facilitan el transporte del espermatozoide al oviducto al igual que la expulsión del feto en el momento del parto, también contrae las células mioepiteliales de la glándula mamaria contribuyendo con la eyeción láctea mediante estímulos generados por el cordero al mamar.

La oxitocina liberada por el ovario, actúa a nivel del endometrio liberando PGF2 alfa generando la regresión del cuerpo amarillo (Hafez y Hafez, 2002).

## I.G.F-1 e Insulina

La Hormona de crecimiento (G.H.) participa en la selección de los folículos, incrementando la insulina que determina una mayor producción de I.G.F-1 por las células de la granulosa y aumentando la sensibilidad de dichas células a la FSH (Fernández Abella, 1993), el incremento de este factor produce un mayor reclutamiento folicular y por lo tanto una mayor tasa ovulatoria (Fernández Abella y col., 2007), bajo buena nutrición los folículos antrales más pequeños son estimulados por una interacción a nivel del ovario entre las gonadotrofinas y las IGFs, sus proteínas de unión o la insulina, esto aumenta la cantidad de folículos que sobreviven a la atresia y llegan a desarrollarse en preovulatorios, también la IGF1 puede estimular la secreción de GnRH y la secreción de gonadotrofinas (Martin y Banchemo, 1999).

## Melatonina

Esta hormona es sintetizada por la glándula pineal y su secreción se eleva durante la oscuridad, siendo tal vez una de las responsables en la inducción de los ciclos ováricos en la oveja (Hafez y Hafez, 2002).

## Feromonas

Son sustancias químicas liberadas al exterior y específicas de cada especie, en los ovinos se acumula en la lana, con la suarda y la orina, su secreción está relacionada a los estrógenos y andrógenos (Fernández Abella, 1993).

### *DINÁMICA FOLICULAR:*

La dinámica folicular es un proceso continuo que se basa en el crecimiento y regresión de folículos antrales, obteniendo el folículo preovulatorio (Rubianes y col., 1995), que determina la ovulación o la ausencia de la misma, está estrechamente vinculada a factores genéticos y no genéticos, la actividad del propio ovario relacionada con el medio y determinan la tasa ovulatoria (ovocito ovulado por oveja) (Fernández Abella, 1993).

El reclutamiento es el proceso en el cual los folículos maduran, la selección es donde ocurre el desarrollo de uno de ellos, evitando su atresia, convirtiéndose en un folículo potencialmente ovulable y la dominancia es cuando ese folículo seleccionado provoca la inhibición de los demás folículos subordinados (Rubianes y col., 1995).

## Ondas foliculares

El desarrollo folicular en la oveja se produce en ondas, con un rango de 2 a 5 ondas foliculares en cada ciclo interovulatorio, presentando un patrón predominante de 3 ondas que emergen alrededor de los días 0, 6 y 11 del ciclo estral ovino (Ungerfeld, 2002).

El número de ondas en gran parte depende de los niveles de progesterona de cada oveja ya que modulan el crecimiento folicular, altos niveles de progesterona tienen un efecto supresivo sobre el crecimiento del folículo más grande, estimulando el recambio folicular, por lo tanto genera un mayor número de ondas por ciclo (Viñoles, 2011).

Podemos dividir el crecimiento folicular en dos partes, la primera abarca el período de folículo primordial hasta alcanzar el preantro, mientras que la segunda va desde el antro hasta la ovulación (Fernández Abella, 1993).

Crecimiento folicular inicial: las corderas nacen con un promedio de 100000 folículos primarios por ovario, en la oveja adulta cada ovario presenta entre 12000 y 85000 folículos primarios y unos 100 a 400 en crecimiento (Fernández Abella, 1993; Rubianes y col., 1995; Ungerfeld, 2002), los mecanismos que

regulan este crecimiento son propios del ovario y aún no se conocen, aunque es importante la prolactina para el inicio del crecimiento folicular inicial (Fernández Abella, 1993).

La cantidad de folículos que comienzan a crecer con el paso del tiempo cada vez es menor, disminuyendo según las reservas ováricas, aunque también dependen de la alimentación, estación del año y factores hormonales (Fernández Abella, 1987; Fernández Abella, 1993).

Crecimiento folicular terminal: se pueden destacar dos etapas el reclutamiento y la selección.

El reclutamiento comienza aproximadamente 72 hs antes de la ovulación y coincide con la luteólisis, pero se puede extender hasta la fase folicular (Fernández Abella, 1987; Fernández Abella, 1993), el folículo para transformarse en preovulatorio debe superar los 2 mm al comenzar la luteólisis, por lo tanto todos los folículos sanos que superen los 2 mm serán reclutados y una vez que ha ocurrido la selección se bloquea el reclutamiento (Hafez y Hafez, 2002).

Las hormonas que interactúan son las gonadotrofinas, luego de la regresión del cuerpo lúteo la LH es la encargada del reclutamiento de los posibles folículos ovulables y para que los folículos sean sensibles a los estímulos de esta hormona la FSH aumenta los receptores en la granulosa (Fernández Abella, 1987; Fernández Abella, 1993).

La selección se caracteriza por ser la etapa final del crecimiento folicular obteniendo folículos dominantes y la atresia del resto, el número de folículos dominantes es dependiente de la raza (Fernández Abella, 1993).

La atresia pasa por un suceso de eventos que terminan con la regresión total del folículo y se puede deber a una degeneración del ovocito, hipertrofia de la teca o lisis de las células de la granulosa (Fernández Abella, 1993).

La cantidad de estrógeno producido por cada folículo determina cual será el dominante, al igual que el tamaño del mismo, que determina cuánta LH se va a fijar en él, y a una proteína intraovárica que suprime la respuesta folicular a las gonadotrofinas, la hormona FSH también juega un rol importante, incrementa los estrógenos favoreciendo la determinación de folículos dominantes (Fernández Abella, 1993).

La maduración del ovocito se produce conjuntamente con el desarrollo folicular una vez que el folículo escapa de la reserva del ovario, antes de la ovulación ocurren un suceso de cambios importantes como la maduración citoplasmática y nuclear del mismo, luego de estos cambios se produce el adelgazamiento y ruptura de la pared del folículo, terminando con la ovulación propiamente dicha (Fernández Abella, 1993), el número de folículos posibles de ovular se determina tres días antes del comienzo del celo (Fernández Abella, 1987).

### *Regulación hormonal de la dinámica folicular*

Uno de los factores que regula la dinámica folicular es el fotoperíodo, dado por unos fotorreceptores ubicados en la retina, los cuales reciben la información lumínica y la transmiten al núcleo supraquiasmático vía nerviosa, pasando por el ganglio cervical hasta llegar a la glándula pineal. La epíffisis capta la señal, y la transforma en un mensaje hormonal repercutiendo en la secreción de melatonina (Fernández Abella, 1993; Forcada, 1996; Forsberg, 2002).

En un fotoperíodo favorable (disminuyendo las horas diarias de luz), encontramos un incremento de la melatonina generando pulsos de GnRH y disminuyendo la sensibilidad negativa al estradiol (Fernández Abella, 1993).

Mientras que genotipos originarios de la latitud del Ecuador no manifiestan estacionalidad reproductiva, pudiendo presentar una disminución en la sensibilidad al fotoperíodo (Forcada, 1996).

### *Tasa ovulatoria*

La tasa ovulatoria representa el número de óvulos liberados en la ovulación. Cada óvulo liberado procede de un folículo que dará lugar a la formación de un cuerpo lúteo, por lo tanto para determinar la tasa ovulatoria, se cuenta el número de cuerpos lúteos mediante ultrasonografía o laparoscopia (Abecia y Forcada, 2010) y se divide sobre el número de ovejas con cuerpo lúteo.

En general la tasa ovulatoria de los ovinos varía entre 1 y 2 dependiendo de la raza o biotipo (Fernández Abella, 1993). Por ejemplo la tasa ovulatoria para el Merino se estima en 1,2 y para la Finnish Landrace en 3 (Hafez y Hafez, 2002).

La mayoría de los ovinos del Uruguay son de doble propósito y tienen una baja tasa ovulatoria. Dos de cada diez ovejas tienen el potencial de gestar mellizos.

### *Mecanismos para incrementar la tasa ovulatoria*

La proteína y energía del alimento pueden actuar en la tasa ovulatoria independientemente uno del otro, sin embargo el nivel de uno de estos componentes puede influir en el otro, por lo tanto para causar un mayor efecto podría necesitarse un aumento en ambos. Los mecanismos por el cual estos componentes incrementan la tasa ovulatoria no están claramente dilucidados y frente a ello hay muchas hipótesis. Por ejemplo se cree que la energía provoca un mayor metabolismo hepático de los esteroides, disminuyendo el feedback negativo que estos causan sobre el eje hipotálamo-hipofisario, lo que causaría una mayor producción de gonadotrofinas. También dietas altas en energía aumentan la glucosa e insulina y permiten un ahorro de la proteína como precursor de la energía, habiendo una mayor disponibilidad de nitrógeno para la síntesis de enzimas microsomales hepáticas. A su vez, pueden causar una acción directa de la insulina en el hipotálamo, estimulando la secreción de

GnRH y por ende la de FSH y LH, responsables del incremento en la tasa ovulatoria. Por otro lado la acción de dietas proteicas ha sido más difícil de determinar. Se ha demostrado que la tasa ovulatoria aumenta con dietas con alto contenido de energía y proteína, a un mismo nivel de energía existe un aumento lineal en la tasa ovulatoria a medida que la proteína aumenta (Smith y Stewart, 1990)

Estudios nacionales parecen explicar que el aumento en la tasa ovulatoria también estaría dado por ese aporte de proteína que sobrepasa la degradación ruminal, por lo tanto aumenta la absorción intestinal de aminoácidos esenciales (valina, leucina e isoleucina; serían los más relacionados con el incremento de la tasa ovulatoria). Esto se da especialmente si la dieta contiene taninos condensados como los *Lotus spp.* que evitan la degradación ruminal de la proteína (Fernández Abella y col., 2005). Cuando se realiza un flushing focalizado (4 días de suplementación) se pueden obtener muy buenos resultados con respecto al incremento de la tasa ovulatoria. En un ensayo nacional realizado por Banchemo y col., (2011) se puede observar que un flushing focalizado en ovejas Ideal utilizando harina de soja suministrado entre el día -8 y -4 del ciclo estral (El día 0 fue considerado como el día de la ovulación), incrementa la tasa ovulatoria (15%) si se compara con ovejas que se encuentran pastoreando solo en un campo natural. Si a esa suplementación focalizada se le agrega un 1,5% de taninos condensados, obtendríamos un incremento de 10% extras en la tasa ovulatoria Esto se debe a que los taninos protegen a la proteína de la degradación ruminal, pudiendo si ser absorbida a nivel intestinal. El porcentaje de taninos no debe de exceder el 1,5% de la dieta total a suministrarse ya que por encima de estos valores, éstos, limitan el consumo del alimento (Banchemo y col., 2011). También se han descrito incrementos en tasa ovulatoria de 20 a 35 puntos porcentuales en ovejas con acceso a Lotus Maku por un período corto de tiempo (12 a 17 días), previo al servicio frente a ovejas que pastorean campo natural (Banchemo y col., 2009). Un trabajo nacional realizado en el INIA desde el 2001, demuestra que ovejas Corriedale con acceso a pasturas de Lotus Maku, por periodos cortos de 10 a 12 días, presentan una tasa ovulatoria de 1,32 frente a 1,16 para las que estaban a campo natural ( $P < 0,05$ ) (Banchemo y col., 2005)

La respuesta a un flushing, depende del genotipo utilizado siendo mayor en razas menos prolíficas, también se obtiene una mayor respuesta en ovinos con un peso intermedio para una misma raza (Forcada, 1996).

Normalmente ovejas con condición corporal entre 3,0 y 3,5, tienen buenos reclutamientos foliculares, por lo que un flushing tendría una respuesta reducida en la tasa ovulatoria (0 a 8%), mientras que si se encuentran en una condición corporal de 2,5-2,75, la respuesta al flushing será mayor (15 a 20%) (Fernández Abella y Formoso, 2007). En un estudio realizado con ovejas Merino en Australia deja en evidencia que ovejas en buena condición corporal (CC) suplementadas 8 días con grano de lupino tienen una mayor tasa ovulatoria, 55% más alta que las ovejas flacas suplementadas con lupino. También se encontraron mayores niveles sanguíneos de insulina, leptina e I.G.F-1 para las ovejas gordas, y se mantuvieron durante toda la suplementación elevados, en el tratamiento de ovejas flacas los niveles hormonales fueron menores y decreciendo a medida que se desarrolló la

suplementación. Las ovejas gordas desarrollaron más ondas foliculares, dado por los mayores niveles de FSH y de hormonas metabólicas, promovido por el suplemento que estimula el aumento de la tasa ovulatoria (Viñoles y col., 2007).

Ensayos como los de Smith (1982) consultado por Fernández Abella, (1993) demuestran que modificando positivamente el peso pre servicio y durante el servicio aumentan la tasa ovulatoria entre un 18 y 42 % respectivamente, por lo tanto dependiendo de los cambios en el peso vivo de la oveja en el flushing pueden obtener aumentos en la tasa ovulatoria, mientras que otros autores sostienen que se puede incrementar la tasa ovulatoria sin tener que aumentar el peso vivo (Knight, 1975; Gherardi y Lindsay, 1982; Oldhan y Lindsay 1984, consultado por Fernández Abella, 1993). Por lo tanto podemos obtener un incremento en la tasa ovulatoria mediante cambios alimenticios cortos (4 a 6 días) sin repercutir en la condición corporal (Fernández Abella, 1993). Este flushing corto focalizado está más indicado en ovejas sincronizadas, como de plantel, siendo importante el mantenimiento por 4 o 5 días pos encarnada con la misma alimentación que se realizó en el flushing para aumentar la fecundidad (Fernández Abella y Forcada, 2007).

