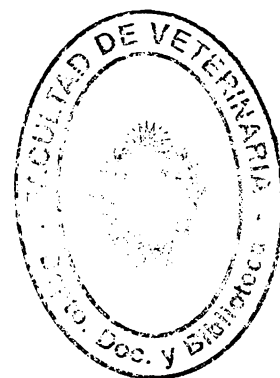


**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**BIOESTIMULACIÓN EN VAQUILLONAS: EFECTO DE LA EXPOSICIÓN  
CON NOVILLOS ANDROGENIZADOS PREVIO A UN ENTORE DE OTOÑO-  
INVIERNO**

por

**Adrián PATETTA**



**TESIS DE GRADO** presentado como uno de los requisitos para obtener el título de Doctor en Ciencias Veterinarias (Orientación Producción Animal)

**MODALIDAD Ensayo Experimental**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010**

TG 172  
Bioestimula  
FV/28544

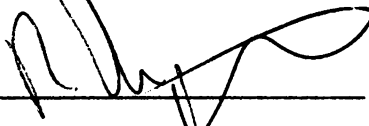


**TESIS DE GRADO aprobada por:**


Presidente de Mesa:

  
\_\_\_\_\_  
CAROLINA FIOI.

Segundo Miembro (Tutor):

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ungerfeld

Tercer Miembro:

  
\_\_\_\_\_


Fecha:

30 / 4 / 2010

Autor:

  
\_\_\_\_\_  
Adrián Patetta

FACULTAD DE VETERINARIA

Aprobado con .....7(siete).....  


## AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a todas aquellas personas que han estado acompañándome durante el transcurso de mi carrera.

A mi familia quienes me han apoyado incondicionalmente en todo momento, sin importar cuales fuesen los resultados.

A Johana quien con su fuerza, cariño y dedicación me ayudo a transitar este camino tan importante.

A mis compañeros y amigos que han sido participe de este proceso en mi vida.

A mi tutor por la paciencia y apoyo brindado.

A docentes y funcionarios de facultad quienes contribuyeron con la formación humana y profesional.

## **TABLA DE CONTENIDOS**

	<b>Páginas</b>
<b>PÁGINA DE APROBACIÓN</b>	<b>II</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>VI</b>
<b>1. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>2. SUMMARY</b>	<b>2</b>
<b>3. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>3</b>
3.1 Introducción general	3
3.2 Aspectos básicos de la fisiología reproductiva	4
3.2.1 La pubertad	4
3.2.2 Ciclo Estral	5
3.2.3 Primer servicio	6
3.2.4 Anestro posparto y Período Lactación – destete	7
3.3 Factores que afectan el desempeño reproductivo	9
3.3.1 Alimentación, edad y condición corporal	9
3.3.2 Época del año y horas luz	12
3.3.3 Acción de las Feromonas	13
3.3.4 Bioestimulación	15
3.3.4.1 Introducción	15
3.3.4.2 Historia de la Bioestimulación	16
3.3.4.3 Conceptos de Bioestimulación	17
3.3.4.4 Utilización en diferentes especies	18
3.3.4.5 Utilización en rumiantes	19
3.3.4.6 Antecedentes en bovinos de carne	21
<b>4. EXPERIMENTO DE TESIS</b>	<b>24</b>
4.1 Objetivo	24
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>25</b>
5.1 Lugar y fecha de realizado	25
5.2 Procedimiento	25
5.3 Análisis estadístico	26
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>27</b>
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>28</b>

8. CONCLUSIÓN	30
9. BIBLIOGRAFÍA	31

## LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Distribución de los grupos según el peso	27
Figura 1. Distribución de preñez según rango de peso	27