Ensayos con suplementación proteica (Lupino), aumentaron los niveles de FSH y la tasa ovulatoria, asociado a que hay una estrecha relación entre el estado corporal de los animales, la tasa ovulatoria y los niveles de FSH (Fernández Abella, 1987).

Entre los días 7 y 13 del ciclo estral ovino es cuando más influye la alimentación en la tasa ovulatoria, (Fernández Abella, 1993). Un elevado nivel nutricional 2 semanas antes del apareamiento aumenta la producción de corderos en un 20%, mientras que ovejas sobrealimentadas durante 3 a 5 semanas aumentan la tasa de partos múltiples en un 40% o más en comparación con el 4 a 6 % de las ovejas control que no fueron sobrealimentadas (Roberts, 1979). Esto indicaría que con mayores niveles de alimentación, mayor estimulación hipotalámica e incremento de liberación de gonadotrofinas lo que producirá un aumento de la actividad ovárica y ovulaciones múltiples (Roberts, 1979).

En el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se estima que la alimentación pre ovulatoria de la oveja aumenta entre 18 y 25 puntos porcentuales el número de corderos. Se puede empezar con 100 g de grano por día y por hembra e ir incrementando hasta llegar a los 300 g en la primera semana, manteniéndola por 17 días antes de poner los carneros en la majada. También se pueden lograr buenos resultados realizando un flushing con buenas pasturas como Alfalfa (*Medicago sativa*), Lotus (*Lotus corniculatus*) o Tréboles (*Trifolium spp.*), siendo contra indicada la alimentación con Trébol rojo (*Trifolium pratense*) por el efecto estrogénico que posee, pudiendo disminuir el porcentaje de parición (Simmons y Ekarius, 2011).

Los aportes de proteína en la alimentación pre servicio por encima de los 125 g de proteína digestible por día incrementan la tasa ovulatoria (Banchemo y col., 2003), exceptuando que los niveles de energía sean bajos. También es de

interés el tipo de proteína utilizada en la dieta ya que un experimento demuestra que proteínas formadas con muchos aminoácidos y sus radicales ramificados (valina, leucina, isoleucina), juegan un rol importante en los mecanismos de control de la tasa ovulatoria (Downing y col., 1990; Waghorn y col., 1990; Waghorn y Smith, 1990 consultado por Fernández Abella, 1993). Datos obtenidos por Banchemo y Quintans, (2005) hablan que es necesario el consumo de 100-110 g de proteína cruda por encima de lo que aporta el campo natural en el período de suplementación pre servicio. Esto se puede lograr con el pastoreo de Lotus Maku (*Lotus uliginosus*; especie que se ha adaptado muy bien al clima y suelo uruguayo) por un periodo que puede ir de 10 a 16 días, obteniendo muy buenos resultados en el incremento de la tasa ovulatoria para las razas Corriedale, Ideal, Ideal x Frisona Milchschaaf; o bien suplementando con altos niveles de proteína, administrados en forma de bloque, peleteado o ración molida. Esta suplementación se puede realizar en periodos cortos (10-11 días) con expeller de girasol de 3,5 a 4 Kg por animal. Con esta estrategia las ovejas no necesitan ser alimentadas por mucho tiempo para obtener un incremento en la tasa ovulatoria y por ende aumentar la tasa de mellizos; como es el caso de la práctica australiana, de alimentar ovejas por periodos relativamente cortos con grano de lupino, teniendo un alto nivel de proteína y energía.

Las mejores respuestas a la suplementación se obtienen cuando los niveles de proteína aportados por la misma son mayores que los que el animal está consumiendo para el mantenimiento de su condición corporal, también es importante que la oveja esté en un balance energético positivo y que la energía de la dieta ofrecida no sea la limitante (Banchemo y col., 2009).

Factores ambientales como la alimentación ya nombrados anteriormente juegan un papel preponderante en la tasa ovulatoria teniendo en cuenta los niveles proteicos y energéticos de la dieta, favoreciendo la selección folicular y disminuyendo la atresia, la estación del año también es muy importante ya que sabemos que las ovejas son poliéstricas estacionales de día corto (Fernández Abella, 1993; Ungerfeld 2002). En el verano y al principio del otoño se deben administrar alimentos ricos en energía, porque hay una baja eficiencia en los folículos reclutados, mientras que a partir de abril-mayo conviene administrar alimentos ricos en proteína, dado que el reclutamiento folicular comienza a disminuir (Fernández Abella y Formoso, 2007), se cree que la mayoría de los ovinos comienzan su actividad cíclica en el verano y la tasa ovulatoria llega a su máximo en el otoño, declinando luego hasta entrar en anestro (Azzarini, 1985).

El flushing es una herramienta de manejo, que depende de cada situación por lo tanto se deben tomar decisiones específicas de acuerdo al lugar donde se va a aplicar, la categoría, condición corporal en que se encuentren, momento del año, tipo de alimentación a emplear, por lo tanto se recomienda el asesoramiento de un técnico para su implementación y así potenciar la eficiencia reproductiva de nuestras majadas (Fernández Abella y Formoso, 2007).

Otros factores a tener en cuenta son los internos o propios del animal como el temperamento individual que también determina la tasa ovulatoria. En un experimento realizado en Australia se compara la tasa ovulatoria de ovejas Merino con un temperamento calmo versus ovejas Merino con un temperamento nervioso no registrándose diferencias significativas en lo que respecta a ciclicidad y preñez entre ambos grupos, pero si lo hubo para la tasa ovulatoria (Van Lier y col., 2007).

La edad es otro factor interno. Animales de boca llena tiene una mayor tasa de crecimiento folicular, existiendo una mayor sensibilidad al feedback negativo de la inhibina (Fernández Abella, 1993), alcanzando un máximo entre los 3 a 6 años, luego declina gradualmente (Hafez y Hafez, 2002).

Otros factores son el peso y la condición corporal. Está demostrado que si aumenta el peso y/o la CC, aumenta la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 1993). El momento dentro de la estación de cría es otro factor que influye en la TO. Se cree que la tasa ovulatoria es más alta al principio de la temporada reproductiva (Hafez y Hafez, 2002).

El genotipo también es muy importante para aumentar la tasa ovulatoria. Se ha constatado que la raza Merino Dohne y sus cruzas tienen una mayor tasa ovulatoria comparada con las razas Ideal y Merino Australiano y Corriedale (Menchaca y col., 2005). Por otro lado, utilizando biotipos prolíficos (puros o sus cruzas), podemos incrementar la tasa ovulatoria; bajo las mismas condiciones de alimentación. Las ovejas F1 entre el Ideal y Frisona Milchschaft, tuvieron un incremento entre 25 y 35 puntos porcentuales en lo que respecta a la tasa mellicera. Si a esas ovejas F1 se le realiza un Flushing corto previo a la encarnadura muestran tasas melliceras del orden de los 80 a 85%, mientras que las ovejas Ideal sólo llegan al 60% (Banchemo y col., 2006). A partir del año 2004 se han introducido al país razas prolíficas como por ejemplo la Finnish Landrace que junto con la Frisona Milchschaft se están evaluando con la Corriedale en forma pura o cruzamientos, resultados de cruzamientos entre Frisona o Finnish con Corriedale, destetan 60% más que Corriedale puro, mientras que la cruce entre Frisona y Finnish desteta 85% más que la Corriedale puro (Banchemo y col., 2013).

La introducción de machos enteros, ovejas o capones androgenizadas, o machos vasectomizados en ovejas con anestro superficial inducen la ovulación pudiendo incrementar la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 1993). Si esta introducción de machos es masiva (6 % o mayor) al inicio del otoño hay una mejor respuesta al incremento de la tasa ovulatoria, por lo tanto el efecto macho aumenta la tasa ovulatoria, sincroniza celos e induce la ovulación (Fernández Abella y Formoso, 2007).

Otra forma de incrementar la tasa ovulatoria es mediante la aplicación de hormonas exógenas como PMSG y FSH que incrementan el reclutamiento folicular y disminuyen la atresia (Bonino y col., 1989; Fernández Abella, 1993).

La tasa ovulatoria puede estar afectada por muchas razones, entre ellas, factores climáticos por ejemplo la pluviosidad (fuertes precipitaciones pueden llegar a bloquear el celo y disminuir la tasa ovulatoria), la sanidad también la puede afectar indirectamente ya que por ejemplo grandes parasitaciones en los animales pueden llegar a causar pérdidas de peso (Fernández Abella, 1993). Los parásitos gastrointestinales especialmente el *Haemonchus* puede reducir

entre un 15 y 20% la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 2007), trabajos nacionales indican que cuando la carga parasitaria se incrementa de 600 HPG a más de 2000 HPG puede ocurrir una drástica disminución en la tasa ovulatoria y un incremento en las pérdidas embrionarias que puede llegar hasta 3,6 veces más que lo esperado (Banchemo y col., 2013). El Footrot o Pietín también puede disminuir la tasa ovulatoria y la manifestación de celo ya que causa una disminución en la condición corporal por pérdidas de peso (Fernández Abella, 2007).

Una inadecuada nutrición en etapas de gestación y lactación puede causar en una futura temporada reproductiva problemas en la tasa ovulatoria (Fernández Abella, 1993), la calidad y composición de la pastura, como así también la disponibilidad forrajera y dotación alteran la tasa ovulatoria, fertilidad, fecundidad e implantación embrionaria (Fernández Abella y Formoso, 2007).

#### Antecedentes nacionales:

Dentro de los antecedentes nacionales, existe mucha información en tasa mellicera y ovulatoria en respuesta a utilización de pasturas (campo natural, *Lotus uliginosus* cv Maku, *Lotus corniculatus*) y a la utilización de suplementos energéticos y proteicos (Banchemo y col., 2006). La tasa ovulatoria de ovejas manejadas a 12% de nivel de oferta de forraje varía entre 1,15 y 1,21 mientras que la tasa mellicera varía entre 11 y 13% para ovejas Corriedale (Cuadro 1, Ref 1, 2). Cuando se suplementa el campo natural con alimentos energéticos, la tasa mellicera no aumenta (1,20 vs 1,22). Tampoco aumenta la tasa ovulatoria con suplementación de maíz si la base forraje es un cultivo mejorado como el Lotus Maku (1,32 vs 1,37 sin suplementar y suplementado respectivamente) o incluso disminuye (1,44 vs 1,27 sin suplementar y suplementado respectivamente). Sin embargo, la mayoría de los suplementos proteicos puros o proteicos-energéticos aumentan significativamente la tasa mellicera (Cuadro 1, Ref 1, 2). Este aumento puede ir desde 10 a 31% (Cuadro 1, Ref 1)

La tasa ovulatoria de ovejas manejadas en pasturas mejoradas fue en promedio 10-25% superior cuando usamos Lotus Maku y la tasa mellicera fue entre 50 y 90% superior cuando se utilizó para Lotus Corniculatus con respecto a ovejas sólo alimentadas con campo natural. Cuando a esta base forrajera se le agrega energía no se consigue incrementos en la TO (Cuadro 1, Ref 1, 2, 4). Basado en todas las observaciones/estudios previos, los mejores resultados se obtienen cuando se utilizan leguminosas como Lotus o alimento como la harina de soja. Estos alimentos tienen en común que son ricos en proteína de by pass. Este fue el fundamento para estudiar el efecto de la protección de la proteína de degradación ruminal con taninos condensados sobre la tasa ovulatoria. En un único trabajo (Banchemo y col., 2012), los resultados muestran un incremento importante en TO cuando la proteína es protegida con taninos. Aún comiendo la misma cantidad de proteína, aquellos animales que la consumen protegida tienen una TO 12% superior a los que no la protegen (Figura 2).

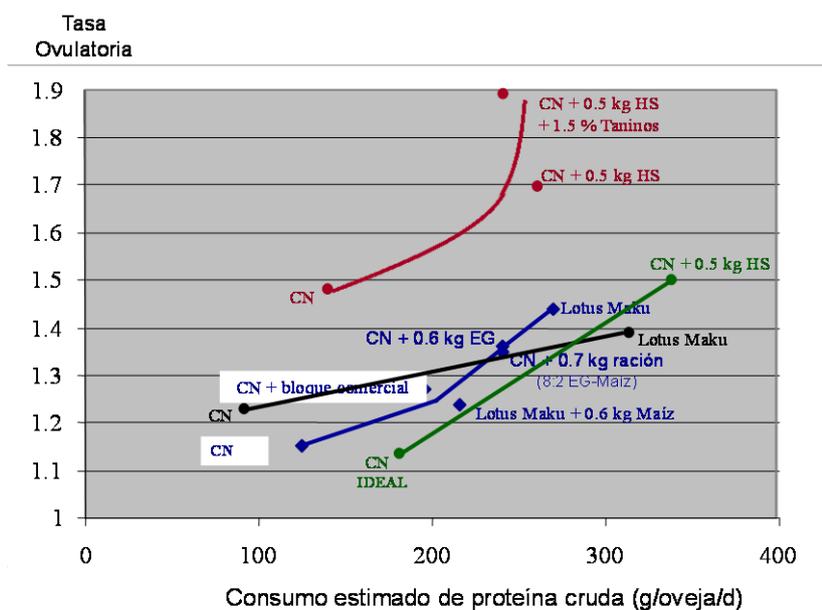
La genética nos permite llegar a los mismos resultados que la nutrición focalizada en tasa ovulatoria a través de un cruzamiento directo con una raza no prolífica con una prolífica. Por ejemplo, en el experimento de Banchemo y col., (2005) se logran la misma tasa ovulatoria en ovejas cruza Frisona Milchschaaf x Ideal sin flushing que realizando un flushing corto de ovejas Ideal con *Lotus corniculatus* cv Draco. Los mismos resultados fueron obtenidos por Fernández Abella y col., (2007) utilizando ovejas Corriedale a las cuales se les aplica un flushing corto y ovejas portadoras del gen Booroola conocidas como ALFERSUL sin flushing.

**Cuadro 1. Experimentos de evaluación de tasa ovulatoria y mellicera usando diferentes alimentos bajo un Flushing corto realizados en Uruguay**

| Tratamiento                   | TO     | PC consumida(g) | TM (%) | Raza | Referencias |
|-------------------------------|--------|-----------------|--------|------|-------------|
| CN (PC: 5.5%)                 | 1,15a  | 135             | 13,5   | C    | 1           |
| CN+Exp girasol(600g/día)      | 1,36bc | 240             |        | C    | 1           |
| CN+Exp girasol+maíz(700g/día) | 1,32ab | 240             |        | C    | 1           |
| CN+bloque proteico(400g/día)  | 1,27ab | 195             | 29,2   | C    | 1           |
| Lotus Maku (PC: 15.6%)        | 1,44bc | 270             |        | C    | 1           |
| Lotus Maku+maíz(600g/día)     | 1,27ab | 216             |        | C    | 1           |
| CN                            | 1,20a  |                 | 11,2   | C    | 2           |
| CN + Maíz                     | 1,22a  |                 | 13,5   | C    | 2           |
| Lotus Maku                    | 1,32b  |                 | 15,9   | C    | 2           |
| Lotus Maku + Maíz             | 1,37b  |                 | 27,7   | C    | 2           |
| Lotus uliginosus NOF 2%       | 1,17a  |                 |        | C    | 3           |
| Lotus uliginosus 4%           | 1,74b  |                 |        | C    | 3           |
| Lotus uliginosus 6%           | 1,61b  |                 |        | C    | 3           |
| Lotus uliginosus 8%           | 1,68b  |                 |        | C    | 3           |
| CN                            | 1,20a  |                 |        | C    | 4           |
| CN + Lotus Maku               | 1,34b  |                 |        | C    | 4           |
| CN                            |        |                 | 13,8   | C    | 5           |
| CN + Cultivo de Soja          |        |                 | 33,8   | C    | 5           |
| LM                            | 1,59a  |                 |        | C    | 6           |
| Bloques                       | 1,21b  |                 |        | C    | 6           |
| Soja                          | 1,35b  |                 |        | C    | 6           |
| CN                            | 1,21b  |                 |        | C    | 6           |
| Campo natural                 |        |                 | 28,0   | I    | 7           |
| Campo natural                 |        |                 | 49,0   | FMxI | 7           |
| Lotus Maku                    |        |                 | 63,0   | I    | 7           |
| Lotus Maku                    |        |                 | 79,0   | FMxI | 7           |
| Campo natural                 |        |                 | 23,0   | I    | 8           |
| Lotus Maku                    |        |                 | 39,0   | I    | 8           |
| CN                            | 1,48c  |                 |        | I    | 9           |
| CN + S                        | 1,70b  |                 |        | I    | 9           |
| CN + S + 1.5% T               | 1,90a  |                 |        | I    | 9           |

|                 |       |  |      |      |    |
|-----------------|-------|--|------|------|----|
| CN + S + 2.5% T | 1,68b |  |      | I    | 9  |
| Campo natural   |       |  | 28,0 | I    | 10 |
| Campo natural   |       |  | 49,0 | FMxl | 10 |
| Campo natural   |       |  | 14,0 | C    | 10 |
| Lotus Draco     |       |  | 53,0 | I    | 10 |
| Lotus Draco     |       |  | 81,0 | FMxl | 10 |
| Cultivo de soja |       |  | 34,0 | C    | 10 |
| Campo natural   |       |  | 25,0 | I    | 11 |
| Lotus Draco     |       |  | 39,0 | I    | 11 |
| Trébol rojo     |       |  | 22,0 | I    | 11 |
| Alfalfa         |       |  | 23,0 | I    | 11 |

CN: campo natural; S: soja; T: taninos; PC: proteína cruda; TM: tasa mellicera; TO: tasa ovulatoria; C: Corriedale; I: Ideal; FMxl: Frisona Milchaf x Ideal; Ref 1: Banchemo y Quintans, 2003; Ref 2: Banchemo y col., 2003; Ref 3: Fernández Abella y col., 2005; Ref 4: Banchemo y Quintans, 2004-2006; Ref 5: Banchemo y Quintans, 2005; Ref 6: Fernández Abella y col., 2007; Ref 7: Banchemo y Quintans, 2005; Ref 8: Banchemo y Quintans, 2006; Ref 9: Banchemo y col., 2011; Ref 10: Banchemo y Quintans, 2005; Ref 11: Banchemo y Quintans, 2007; NOF= nivel de oferta de forraje.



**Figura 2. Respuesta en tasa ovulatoria de diferentes consumos de proteína cruda en ovejas Corriedale e Ideal en Uruguay (Piaggio y Banchemo, Anuario Merilin, 2013).**

Como mencionamos anteriormente, en nuestras condiciones, Banchemo y col., (2006) utilizando Lotus uliginosus cv. Maku, *Lotus uliginosus* cv. Maku con 0,5 Kg. de maíz y un tratamiento control a campo natural reportaron una mayor tasa ovulatoria en las ovejas con acceso a Lotus solo lo que hace pensar que la proteína sobrepasante (taninos) fue la que explica los datos obtenidos ya que la tasa ovulatoria no incrementó con el agregado del maíz.

Datos posteriores de Banchemo y col., (2006) muestran que las ovejas tienen mejor respuesta en tasa ovulatoria cuando el alimento ofrecido es rico en

proteína y particularmente en taninos. En un experimento donde los mismos autores ofrecieron pasturas como trébol rojo, alfalfa, campo nativo y Lotus corniculatus cv Draco, las ovejas incrementaron su tasa ovulatoria sólo con Lotus que son ricos en taninos.

### Taninos condensados

Los taninos tienen la propiedad de formar complejos (taninos-proteínas) en que da como resultado que la proteína no sea degradada en el rumen pero este complejo se desactiva con el pH ácido del abomaso por lo que los taninos son digeridos a nivel de intestino (Figura 3).

Los taninos se clasifican de forma genérica en hidrosolubles y no hidrosolubles (condensados); generalmente los árboles y arbustos contienen ambos tipos (Makkar, 1993; Peris, 1995 consultado por Pedraza y col., 2005).

Tanto los taninos hidrolizables como los condensados forman complejos taninos-proteínas que resultan estables en rangos de PH comprendidos entre aproximadamente 3,5 y 8 (Figura 3). Estos complejos estables en tanto en PH ruminal, posteriormente se disocian en PH de abomaso (2,5-3) y del duodeno (aproximadamente 8) (McLeod, 1974; Muller- Harvey y McAllan, 1992 consultados por Hervas y col., 2001) liberando la proteína para ser digerida en intestino.

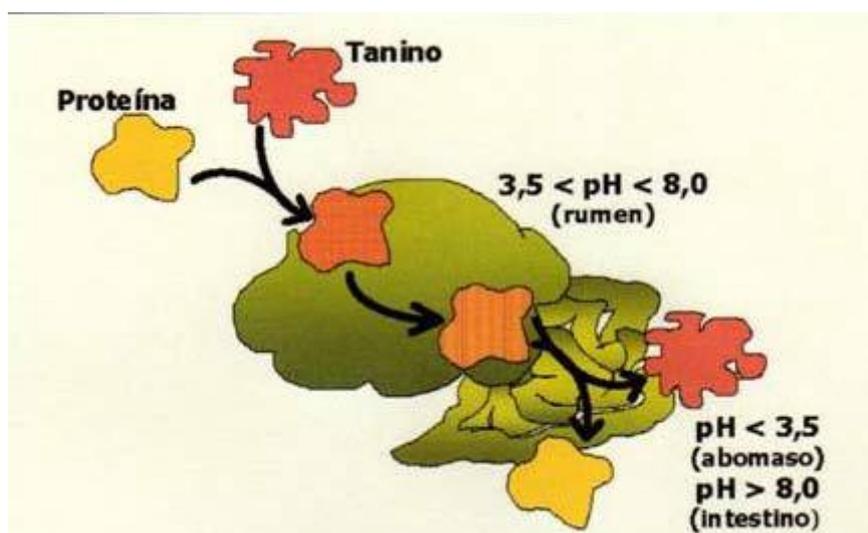


Figura 3. Comportamiento de los complejos taninos proteínas en el aparato digestivo (McLeod, 1974; Muller- Harvey y McAllan, 1992 consultados por Hervas y col., 2001).

### Propiedades de los taninos

En las plantas cumplen funciones de defensa ante el ataque de animales como por ejemplo la presencia de taninos en los granos de sorgo para disminuir las pérdidas por el consumo de los pájaros. Los taninos en general son toxinas que reducen significativamente el crecimiento y la supervivencia de muchos herbívoros cuando se adicionan a su dieta. También le brindan resistencia a los

grano por el deterioro ambiental y por hongos, al almacenamiento, y bajo determinadas condiciones una cierta resistencia al ataque por los pájaros. No obstante, los taninos también generan un impacto negativo sobre el grano desde el punto de vista nutricional, principalmente deprimiendo la digestibilidad del mismo (Montiel y Depetris, 2007).

Según su concentración en el forraje, las respuestas obtenidas fueron diferentes. Así, a altas concentraciones (5-10 % de la materia seca), deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que a menor concentración (2-4 % de la materia seca), podrían disminuir las pérdidas de la proteína de la ingesta producida por la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementar la absorción intestinal de las proteínas (Waghorn y col., 1997 consultado por Hidalgo y Otero, 2004).

A su vez, "in planta" han sido relacionados con funciones de defensa contra el ataque de patógenos (Escaray y col., 2007 consultado por Pedraza y col., 2005). Clausen y col., (1990) consultado por Pedraza y col., (2005) sugieren que los taninos condensados son degradados en el tracto gastrointestinal y Barahona y col., (2001) consultado por Pedraza y col., (2005) consideran que, tanto los taninos hidrolizables como los condensados, pueden ser absorbidos a través de las paredes del intestino luego de su hidrólisis.

#### *Efectos positivos de los taninos*

Está establecido que los taninos en bajas concentraciones en la dieta, aumentan la eficiencia de la digestión del nitrógeno (Cumming, 1985; Kaitho y col., 1997 consultado por Pedraza y col., 2005); así Mangan, 1988 y Waghorn, 1990 (consultado por Pedraza y col., 2005) asumen que niveles bajos de taninos pudieran no causar problemas es más, serían beneficiosos.

La unión de los taninos a las proteínas puede traer efectos beneficiosos en la protección de las proteínas de las plantas de la degradación ruminal permitiendo su degradación a nivel de intestino (Barry, 1989; Jackson y col., 1996; Norton, 1999; Barry y McNabb, 1999 consultado por Pedraza y col., 2005).

En un ensayo realizado en INTA Anguil a cargo de Pordomingo y col. en el año 2003 se evaluó la inclusión de taninos en 2 dietas; una con 45% de grano y la otra con 70% de grano a vaquillonas confinadas. La hipótesis fue que la inclusión de 1,5% o de 0,75% de taninos a la dieta incrementaría la performance animal de manera similar a la obtenida en otros experimentos con 2,5% de taninos. Los resultados demuestran que no existió una diferencia importante en el consumo de materia seca, solo el tratamiento con 70% de grano y con 1,5% de taninos consumieron un poco menos que los demás lotes pero obtuvieron una eficiencia de conversión más alta que los demás. La evolución de peso fue mayor en las dietas con alto contenido de grano y con la inclusión de taninos. Se concluye que sería esperable que en dietas de alto contenido de granos se diese un consumo algo inferior pero una eficiencia de conversión mayor. Kugler y col., (1994) evaluaron tres dietas una sin taninos, otra con 1,5% de taninos y la última con 3% de taninos y los resultados que obtuvieron es que el consumo de materia orgánica no varía en ninguno de los tratamientos, la digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica (MO) tiende a bajar a medida que se aumenta los niveles de taninos en la dieta. En el

tratamiento con 1,5% de taninos se verifico que la digestión de la MO en el rumen es más baja que en las otras dietas, pero sin embargo se comprueba que se digiere mayor cantidad de MO a nivel de intestino delgado. Otro dato interesante de destacar que el consumo de fibra tampoco tuvo variantes significativas en las diferentes dietas.

Los taninos condensados también pueden favorecer la disminución de los parásitos intestinales (Kahn y Díaz-Hernández, 2000 consultado por Pedraza y col., 2005). Según Butler y col., (2000) consultado por Pedraza y col., (2005) y Molan y col., (2002) consultado por Pedraza y col., (2005) demuestran interacciones que afectan la fisiología de los parásitos y la incubabilidad de sus huevos.

### *Efectos negativos de los taninos*

Los taninos condensados, sobretodo en altas concentraciones, se asocian con diversos efectos biológicos, entre los que se encuentra la inhibición microbiana y enzimática provocada por un exceso de ácido tánico en la dieta (Glick y Joslyn, 1970; Jung y Fahey, 1984 consultado por Pedraza y col., 2005). Este fenómeno (el de la baja digestibilidad) esta dado porque estos compuestos tienen una alta afinidad por unirse a las proteínas, disminuyendo de esta manera su digestibilidad, ocasionando por consiguiente una merma en el aprovechamiento del almidón (Montiel y col., 2007 consultado por Pedraza y col., 2005).

Según Reed, (1995) consultado por Pedraza y col., (2005) los taninos hidrolizables son más tóxicos que los condensados ya que los productos de su degradación provocan grados de toxicidad mientras que los taninos condensados no se absorben, aunque están asociados con lesiones de la mucosa.

Los taninos en dosis altas reaccionan con las proteínas en la capa celular exterior de la mucosa intestinal reduciendo así la permeabilidad para los nutrientes (Nastis y Malechek, 1981 consultado por Pedraza y col., 2005). Los mismos quizás provocan pérdida de mucus, daño en el epitelio mucoso, endotelio y epitelio tubular renal, irritación, ruptura del tejido del canal alimenticio y gastroenteritis (Kriaa y col., 1999 consultado por Pedraza y col., 2005).

### *Fundamentos para realizar la presente tesis.*

Los antecedentes nacionales son muy alentadores en cuanto al uso de proteína protegida pero sólo se cuenta con un experimento. A su vez, la inclusión de taninos a la ración o al concentrado es bastante difícil sino se tiene una peleteadora. Por tal motivo, en este experimento intentamos revalidar dicha experimentación a través de la inclusión de los taninos en un bloque comercial. El uso de taninos en una ración en bloque comercial tiene varias ventajas entre las cuales se destacan que son fáciles de manejar, seguros en cuanto a posibles problemas de acidosis ya que los animales no comen con voracidad y en grandes cantidades y tienen una distribución homogénea e incluida en los mismos de modo que los animales son incapaces de apartar o

rechazar los taninos. Por otro lado, se conoce la importancia que tiene la hormona I.G.F-1 en la tasa ovulatoria (Fernández Abella y col., 2007). A su vez, también fue demostrado en corderos que ésta hormona aumenta su concentración en sangre con aumento de proteína en la dieta (Kriel, 1992) por lo que podría ser una hormona muy relacionada o candidata a participar durante el Flushing proteico. Sin embargo, este estudio no ha sido realizado con ovejas en preservicio y menos bajo un flushing corto proteico.

## **HIPÓTESIS**

1. La administración, previo al servicio, de una dieta con altas concentraciones de proteína cruda (flushing) aumenta la tasa ovulatoria.
2. La proteína cuando es utilizada a nivel intestinal (proteína de by pass), incrementa aún más la tasa ovulatoria.
3. Proteína de buena calidad suministrada en ovejas durante un Flushing incrementa la I.G.F-1 sanguínea y la glucosa, hormona y metabolito responsables del incremento de la tasa ovulatoria.

## **OBJETIVOS**

Objetivo general:

Evaluar la tasa ovulatoria de ovinos adultos Ideal, de tipo lanero, con la administración de diferentes tratamientos nutricionales, previo al servicio (flushing corto).

Objetivos específicos:

*Para el experimento 1:*

1. Validar y estudiar 2 raciones comerciales bajo forma de bloque con el fin de incrementar la tasa ovulatoria en ovejas Ideal adultas.
2. Comparar la tasa ovulatoria de tres grupos de ovinos con diferentes tratamientos alimenticios (flushing).

*Para el experimento 2:*

1. Comparar la tasa ovulatoria entre dos grupos de ovejas alimentadas con dos dietas isoenergéticas pero una con alto y otra con bajo contenido de proteína.

2. Estudiar la concentración de IGF-1 y glucosa en plasma en el periodo pre, durante y post alimentación.

## **MATERIALES Y METODOS**

El experimento se realizó en la Unidad Experimental de Ovinos de INIA “La Estanzuela”, Colonia, Uruguay entre el 6 de marzo y el 9 de mayo de 2013.

El trabajo comenzó con la selección de 128 ovejas ( $45,70 \pm 5,81$  kg y  $1,98 \pm 0,30$  unidades de condición corporal) de la raza Ideal adultas que en los 40 días previos al inicio del experimento, estaban pastoreando en pasturas mejoradas o campo natural. Los animales fueron sincronizados en su totalidad con una doble dosis de prostaglandina, usando un análogo sintético de prostaglandinas F2 alfa (Delprostenate), de nombre comercial Glandinex®, del Laboratorio Universal, Montevideo, Uruguay), con un intervalo entre dosis de 7 días. La primer dosis se les administró el 6 de marzo (Día -9) y la segunda el 13 (Día -2). El celo de sincronización, 2 días más tarde, fue considerado como el Día 0.

### **Experimento 1:**

El 20 de marzo, las 128 ovejas previamente sincronizadas (Figura 4), se sortearon al azar en base a su peso vivo y condición corporal en 3 grupos experimentales. El tratamiento 1 quedó representado por 49 ovejas, con un promedio de  $45,80 \pm 5,90$  Kg de peso vivo y un promedio  $2,00 \pm 0,24$  de condición corporal. Las ovejas tuvieron acceso a campo natural (91,4% MS, 10,36 % de PC, 1,66 Mcal de EM/kg MS) con una asignación de forraje de 12% (12kg de MS cada 100 kg de peso vivo) El flushing comenzó el 21 de marzo (Día 6) que coincidió con el día 6 del ciclo estral, con la administración de un bloque proteico (83,10 % de MS y 37,70 % PC, 2,77 Mcal EM/Kg MS) y 1,25% de taninos condensados. La suplementación terminó el día 28 de marzo (Día 13), coincidente con el día 13 del ciclo estral. Al inicio del tratamiento alimenticio se les administró 0,2 Kg de bloque/oveja, hasta llegar a los 0,5 kg de bloque por oveja siendo el aumento de 0,1 kg/oveja diario, por lo tanto se tomaron los primeros 3 días como acostumbramiento.

El tratamiento 2, también estaba compuesto por 49 ovejas con un peso promedio de  $45,70 \pm 6,00$  Kg y una condición corporal de  $2,00 \pm 0,28$ . Al igual que el tratamiento 1, el flushing comenzó el 21 de marzo (Día 6 del ciclo estral), y se extendió por el mismo periodo de tiempo, culminando el día 28 de marzo (Día 13 del ciclo estral). El bloque aportado en la dieta contenía 84,90% de MS, 42,00% de PC y 2,78 Mcal EM/Kg MS. A diferencia del tratamiento 1, el bloque proteico no aportaba taninos condensados. La cantidad de alimento ofrecido en el flushing fue de la misma manera que en el tratamiento 1.

El tratamiento 3 estuvo formado por 30 ovejas con un peso promedio al inicio del experimento de  $45,80 \pm 5,35$  Kg y una condición corporal promedio de  $1,93 \pm 0,39$ . La alimentación fue a base de campo natural sólo y fue considerado el tratamiento control.

El campo natural fue el mismo para los 3 grupos, al inicio del ensayo se realizaron muestreos de la pastura con tijera de aro al ras del suelo utilizando cuadros de 50 x 20 cm.

Luego se colocaron las muestras en bolsas individuales identificándolas a cada una. Se pesaron las muestras frescas y posteriormente se las colocó en la estufa a 60°C por 48 horas. Al finalizar el secado se volvieron a pesar las mismas para calcular la materia seca parcial (MSP) y luego la disponibilidad por hectárea.

Posteriormente las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para su procesamiento y posterior análisis para materia seca analítica (MSA), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), Proteína cruda (PC).

La asignación se hizo al inicio del experimento e incluyó la materia seca necesaria para todo el período experimental. Las ovejas se mantuvieron separadas por medio de hilos electrificados. El segundo celo esperado fue el Día 17. Siete días más tarde, (Día 26) se realizó la medición de la tasa ovulatoria, mediante ultrasonografía transrectal, contando cada cuerpo lúteo presente en ambos ovarios y dividiendo entre las ovejas con cuerpo lúteo presente.

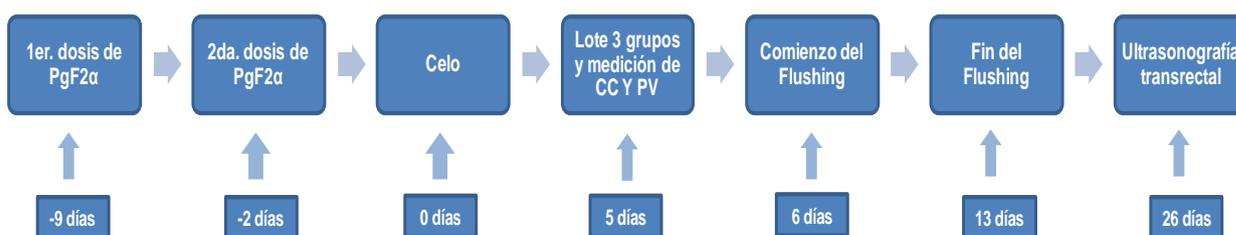


Figura 4. Cronograma del experimento 1.

## Experimento 2:

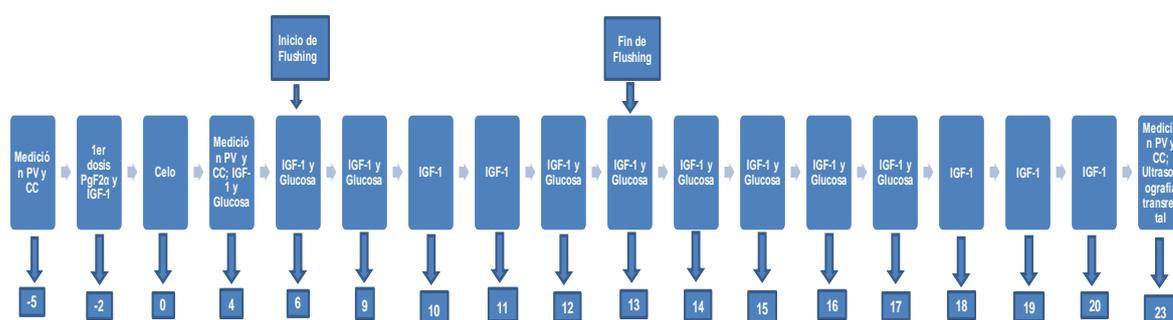
En el experimento 2 se utilizaron 29 de las 30 ovejas utilizadas en el tratamiento testigo del experimento 1 las cuales se encontraban pastoreando campo natural. Como las ovejas ya estaban sincronizadas del experimento anterior, dos días luego de la ecografía (Día -2 para este experimento tomando como referencia el día 0 la primer ovulación inducida) se las sincronizó con una dosis de Pg.

Las ovejas fueron sorteadas en dos tratamientos de acuerdo a peso vivo, condición corporal y tasa ovulatoria registrada en el experimento previo.

El tratamiento 1, formado por 14 ovejas con un peso inicial de  $45,40 \pm 3,84$  kg y una condición corporal de  $2,00 \pm 0,16$  unidades, se suplementó con maíz (87,00% de MS; 6,99% de PC y 3,04 Mcal EM/Kg MS) durante 8 días a partir del Día 6, mientras que el tratamiento 2 (15 ovejas) con un peso inicial de  $45,10 \pm 5,34$  kg y una condición corporal  $1,98 \pm 0,38$  se suplementó con harina de soja (90,50% de MS; 39,70% de PC y 2,94 Mcal EM/Kg MS) durante el mismo período. Las ovejas se manejaron en un sistema de confinamiento y se les ofreció fardos de Moha *ad libitum* con un 95,80% de MS; 3,83 % de PC y 1,23 Mcal EM/Kg MS, durante la duración del experimento.

Se estimó condición corporal (según escala Jefferies, 1961) y peso el Día -5, 4 y 23. Durante el tratamiento se tomaron muestras de sangre por punción de la vena yugular los Días -2, 4, 6, del 9 al 17 y del 0 al 2 a las 9 a.m. mediante tubos con vacío y heparinizados (BD Vacutainer®, USA), para la posterior medición de la hormona I.G.F-1; y los días 4, 6, 9 y del 12 al 17 para la medición de glucosa. Las muestras para IGF-1 se procesaban en una centrifuga del laboratorio de la unidad de lechería a 3000 RPM, con un tiempo no mayor de 30 minutos y mediante pipeta Pasteur se colectaba el plasma que era depositado en tubos de Eppendorf y congelado a -18°C.

La ecografía transrectal para la medición de la tasa ovulatoria se realizó el Día 23.



**Figura 5. Cronograma del experimento 2.**

Para los dos experimentos se estimó el consumo de PC y EM. Esto se realizó tomando un consumo potencial de 3% (NRC, 1985) del peso vivo como MS. Para el tratamiento 3, el consumo del 3% del PV sólo provino de pasturas mientras que para los tratamientos 1 y 2, provino tanto de la pastura como de la ración. Para calcular éstos últimos, al consumo potencial del 3% se le descontó el aporte de la ración resultando en el posible consumo de pastura o fardo. Sobre el dato de consumo de pastura o fardo y el de ración, se calculó la cantidad de proteína tomando en cuenta los resultados de calidad del laboratorio.

### *Análisis estadístico*

El experimento tuvo un diseño completamente al azar con tres o dos tratamientos para el experimento 1 y 2 respectivamente. Las unidades experimentales (ovejas) fueron sorteadas en base a su PV, CC al inicio del experimento para conformar los tratamientos del experimento 1. Para el experimento 2, además del PV y CC, se agregó la tasa ovulatoria de las ovejas antes de iniciar el experimento.

Las variables continuas se analizaron mediante un análisis de varianza utilizando el método LSMeans del SAS. La tasa ovulatoria se consideró una variable discreta binomial. Las ovulaciones múltiples (2 o más cuerpos lúteos) fueron comparadas con ovulaciones únicas (1 cuerpo lúteo) utilizando el procedimiento GENMOD mediante el test de  $X^2$  (SAS 2003).

Los resultados son presentados como medias más desvío standard. Dos medias fueron consideradas diferentes cuando la probabilidad fue menor al 0,05.

## **RESULTADOS**

### Experimento 1:

En el análisis de los resultados, no se incluye una oveja del tratamiento 2 que murió durante el período experimental. Por lo tanto, de ahora en más serán 49, 48 y 30 ovejas para los tratamientos 1, 2 y 3.

### **Manejo nutricional y evolución de peso vivo y condición corporal**

La disponibilidad promedio del campo natural al inicio del experimento fue de 2704kg de MS/ha. La calidad detallada de los alimentos utilizados se muestra en el Cuadro 2. El campo natural tenía 34,20% de MS, 10,40% de PC, 40,30 de FDA y 66,20 de FDN lo que permitió calcular la EM, que fue de 1,66 Mcal/kg de MS. Al final del pastoreo, la disponibilidad aumentó a 3032 kg y la calidad fue de 40,60% de MS, 9,07% de PC, 41,90% de FDA, 69,70% de FDN con una energía estimada promedio 1,63 Mcal de EM/kg de MS.

**Cuadro 2. Calidad nutricional de los suplementos, del disponible y rechazo de las pasturas ofrecidas a las ovejas en el experimento.**

| <b>Alimento</b>  | <b>Mcal EM/Kg MS</b> | <b>PC %</b> | <b>FDA %</b> | <b>FDN %</b> | <b>Cenizas %</b> |
|------------------|----------------------|-------------|--------------|--------------|------------------|
| Ración s/taninos | 2,78                 | 42,00       | 16,90        | 29,00        | 15,20            |
| Ración c/taninos | 2,77                 | 37,70       | 17,70        | 31,10        | 14,06            |
| CN Disponible    | 1,66                 | 10,40       | 40,30        | 66,20        | 11,90            |
| CN Rechazo T1    | 1,66                 | 10,40       | 41,40        | 71,30        | 10,60            |
| CN Rechazo T2    | 1,59                 | 8,42        | 43,10        | 68,50        | 11,90            |
| CN Rechazo T3    | 1,65                 | 8,35        | 41,10        | 69,40        | 11,50            |

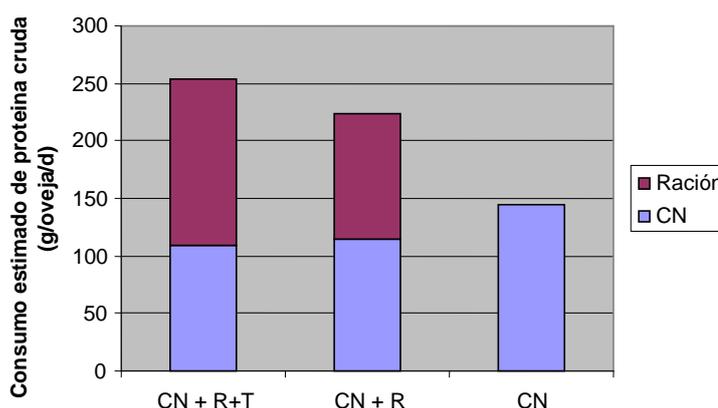
MSA: Materia seca; PC: Proteína cruda; FDA: Fibra ácido detergente; FDN: Fibra neutro detergente; C: Cenizas; CN: Campo natural; T1: Tratamiento bloque con taninos; T2: Tratamiento bloque sin taninos; T3: Tratamiento control.

Respecto al consumo de ración, las ovejas comieron el total de la misma durante el período de acostumbramiento (Cuadro 3). Sin embargo, a partir que se le ofreció el total de ración, las ovejas del tratamiento sin taninos (2) consumieron el 75% de la dieta ofrecida y las ovejas del tratamiento con taninos (1) consumieron el 94% de la dieta ofrecida. La composición de las dietas se puede ver en el Cuadro 2. La ración con taninos aunque originalmente era la misma, al agregársele los taninos condensados presentó una menor calidad en cuanto a la concentración de PC, la cual disminuyó en un 10%.

**Cuadro 3. Tratamientos nutricionales, aporte, consumo y rechazo de suplemento de las ovejas experimentales.**

| Fecha y (Día del ciclo) | Oferta bloque (sin taninos) kg/oveja/d | Oferta bloque (con taninos) kg/oveja/d | Consumo (sin taninos) kg/oveja/d | Rechazo (sin taninos) % | Consumo (con taninos) kg/oveja/d | Rechazo (con taninos) % |
|-------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 21/3 (6)                | 0,2                                    | 0,2                                    | 0,200                            | 0,0                     | 0,200                            | 0,0                     |
| 22/3 (7)                | 0,3                                    | 0,3                                    | 0,300                            | 0,0                     | 0,300                            | 0,0                     |
| 23/3 (8)                | 0,4                                    | 0,4                                    | 0,400                            | 0,0                     | 0,400                            | 0,0                     |
| 24/3 (9)                | 0,5                                    | 0,5                                    | 0,346                            | 30,8                    | 0,426                            | 14,8                    |
| 25/3 (10)               | 0,5                                    | 0,5                                    | 0,340                            | 32,0                    | 0,453                            | 9,4                     |
| 26/3 (11)               | 0,5                                    | 0,5                                    | 0,410                            | 18,0                    | 0,500                            | 0,0                     |
| 27/3 (12)               | 0,5                                    | 0,5                                    | 0,372                            | 25,5                    | 0,479                            | 4,5                     |
| 28/3 (13)               | 0,5                                    | 0,5                                    | 0,404                            | 19,2                    | 0,500                            | 0,0                     |

El consumo estimado de proteína total para el tratamiento 1 fue de 253 g promedio por día y por oveja durante los días de suplementación, mientras que el tratamiento 2 obtuvo un consumo de 223 g, y el tratamiento 3 (control) levantó 144 g de proteína (Figura 6). Al desglosar el consumo de proteína según alimento, las ovejas con ración con taninos consumieron 33% más proteína (proveniente de la ración) que aquellas cuya ración fue sin taninos mientras que estas últimas consumieron 6% más de proteína proveniente del campo natural con respecto a las ovejas suplementadas con ración con taninos (Figura 6).



**Figura 6. Consumo de proteína total (ración + CN) estimada para cada tratamiento.**

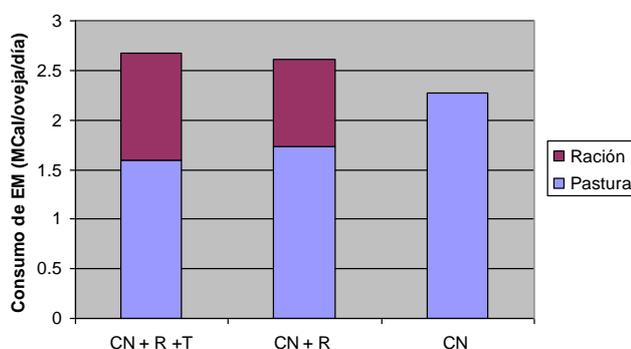
CN + R + T: Campo natural + ración + taninos, tratamiento 1

CN + R: Campo natural + ración, tratamiento 2

CN: Campo natural, tratamiento 3

El consumo diario de energía por oveja en el período de suplementación para los tres tratamientos se muestra en la Figura 7. Las ovejas suplementadas

tuvieron un consumo entre 15 y 18% superior al de las ovejas del tratamiento control. Cuando desglosamos el aporte en energía que hace cada alimento, la energía proveniente de la ración con taninos fue 18% superior a la de la ración sin taninos. La energía aportada por el campo natural fue similar en los dos grupos de ovejas suplementadas y sólo el 73% de la aportada por el campo natural del grupo tratamiento.



**Figura 7. Consumo de energía metabolizable total (ración + campo natural) estimada para cada tratamiento.**

CN + R + T: Campo natural + ración + taninos, tratamiento 1

CN + R: Campo natural + ración, tratamiento 2

CN: Campo natural, tratamiento 3

En el Cuadro 4 se puede ver el peso de los animales de los diferentes tratamientos al inicio y fin de experimento. No hubo diferencia significativa ni en peso vivo al inicio ni al final del experimento entre tratamientos ( $P > 0,05$ ). Todas las ovejas incrementaron su peso existiendo una tendencia ( $P = 0,0646$ ) a ser diferentes entre tratamientos. La ganancia fueron 100,00, 68,00 y 48,00 gramos tendiendo a ser mayor para el tratamiento 1 y no existiendo diferencia entre los otros dos tratamientos.

**Cuadro 4. Evolución de peso vivo (Kg) y condición corporal al inicio y culminación del experimento.**

| Tratamientos | PV inicial  | CC inicial | PV final    | CC final   |
|--------------|-------------|------------|-------------|------------|
|              | 13-mar      |            | 08-abril    |            |
| CN + R + T   | 45,80±5,90a | 2,00±0,24a | 48,30±6,50a | 1,96±0,24a |
| CN + R       | 45,70±6,00a | 2,00±0,28a | 47,00±6,79a | 1,97±0,26a |
| CN           | 45,80±5,35a | 1,93±0,39a | 46,90±5,17a | 2,00±0,32a |

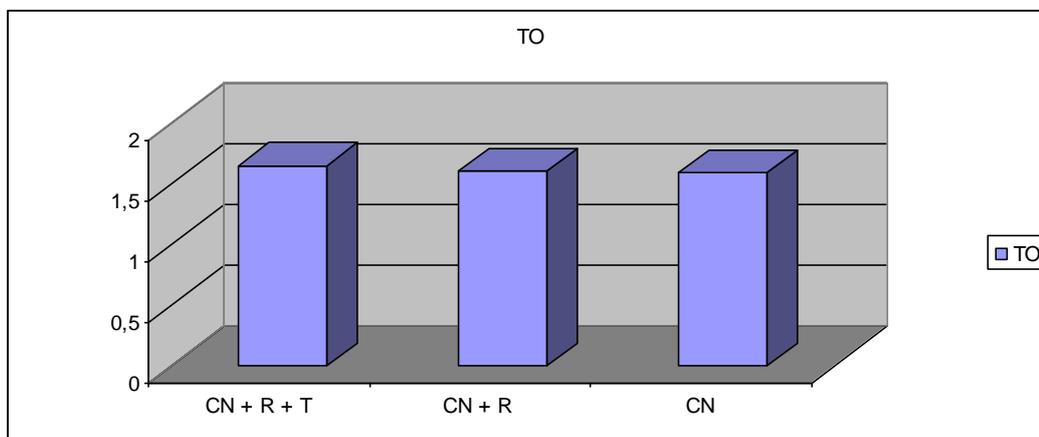
CN + R + T: campo natural + ración + taninos; CN + R: campo natural + ración; CN: campo natural; PV: peso vivo; CC: condición corporal

Letras iguales en la misma columna  $P > 0,05$  no es significativo.

La condición corporal a lo largo del experimento se mantuvo estable sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para los diferentes tratamientos (Cuadro 4).

### Tasa ovulatoria

No hubo diferencia significativa en tasa ovulatoria entre los tres grupos ( $P > 0,05$ ; Figura 8). La tasa ovulatoria para el tratamiento 1 fue de 1,65, para el tratamiento 2 de 1,60 y para el tratamiento 3 de 1,59.



**Figura 8. Tasa ovulatoria de las ovejas de los diferentes tratamientos nutricionales.**

CN + R + T: Campo natural + ración + tanino, tratamiento 1; CN + R: Campo natural + ración, tratamiento 2; CN: Campo natural, tratamiento 3.

Experimento 2:

### **Manejo nutricional y evolución de peso vivo y condición corporal de las ovejas**

La calidad promedio del fardo de Moha maíz y la harina de soja figuran en el Cuadro 5. Los animales consumieron todo el suplemento ofrecido en el período de acostumbramiento y en el período experimental (Cuadro 6).

**Cuadro 5. Resultado del análisis de laboratorio del alimento utilizado en el experimento.**

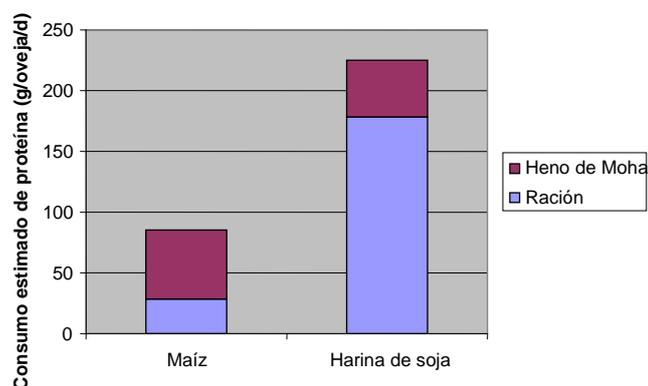
| ALIMENTO       | MSP % | MSA % | PC %  | MCal EM/kg MS | FDA % | FDN % | CEN % |
|----------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
| Fardo Moha     | 91,90 | 95,80 | 3,83  | 1,23          | 57,40 | 80,40 |       |
| Maíz           |       | 87,00 | 6,99  | 3,00          | 5,15  | 14,80 | 3,30  |
| Harina de Soja |       | 90,50 | 39,10 | 2,90          | 9,76  | 15,10 | 3,20  |

MS: Materia seca; PC: Proteína Cruda; FDA: Fibra Acido Detergente; FDN: Fibra Neutro Detergente; CEN: Cenizas

**Cuadro 6. Tratamiento nutricional**

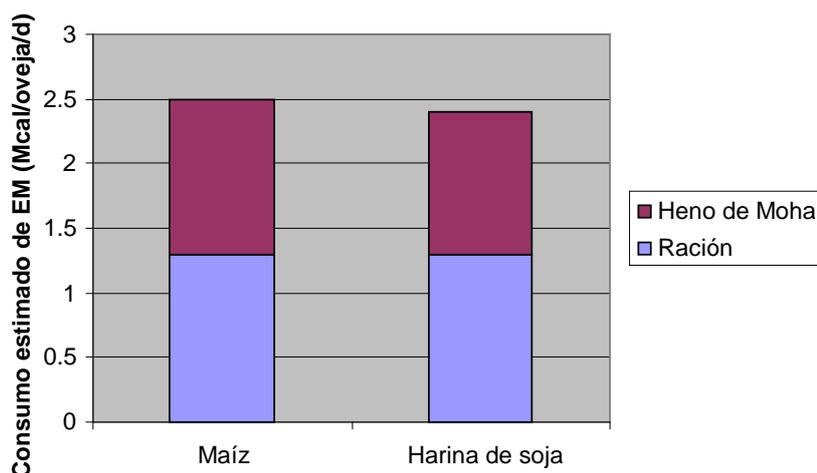
|        | Oferta<br>g/oveja/d | Tratamiento<br>con Maíz<br>Oferta total<br>(n=14)<br>(kg/d) | (n=14)<br>Rechazo | Tratamiento<br>con Harina<br>de Soja<br>Oferta total<br>(n=15)<br>(kg/d) | (n=15)<br>Rechazo |
|--------|---------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 19-abr | 200                 | 2,8                                                         | 0                 | 3,0                                                                      | 0                 |
| 20-abr | 300                 | 4,2                                                         | 0                 | 4,5                                                                      | 0                 |
| 21-abr | 400                 | 5,6                                                         | 0                 | 6,0                                                                      | 0                 |
| 22-abr | 500                 | 7,0                                                         | 0                 | 7,5                                                                      | 0                 |
| 23-abr | 500                 | 7,0                                                         | 0                 | 7,5                                                                      | 0                 |
| 24-abr | 500                 | 7,0                                                         | 0                 | 7,5                                                                      | 0                 |
| 25-abr | 500                 | 7,0                                                         | 0                 | 7,5                                                                      | 0                 |
| 26-abr | 500                 | 7,0                                                         | 0                 | 7,5                                                                      | 0                 |

El consumo de proteína cruda estimado para el tratamiento con Harina de soja proveniente de la harina de soja fue de 178,7 g/oveja/d mientras que para el tratamiento con Maíz y proveniente del maíz fue de 28,6 g/oveja/día; El consumo total de proteína estimado/calculado (suplemento + heno de Moha) fue de 225 g/día/oveja para el tratamiento con harina de soja y de 85 g/día/oveja para el tratamiento con maíz (Figura 9).



**Figura 9. Consumo diario de proteína total (ración + fardo de moha) estimada para cada tratamiento (maíz o harina de soja).**

El consumo estimado de energía metabolizable se ve en la Figura 10. Estos fueron muy similares siendo el aporte por la ración la misma cantidad para los dos tratamientos.



**Figura 10. Consumo estimado diario de energía metabolizable en Mcal/oveja aportada por el suplemento y por el heno.**

La condición corporal de las ovejas al inicio del experimento fue similar ( $P>0,05$ ) y no se vio modificada al final del experimento ( $P>0,05$ ) por los diferentes tratamientos aplicados. (Cuadro 7). No hubo diferencia significativa entre tratamientos en peso vivo al inicio o final del experimento. Hubo una ganancia diaria de 19,2g para el tratamiento con maíz y 57,7g para el tratamiento con harina de soja las cuales no fueron diferentes ( $P>0,05$ ).

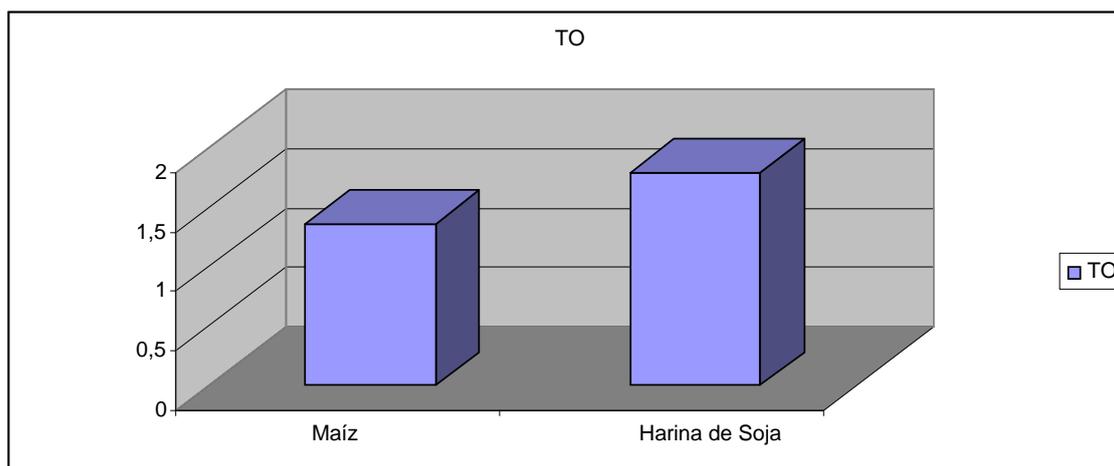
**Cuadro 7. Evolución de peso vivo (Kg) y condición corporal al inicio y culminación del experimento.**

| Tratamientos   | PV inicial  | CC inicial | PV final    | CC final   |
|----------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                | 17-abril    |            | 6-mayo      |            |
| Maíz           | 45,40±3,84a | 2,00±0,16a | 45,90±3,46a | 1,98±0,28a |
| Harina de soja | 45,10±5,34a | 1,98±0,38a | 46,60±5,65a | 1,95±0,33a |

Letras iguales en la misma columna  $P>0,05$  no es significativo.

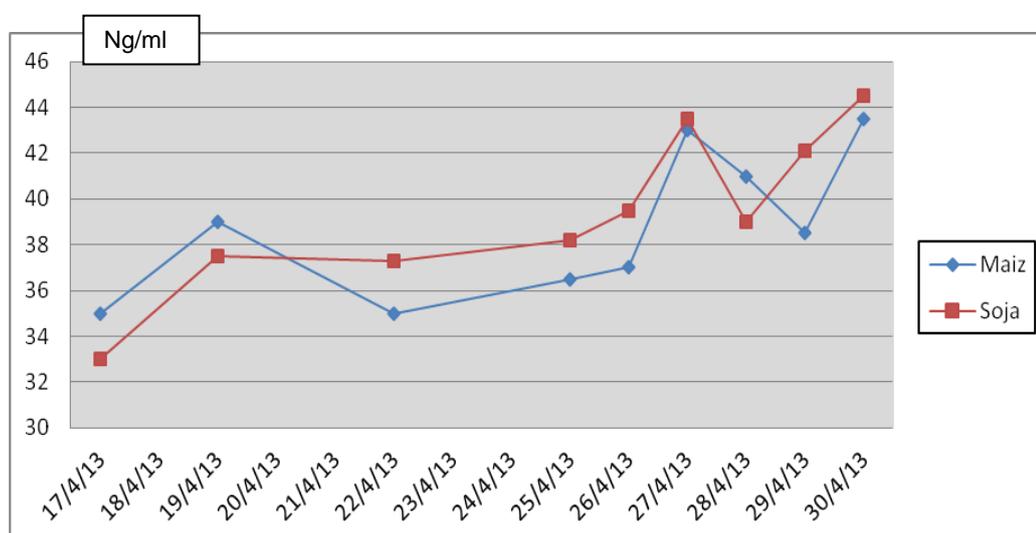
### ***Tasa ovulatoria***

La tasa ovulatoria tuvo una tendencia a ser mayor ( $P=0,07$ ) para el grupo sobrealimentado con Harina de Soja, la misma fue del orden del 1,79, mientras que el grupo sobrealimentado con Maíz obtuvo una tasa ovulatoria de 1,36. (Figura 11).



**Figura 11. Tasa ovulatoria en ovejas suplementadas con Maíz o con Harina de soja. (Tasa ovulatoria: (N° cuerpos lúteos/total de ovejas que presentan cuerpo lúteo).**

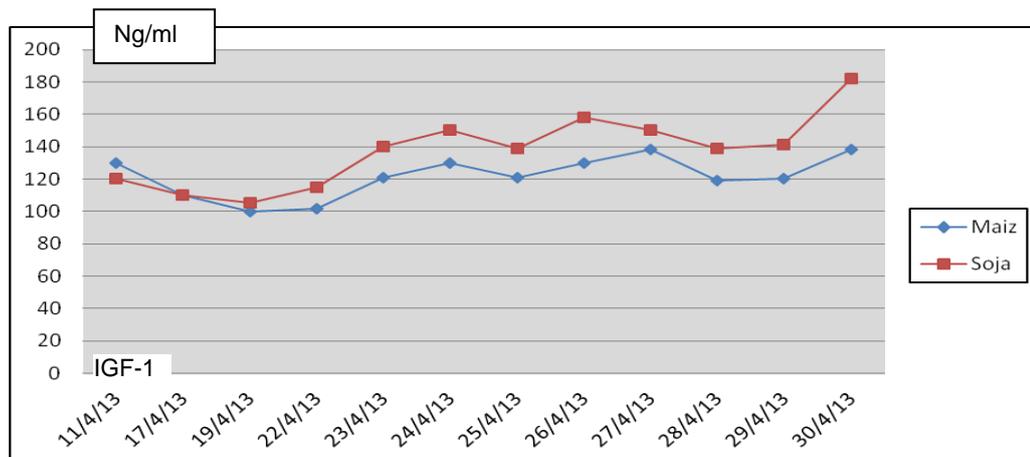
Los valores de glucosa en sangre se muestran en el Figura 12. La concentración de glucosa sanguínea tuvo un incremento para los dos tratamientos luego de la suplementación. Una vez finalizada la suplementación, la concentración de glucosa cayó para luego mantenerse en niveles similares al máximo alcanzado durante la suplementación. No hubo diferencias significativas en la concentración de glucosa entre los dos tratamientos.



**Figura 12. Comportamiento de la concentración de glucosa sanguínea en el periodo de sobrealimentación (flushing). La suplementación abarca del 19/04/13, hasta 26/04/13.**

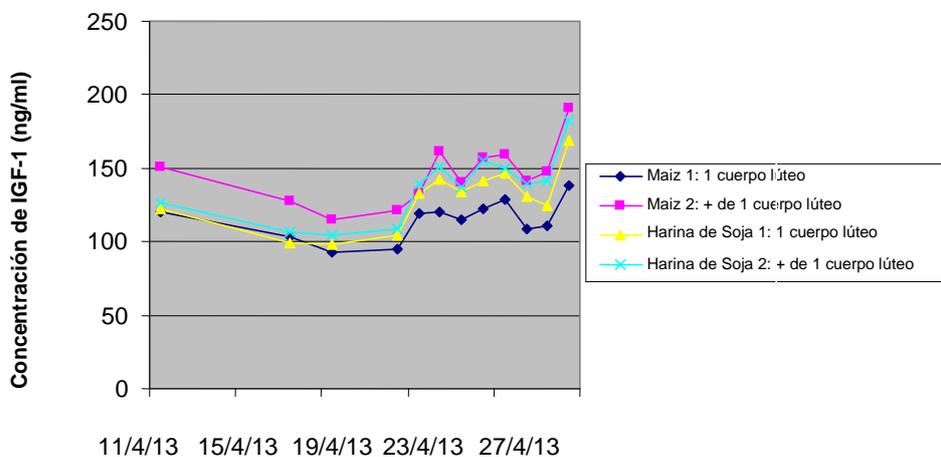
La concentración de IGF-1 en plasma basal para ambos tratamientos antes de la suplementación fue muy similar. Cuando comienza la suplementación, las ovejas de ambos tratamientos incrementan la concentración de IGF1 en plasma y numéricamente la de las ovejas suplementadas con harina de soja es mayor que la de los animales suplementados con maíz aunque estadísticamente no hubo diferencia ( $P > 0,05$ ). Este aumento en IGF-1 así

como la diferencia entre tratamientos se mantiene luego de finalizada la suplementación. (Figura 13).



**Figura 13. Comportamiento de la concentración de IGF-1 en plasma durante el experimento. La suplementación abarca del 19/04/13, hasta 26/04/13.**

Cuando desglosamos los datos anteriores en ovejas con 1 o 2 ovulaciones, la concentración de IGF 1 en plasma incrementa en todas las ovejas independientemente del suplemento utilizado (Figura 14). Las ovejas con ovulaciones dobles siempre tienen más IGF1 que las con ovulaciones simples siendo la diferencia mínima en las ovejas suplementadas con soja.



**Figura 14. Concentración de IGF-1 (ng/ml) en ovejas suplementadas con Maíz o Harina de soja con 1 o más de 1 cuerpo lúteo. La suplementación abarca del 19/04/13, hasta 26/04/13.**

## **DISCUSIÓN**

Las dos hipótesis planteadas para el Experimento 1, donde sosteníamos que la administración previo al servicio, de una dieta con altas concentraciones de proteína cruda (Flushing corto) aumentaría la TO y que al agregar taninos

condesados a la dieta la proteína sería mejor utilizada a nivel intestinal incrementando aún más la TO fueron rechazadas. La TO para los tres tratamientos: suplementación con o sin taninos y sin suplementación fue de 1,65, 1,60 y 1,59 respectivamente. Estas TOs, normalmente se obtienen cuando los animales son sometidos a Flushing ya que la TO registrada con el mismo biotipo y bajo similares condiciones nunca superan 1,5 (valores reportados de TO medida directamente o estimada a partir de la tasa mellicera entre 1,25 y 1,48; Banchemo y Quintans, 2005; Banchemo y Quintans, 2006; Banchemo y Quintans, 2007; Banchemo y col., 2011). Esto seguramente se deba al tipo de campo natural utilizado en nuestro experimento, el cual tenía en su disponible 10,4% de PC, la cual fue 22 a 26% superior a la utilizada en otros experimentos de Banchemo donde la TO fue sensiblemente menor (Banchemo y col., 2006; Banchemo y col., 2011). Efectivamente, en el experimento de Banchemo (2011) donde la PC del CN fue 26% menor que la de nuestro experimento, la TO fue también menor en un 7,5%. Cuando observamos el consumo estimado de PC en base a la concentración de este nutriente en la pastura, vemos que las ovejas suplementadas, pudieron consumir 76 y 54% más proteína que las no suplementadas (253, 223 y 144 g. para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente) lo que explicaría la similitud en TO obtenida para los 3 tratamientos (Banchemo y col., 2013). En un trabajo realizado por Montossi y col., (2000) queda en evidencia que las ovejas pueden levantar hasta un 40% más de PC que la existente en la pastura ofrecida. De esta manera, podemos especular que las ovejas, al no estar suplementadas pudieron seleccionar los mejores componentes de la pastura, máxime que la oferta era muy alta (12%) logrando cosechar hasta 202 gramos. Con consumos de 200 o más gramos de PC (equivalente a 125gr de proteína digestible con una digestibilidad de la pastura del 62,5%) se logra el mínimo de proteína para incrementar la tasa ovulatoria (Smith y Stewarth, 1990). De este modo podríamos decir que las ovejas cosecharon 253, 223 y 202 gramos de proteína.

Los resultados en tasa ovulatoria serían muy certeros basándonos en los trabajos previos realizados por Banchemo y col., (2011) quienes muestran que por cada 50 g de proteína aportada por encima de la proteína cruda que aporta el campo natural la tasa ovulatoria se incrementa 0,1 unidades por lo que en este experimento la diferencia numérica en TO (0,1 unidad) entre los tratamientos 1 y 3 estaría dada por los 50 g de diferencia en proteína cruda consumida.

En este experimento no se encontró un efecto de los taninos en TO como los reportados por Banchemo y col., (2011) donde utilizando taninos y con 13% menos de proteína obtuvieron 13% más de TO. La explicación de este resultado estaría dado por la concentración de taninos en el bloque la cual fue de 1,25% de la MS, lo que a menos que comieran sólo bloques no lograrían la cantidad necesaria de 1,8% de taninos en la dieta total para incrementar la TO (Banchemo y col., 2011). Para lograr dicho consumo (1,8% de la dieta). Banchemo y col., (2011) utilizaron una concentración de 5,6% de taninos en la ración.

Sería interesante antes de comenzar un Flushing corto conocer la concentración de proteína de la pastura ya que con niveles superiores a 10% al

como lo reportado en este experimento, no habría ventaja de utilizar la suplementación ya que las ovejas suplementadas dejan de comer pasturas para comer suplemento en un 21 a 25% para los tratamientos 2 y 1 respectivamente (sustitución). Datos similares (sustitución hasta 20%) ya han sido reportados anteriormente por Ulyatt y col., (1980) y Banchemo y col., (2011). También es importante lograr la concentración necesaria de taninos para que estos tengan efecto en la TO la cual ha sido reportada en 1,8 (Banchemo y col., 2011).

La condición corporal no fue afectada por la suplementación, ya que para el final del experimento las ovejas seguían con una condición similar. Esto estaría indicando que los valores de TO registrado se debieron a un efecto inmediato de la nutrición y no a un cambio en la condición corporal o flushing tradicional (Smith, 1985). La condición corporal *per se* establece el número potencial de folículos aptos para ovular (Rhind y McNeilly, 1986, citado por Banchemo y col., 2003) y el plano nutricional previo a la encarnada permite o no que todos ellos ovulen. En ovejas bien alimentadas seguramente ovulen el 100% de los folículos grandes o aptos para ovular mientras que en ovejas sometidas a un plano nutricional bajo previo al servicio solo ovulen 70% o menos de esos folículos (Banchemo, comunicación personal). En nuestro experimento, las ovejas no ovularon en el 100% de los casos pero la ovulación fue mejor que el 70% reportado en ovejas en plano nutricional bajo. Efectivamente, 96, 90 y 97% de las ovejas de los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron cuerpo lúteo indicando que de alguna manera sí existió un buen plano nutricional.

El peso vivo inicial y final al igual que la condición corporal fue muy similar para los diferentes tratamientos. Sólo se logró una tendencia en la ganancia diaria a favor del tratamiento 1 la cual no logró ser significativa. A pesar que hubo un pequeño incremento en el peso vivo, seguramente éste se deba más a llenado (las ovejas no se pesan en ayuno) que a un efecto nutricional ya que no hubo ningún cambio en CC. Normalmente cada punto incremental de condición corporal en el mismo tipo de ovino (misma edad, sexo, raza, estado fisiológico) representa entre 6 y 9 kilos extras (Montossi y col., 1998) por lo que el incremento de 1,2, 1,7 y 2,4kg registrado para los tratamientos 3, 2 y 1 en nuestro experimento tendría que haber incrementado la CC entre 0,25 y 0,5 puntos de condición lo cual no sucedió.

La hipótesis planteada para el Experimento 2 donde sosteníamos que la proteína de buena calidad suministrada en ovejas durante un flushing corto incrementaría la concentración de I.G.F-1 y glucosa, no se cumplió. Tanto la IGF-1 como la tasa ovulatoria aumentaron numéricamente pero no significativamente e incluso la tasa ovulatoria presentó una tendencia a favor de la harina de soja. Efectivamente, la tasa ovulatoria de las ovejas suplementadas con harina de soja fue 32% superior a la registrada en las ovejas suplementadas con maíz ( $P=0,07$ ). Dentro de las explicaciones para esta respuesta, el bajo número de animales utilizados puede ser la explicación para no lograr un resultado significativamente diferente. En este experimento se usaron 14 y 15 animales para los tratamientos con maíz y soja respectivamente, cuando trabajos previos utilizan al menos 45 animales por tratamiento (Banchemo y col., 2002; Banchemo y col., 2003). En el trabajo de

Banchemo y col., (2011), incrementos de tan sólo 10 a 17% en TO son significativos pero en ese caso el número de ovejas fue de 70 por tratamiento. Es de destacar que en el experimento de Banchemo y col., (2011) se usaron el mismo biotipo, de la misma edad y pasturas muy similares a las del presente experimento lo que reforzaría lo antes expuesto.

La diferencia numérica en TO registrada en este experimento puede ser resultado del consumo de proteína por parte de los dos grupos experimentales. El consumo estimado de proteína cruda promedio por día para las ovejas suplementadas con maíz fue de 85 g, mientras que las ovejas suplementadas con harina de soja fue de 225 g de proteína cruda incluyendo el suplemento y el fardo de Moha durante el período de suplementación.

Las ovejas suplementadas con maíz sólo cubrieron los requerimientos de proteína de mantenimiento (NRC, 1985) mientras que las suplementadas con harina de soja mostraron consumos altos y similares en proteína a los registrados en los tratamientos del experimento 1, con resultados similares en tasa ovulatoria a los reportados en dichos tratamientos. La mayoría de la proteína consumida por las ovejas suplementadas con maíz provino del fardo de Moha con lo cual la digestibilidad y por ende calidad de la misma fue más baja que la proteína aportada por la harina de soja en el Tratamiento 2 (Mieres, 2004).

La concentración de IGF-1 fue numéricamente mayor en las ovejas suplementadas con soja que en las suplementadas con maíz pero estas no llegaron a ser significativamente diferentes. Viñoles, (2003) reportó también incrementos de esta hormona en ovejas a las cuales se les aplicó un flushing corto. Esta hormona afectaría la respuesta de los folículos a las gonadotropinas (Poretsky y col., 1999). La IGF-1 suprimiría la apoptosis de los folículos ováricos, reduciendo su tasa de atresia e incrementando el número de folículos que desarrollan hasta la etapa de ovulación (Poretsky y col., 1999). La IGF-1 no es producida localmente sino que se produce en el hígado luego de la estimulación por la hormona del crecimiento. Se ha sugerido que la IGF-1 puede alcanzar el ovario a través de un pasaje local desde el momento que el estradiol incrementa la síntesis de IGF-1 en el útero, la cual luego puede actuar de manera endócrina para afectar el desarrollo folicular (Perks y col., 1995).

Breir, (1999) sostiene que la composición de la dieta afecta el sistema IGF-1, y la nutrición proteica parece tener un efecto más significativo en la producción de IGF que el que presenta la energía (Renaville y col., 2002). Cuando la concentración de IGF-1 se graficó en base a la ovulación de las ovejas (uno o dos ovocitos), la misma incrementó en todas las ovejas independientemente del suplemento utilizado lo cual condice con lo reportado por Renaville y col., (2002). Sin embargo, las ovejas con ovulaciones dobles siempre presentaron más IGF-1 que las con ovulaciones simples siendo la diferencia mínima en las ovejas suplementadas con soja. En este experimento, se analizó la tasa ovulatoria previa al inicio del mismo por lo que pudimos evidenciar que la alta concentración de IGF-1 en las ovejas con dos ovulaciones del tratamiento suplementado con maíz ya habían presentado en un 80% de ellas, ovulaciones dobles (el resto de los grupos tenían entre 40 y 60% de ovulaciones dobles). Seguramente, las ovejas que presentaron ovulaciones dobles en las dos

mediciones, eran posibles melliceras por selección y la IGF-1 se presentó elevada desde un principio en respuesta a un posible efecto genético (Echternkamp y col., 1990) y no a un efecto nutricional marcando la diferencia con lo sucedido en las ovejas suplementadas con soja donde si hubo un efecto nutricional sobre la concentración de IGF-1.

No existieron diferencias en concentración de glucosa entre las ovejas de los dos tratamientos. Esto seguramente obedece al manejo de la alimentación ya que los animales tenían acceso al alimento todo el día y los muestreos de glucosa se hacían a las 9 am, lo que seguramente determinó que al momento de hacer la medición, los animales ya no se encontraban en ayuno y por ende alterando la concentración de glucosa. La suplementación por 8 días con lupinos, una leguminosa cuya semilla es muy rica en proteína, incrementa tanto la glucosa como la insulina (Teleni y col., 1989). Cuando la insulina se une a su receptor resulta en una serie de efectos metabólicos del cual el más importante es el transporte de glucosa dentro de la célula y por ende la capacidad de ovular 2 o más folículos (Downing y col., 1995) pues la glucosa es la principal fuente de energía para el ovario (Rabiee y col., 1997).

La condición corporal no fue afectada positivamente por la suplementación, ya que para el final del experimento las ovejas presentaban la misma condición corporal que al inicio del mismo. Esto estraría indicando que el incremento registrado en tasa ovulatoria se debió a un efecto inmediato de la nutrición y no a un cambio en la condición corporal o flushing (Smith, 1985). Como mencionamos anteriormente, la condición corporal *per se* establece el numero potencial de folículos aptos para ovular y el plano nutricional previo a la encarnerada permite o no que todos ellos ovulen. Si consideramos que las ovejas suplementadas con maíz no tuvieron respuesta en tasa ovulatoria podemos sostener que este sería un tratamiento control donde no existió un flushing, particularmente proteico, mientras que las suplementadas con harina de soja si tuvieron respuesta.

Con respecto al peso vivo, hubo ganancias diarias de 19,2 g para el tratamiento con maíz y 57,7 g para el tratamiento con harina de soja las cuales no alcanzaron para modificar la condición corporal al final del experimento. Resultados similares han sido presentados por Banchero y col., (2003) donde con incrementos en la tasa ovulatoria de 10 a 16% no ha habido incremento en el peso vivo apoyando el modelo de efecto inmediato de la nutrición o flushig corto propuesto por Smith y Stewart, (1990).

## **CONCLUSIONES**

En conclusión, la respuesta a la suplementación en tasa ovulatoria se da cuando el suplemento aporta significativamente más proteína que la requerida por la oveja para mantenimiento. En el primer experimento, las ovejas que oficiaron de control pudieron levantar más proteína que la requerida para mantenimiento lo cual seguramente tuvo un efecto positivo (flushing) en la tasa ovulatoria y no diferente al de los grupos suplementados.

En el segundo experimento se concluyó que aportando altos niveles de proteína de alta calidad como la harina de soja por cortos períodos de tiempo previo al servicio aumentan la tasa ovulatoria con respecto a un control que sólo recibió los requerimientos proteicos de mantenimiento. El aumento de TO fue numérico y sólo tuvo una tendencia seguramente por el bajo número de animales utilizados. Se requerirían más estudios con un n más alto para evaluar al mismo tiempo la concentración de IGF-1 y TO. A su vez, para medir glucosa las ovejas deberían estar en ayunas de modo de no tener el efecto de consumos previos al muestreo lo que puede modificar los resultados.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Abecia Martínez, A, Forcada Miranda, F (2010) Manejo reproductivo en ganado ovino, Zaragoza, Servet, 195p.
2. Azzarini, M, Ponzoni, R (1971) La fertilidad y fecundidad de las ovejas. En: Aspectos Modernos de la Producción Ovina. Montevideo, Universidad de la Republica, pp 75-98.
3. Azzarini, M (1985) Vías no genéticas para modificar la prolificidad ovina. II Seminario Técnico de Producción Ovina, Salto, Uruguay, pp, 111-132.
4. Azzarini, M (2004) Potencial Reproductivo de los Ovinos. Producción Ovina, 16:5-17.
5. Banchemo, G, Vázquez, AI, Quintans, G (2002) Alternativas de manejo para aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Corriedale. Jornada Anual de Producción Animal: Resultados Experimentales, Serie de Actividad de Difusión de INIA, 294: 32-36.
6. Banchemo, G, Milton, J, Lindsay, D, La Manna, A, Vázquez, AI, Quintans, G (2003) Cómo aumentar la tasa ovulatoria/mellicera en ovejas Corriedale. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 332: 53-57.
7. Banchemo, G, Quintans, G (2005) Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada en la majada en sistemas ganaderos extensivos. Seminario de Actualización Técnica. Reproducción Ovina: Recientes avances realizados por el INIA, pp, 22-36.
8. Banchemo, G, Fernández, ME, Ganzábal, A (2005) Manejo nutricional estratégico previo a la encarnerada para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas Ideal e Ideal x Frisona Milchschaft. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 426: 3-5.
9. Banchemo, G, Quintans, G (2005) Alternativas nutricionales y de manejo para aumentar la señalada de la majada en sistemas ganaderos extensivos tasa ovulatoria/tasa mellicera. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 429: 28-33.
10. Banchemo, G, Fernández, ME, Ganzábal, A, Vázquez, A, Quintans, G (2006) Manejo genético y nutricional para aumentar la tasa mellicera de nuestras majadas. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp, 71-76.
11. Banchemo, G, Montossi, F, De Barbieri, I, Quintans, G (2007) Esquila parto: Algunos mecanismos implicados que podrían

- explicar la mayor supervivencia de corderos nacidos de ovejas esquiladas durante la gestación. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp, 199-206.
12. Banchemo, G, Quintans, G (2008) "Flushing corto" una herramienta para aumentar el porcentaje de mellizos en ovejas de baja a moderada prolificidad. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 14: 1-5.
  13. Banchemo, G, de Barbieri, I, Montossi, F (2009) ¿Cómo Preñar más Ovejas y Producir más Corderos Después de la Sequía? Serie de Actividad de Difusión de INIA, 17: 30-36.
  14. Banchemo, G, Vázquez, A, Vera, M, Quintans, G (2011) Utilización de taninos condensados para incrementar la tasa ovulatoria en ovejas. XV Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp, 252-253.
  15. Banchemo, G, Ganzábal, A, Montossi, F, de Barbieri, I, Quintans, G (2012) Aportes de la investigación para el aumento de la producción de corderos. Disponible en: [www.revistasmvu.com.uy/sobre-la-revista/176.html](http://www.revistasmvu.com.uy/sobre-la-revista/176.html). Fecha de consulta 03/10/13.
  16. Banchemo, G, Montossi, F, de Barbieri, I (2013) Como lograr una buena encarnerada para mejorar la eficiencia reproductiva de nuestras majadas. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 32: 12-16.
  17. Banchemo, G, Vázquez, A, Quintans, G (2013) El objetivo es producir más corderos: Consideraciones a tener en cuenta para un correcto manejo pre y posparto de ovejas prolíficas. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 33: 7-10.
  18. Bonino, J, Hughes, P, Villaamil, A, Azzarini, M, Valledor, F (1989) Multiovlación y transplante embrionario en ovinos. Producción Ovina, 2:11-22.
  19. Breier, BH (1999) Regulation of protein and energy metabolism by the somatotropin axis. Domestic Animal Endocrinology, 17: 209-218.
  20. Downing, JA, Joss, J, Connell, P, Scaramuzzi, RJ (1995) Ovulation rate and the concentrations of gonadotrophic and metabolic hormones in ewes fed lupin grain. Journal of Reproduction and Fertility, 103: 137-145.
  21. Echternkamp, SE, Spicer, LJ, Gregory, KE, Canning, SF, Hammond, JM (1990) Concentrations of insulin-like growth factor-I in blood and ovarian follicular fluid of cattle selected for twins. Biology of Reproduction, 43: 8-14.
  22. Escaray, F, Estrella, J, Pesqueira, J, Pieckenstain, F, Damiani F, Paolucci, F, Ruizo (2007) Taninos condensados en leguminosas del género *lotus.*, Lotus Newsletter. Argentina, V, 37, pp 34-35. Disponible en: <http://www.inia.org.uy/sitios/Inl/vol37/escaray2.pdf>. Fecha de Consulta 15/11/2013.

23. Fernández Abella, DH (1987) Características reproductivas de las razas prolíficas. En: Fernández Abella, DH. Temas de reproducción ovina, Montevideo, UR, pp, 5-72.
24. Fernández Abella, DH (1993) Principios de Fisiología Reproductiva Ovina. Montevideo. Hemisferio Sur, 247p.
25. Fernández Abella, D, Saldaña, S, Surraco, L, Villegas, N, Hernández Russo, Z, Rodríguez Palma, R (1994) Evaluación de la variación estacional de la actividad sexual y crecimiento de lana en cuatro razas. Boletín Técnico de Ciencias Biológicas de la Universidad de la República 4: 19-44.
26. Fernández Abella, DH, Formoso, D, Lafourcade, E, Rodríguez Monza, P, Monza, J, Aguerre, J, J, Ibáñez, W (2005) Efecto del nivel de oferta de Lotus uliginosus CV. Maku previo al servicio sobre la fecundidad ovina. Producción Ovina, 17:37-46.
27. Fernández Abella, D, Azzarini, M (2005) Evaluación de diferentes niveles restrictivos en la alimentación de ovejas Corriedale-FecB sobre la tasa ovulatoria y la fecundidad. Producción Ovina, 18:119-122.
28. Fernández Abella, D, Castells, D, Piaggio, L, Deleón, N (2005) Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. 1. Efectos de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y la fecundidad. Producción Ovina, 18: 25-31.
29. Fernández Abella, D, Formoso, D (2007) 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, 19: 5-13.
30. Fernández Abella, D, Formoso, D, Casco, O, Delgado, M, A, García, A, P, Ibáñez, W (2007) Efecto del pastoreo de Lotus uliginosus cv Maku sobre la tasa ovulatoria y fecundidad en dos biotipos de ovejas Corriedale. Producción Ovina, 19:25-32.
31. Fernández Abella, D, Formoso, D, Casco, O, Delgado, M, E, García, A, P, Ibáñez, W (2007) 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. Producción Ovina, 19:33-42.
32. Fernández Abella, D, Formoso, D (2007) El Flushing: Una Herramienta para Incrementar la Tasa Ovulatoria de los Ovinos. Lananoticias 145:12-16.
33. Fernández Abella, D, Formoso, D, Aguerre, J, J, Hernández, Z, Buzoni, G, Galli, C, Varela, J, P, 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, 20: 31-40.
34. Forcada Miranda, F (1996) Reproducción Ovina. En: Buxadé, C. Zootecnia, Madrid, Mundi prensa, V 8, pp, 77-93.
35. Forsberg, M (2002) Estacionalidad reproductiva: el significado de la luz. En: Ungerfeld, R. Reproducción en animales domésticos, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Melibea, V 1 pp, 123-140.

36. Ganzábal, A, Ruggia, A, Miquelerena, J (2003) Producción de corderos en sistemas intensivos. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 342: 1-7.
37. Ganzábal, A, Ciappesoni, G, Banchemo, G, Vázquez, A, Ravagnolo, O, Montossi, F (2012) Biotipos maternales y terminales para enfrentar los nuevos desafíos de la producción ovina moderna. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 29: 14-18.
38. Hafez, ESE, Hafez, B (2002) Reproducción e Inseminación Artificial en animales, 7ª ed, México, McGraw-Hill Interamericana, 519p.
39. Hervás, G, Frutos, P, Mantecon, A (2001) Protección de suplementos proteicos frente a la degradación ruminal: utilización de taninos. España, Mundo Ganadero, 135: 40-42. Disponible en: <http://digital.csic.es/handle/10261/5112>. Fecha de consulta 15/11/2013.
40. Hidalgo, L, Otero, M (2004) Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis Facultad de Agronomía y Veterinaria Argentina. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/64-taninos\\_en\\_forrajeras.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/64-taninos_en_forrajeras.htm). Fecha de consulta 15/11/2013.
41. Kriel, GV (1992) Effect of dietary proteína intake and intravenous glucose infusion on plasma concentrations of insulina growth factor -1 in lambs. Journal of Endocrinology 132: 195-199.
42. Kugler, N, Santini, F, Elizalde, J, Rearte, D (1994) Efecto del agregado de taninos de Quebracho (*Schinopsis sp.*) sobre la digestión ruminal e intestinal de forraje fresco de Alfalfa. Revista Argentina de Producción Animal, Argentina, 14: 15-16.
43. Martín, GB, Banchemo, G (1999) Nutrición y reproducción en rumiantes. Symposium on ruminant reproduction, Colegio de Postgraduados, Programa de Ganadería, Montecillo, México, 27p.
44. Menchaca, A, Pinczack, A, González, S (2005) Tasa ovulatoria de ovejas Merino Dohne y sus cruces en Uruguay. VI Simposio Internacional de Reproducción Animal, Instituto de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina, p 475.
45. Mieres, J (2004) Guía para la alimentación de rumiantes. Serie Técnica de INIA, 142, 84.
46. Montiel, M, Depetris, G (2007) Silo de grano húmedo de sorgo. Producir XXI, Bs. As, INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Balcarce, 15(183): 20-24. Disponible en: [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/80-grano\\_sorgo\\_humedo.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/80-grano_sorgo_humedo.htm). Fecha de consulta 20/11/2013.
47. Montossi, F, San Julián, R, de Mattos, D, Berretta, E, J, Zamit, W, Levratto, J, Ríos, M (1998) Impacto del manejo de la condición corporal al parto sobre la productividad de ovejas

- Corriedale y Merino. Serie de Actividad de Difusión de INIA, 102: 185-193.
48. Montossi, F, Pigurina, G.; Santamarina, I, Berreta, E (2000) Estudios de selectividad animal en diferentes comunidades vegetales de la región de basalto y su importancia práctica en el manejo del pastoreo con ovinos y vacunos. Serie Técnica de INIA, 113: 14-48.
  49. NRC- National Research Council (1985) 'Nutrient requirements of sheep.' Washington National Academy DC, Press, 99p.
  50. Oficialdegui, R (1992) Suplementación Estratégica en Lanares, Lananoticias, 101:19-23.
  51. Pedraza, R, Martínez, S, Hernández, J, Franco, F (2005) Los taninos en los forrajes y su papel en la nutrición de los rumiantes. Revista de Producción Animal, Universidad de Camagüey, Cuba, V 17, 1p. Disponible en: <http://www.reduc.edu.cu/147/05/1/14705105.pdf>. Fecha de Consulta 15/11/2013.
  52. Perks, CM, Denning-Kendall, PA, Gilmour, RS, Wathes, DC (1995) Localization of messenger ribonucleic acids for insulin-like growth factor I (IGF-1), IGF-2, and the type I IGF receptor in the ovine ovary throughout the estrous cycle. Endocrinology 136: 5266-5273.
  53. Piaggio, C, Banchemo, G (2013) Resultados de suplementación estratégica con bloques nutricionales entorno a la encarnada y en el pre-parto. Anuario de la raza Merlín, Uruguay, 64p.
  54. Poretzky, L, Cataldo, NA, Rosenwaks, Z, Giudice, LC (1999) The insulin related ovarian regulatory system in health and disease. Endocrinology Review 20: 535-582.
  55. Rabiee, AR, Lean, IJ, Gooden, JM, Miller, BG (1997) Short-term studies of ovarian metabolism in the ewe. Animal Reproduction Science 47: 43-58.
  56. Renaville R, Hammadi, M, Portetelle, D (2002) Role of the somatotrophic axis in the mammalian metabolism. Domestic Animal Endocrinology 23: 351-360.
  57. Roberts, SJ (1979) Fisiología del periodo de gestación. En: Roberts, SJ. Obstetricia Veterinaria y Patología de la Reproducción, Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp, 103-136.
  58. Rubianes, E, Castro, de T, Viñoles, C, Ungerfeld, R, Carabaja, B, Kmaid, S (1995) Superovulación y transferencia embrionaria en ovinos. Montevideo, Departamento de Fisiología Facultad de Veterinaria, 43p.
  59. Salgado, C (2013) Ateneo de la Investigación y Desarrollo de la Producción Ovina. 30 y 31 de Mayo, Cerro Colorado, SUL, 30p.
  60. Simmons, E, Ekarius, C (2011) Gestión del rebaño. En: Simmons, E, Ekarius, C. Guía de la cría de Ovejas, Barcelona, Omega, pp, 295-313.
  61. Smith, JF (1985) Protein, energy and ovulation rate. En: Genetics of Reproduction in Sheep. Editors R.B. Land and D.W. Robinson, Ed. Butterworths, London, pp, 349-359.

62. Smith, JF, Stewart, RD (1990) Effects of nutrition on the ovulation rate of ewes. En: Oldham, CM, Martin, GB, Purvis, IW. Reproductive Physiology of Merino Sheep Concepts and Consequences, School of Agriculture (Animal Science) Ed. The University of Western, Australia, Perth, pp, 85-102.
63. Stewart, R, Oldham, CM (1986) Feeding lupins to ewes for four days during the luteal phase can increase ovulation rate. Proceedings of the Australian. Society of Animal Production 16: 367-370.
64. Teleni, E, King, WR, Rowe, JB, McDowell, GH (1989) Lupins and energy-yielding nutrients in ewes. I. Glucose and acetate biokinetics and metabolic hormones in sheep fed a supplement of lupin grain. Australian Journal of Agricultural Research 40: 913-924.
65. Ulyatt, MJ, Fennessy, PF, Rattray, PV, Jagusch, KT (1980) The nutritive value of supplements. En: Supplementary feeding. A guide to the production and feeding of supplements for sheep and cattle in New Zealand. Eds. Drew, K.R., Fennessy, P.F. Occasional Publication, New Zealand Society of Animal Production 197p.
66. Ungerfeld, R (2002) Reproducción en los animales domésticos, Tomo I, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Melibea, 289 p.
67. Van Lier, E, Hart, K, Viñoles, C, Paganoni, B, Blache, D (2007) Ovejas Merino calmas tienen más gestaciones múltiples que las nerviosas debido a una mayor tasa ovulatoria (resultados preliminares). XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp, 315-317.
68. Viñoles, CG (2003) Effect of Nutrition on Follicle Development and Ovulation Rate in the Ewe. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 56p.
69. Viñoles, C, Paganoni, B, Milton, J, Blache, D, Blackberry, M, Martín, GB (2007) Los efectos estático e inmediato de la nutrición actúan en forma sinérgica para aumentar la tasa ovulatoria en ovejas Merino. XXXV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay, pp, 326-327.
70. Viñoles, C (2011) Regulación de la Foliculogénesis y la Tasa Ovulatoria en la Oveja. Spermova, 1:92-94.
71. Zarco, L (2008) Endocrinología de la Reproducción. En: Galina, C, Valencia, J. Reproducción de Animales Domésticos, 3ª ed, México, Limusa, pp, 59-83.