## 1. RESUMEN

La bioestimulación se refiere a la comunicación entre macho y hembra en la que intervienen sustancias químicas volátiles, secretadas y excretadas por glándulas cutáneas o liberadas en la orina y heces. Esta técnica resulta de la exposición de machos enteros, novillos o vacas androgenizadas, frente a un rodeo de hembras previamente aisladas durante cierto tiempo. El objetivo de este trabajo fue evaluar si la exposición de vaquillones pre-púberes ante novillos androgenizados previo al servicio, se relaciona con aumentos en los índices de preñez. Además, comparar la respuesta al efecto, según la variación de peso. Se utilizaron 246 hembras, distribuidas en dos grupos homogéneos, uno para recibir bioestimulación y el otro como testigo (sin bioestimulación). Además, cada grupo se subdividió en 3 categorías según el peso (bajo: 240-269,5 kg; medio: 270-309,5 kg; alto: 310-360 kg). Las vaquillonas estuvieron aisladas del contacto con toros por más de 30 días previos al comienzo del experimento. Seguidamente se realizó, la exposición de uno de los grupos durante 15 días, antes del servicio por monta natural. No se encontraron diferencias significativas en la variación de peso entre las vaquillonas bioestimuladas y las que se encontraban aisladas de machos. Dentro de los 2 grupos experimentales no se observaron diferencias en la tasa de preñez registradas a los 15 días post-servicio, pero sí la tasa de preñez fue mayor a los 30 días de comenzado el entore en las vaquillonas de peso alto bioestimuladas. En conclusión, la bioestimulación previa a un entore de otoño, en que las vaquillonas perdieron peso, determinó una mayor tasa de preñez en las vaquillonas de peso corporal alto.

## **2. SUMMARY**

Biostimulation – the stimulus provoked by bulls in female reproductive activity-stimulates female cyclic activity. The aim of this study was to evaluate if the exposure of pre-puberal heifers to androgenized steers before a late autumn-early winter service increases pregnancy rates. Furthermore, the influence between biostimulation and heifers' body weight was also studied. Two hundred and forty six Hereford heifers were assigned to 3 body weight categories (low: 240-269.5 kg; medium: 270-309.5 kg; high: 310-360 kg). Heifers were isolated from bull contact 30 d before the beginning of the experiment and adjudicated to two groups. One group was exposed to androgenized steers for 15 d, while the other remained isolated from males (control) before the onset of the breeding period. Pregnancy rate was greater in high weight heifers 30 d post-service in bioestimulation. In conclusion, biostimulation increased pregnancy rate in high body weight heifers in a late autumn-early winter.



### **3. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Introducción general**

En nuestro país hay más de 38.000 establecimientos ganaderos, ocupando casi 13 millones de hectáreas de pastoreo, en las que se maneja ganado vacuno y ovino. En los sistemas ganaderos extensivos predominan las praderas naturales, con un porcentaje reducido de campos mejorados (menor al 10%). Uruguay está entre los principales países exportadores de carne vacuna y lana en el mundo. Las principales razas bovinas son Hereford y Aberdeen Angus, las que tienen muy buena aptitud carnicera (Gómez, 2006). Los sistemas de producción predominantes, (en las áreas de ganadería extensiva del país), son los llamados de cría y ciclo completo. El rodeo de cría es el conjunto de animales que tiene por finalidad producir terneros cada año. A través del mismo se asegura la reposición de animales en el campo, la venta de la producción o el eventual crecimiento del estock (Gómez, 2006).

La productividad en el ganado de carne está directamente relacionada con la edad a la pubertad, especialmente en los sistemas de cría estacionales (Ferrel, 1982). Los principales factores determinantes de la edad de la pubertad son el peso corporal y aumento de peso (Wolfe et al., 1990). En Uruguay, las vaquillonas de carne en condiciones de pastoreo natural inician su actividad cíclica entre los 15 y 17 meses de edad, si el peso corporal está entre 278 y 295 kg (Quintans et al., 2004, 2007). En los sistemas basados en el pastoreo, como es el que predomina en nuestra región, las vaquillonas cruza Hereford x Aberdeen Angus alcanzaron la pubertad a los 15 meses y 300 kg de peso vivo, cuando si la ganancia diaria de peso en el invierno anterior fue alta (0,65 kg /d) (Quintans et al., 2004). Sin embargo las vaquillonas alimentadas a campo natural a partir de mayo (mediados de otoño) y durante el invierno pierden peso y en la mayoría de los casos cesa su actividad cíclica (Quintans et al., 2003).

La presencia de machos en un rodeo estimula la inducción del celo y la ovulación de las hembras a través de distintas señales (estimulación de los genitales, feromonas, u otras señales externas), lo que es conocido como bioestimulación. La bioestimulación también puede utilizarse para adelantar la pubertad en las vaquillonas. Aunque en algunos ensayos no tuvo ningún efecto positivo sobre el inicio de la pubertad (MacMillan et al., 1979), otros autores informaron de un comienzo más temprano en la pubertad en vaquillonas Bos tarus (Roberson et al., 1991; Asis et al., 2000), cruza Hereford x Nelore: (Quadros y Piva-Lobato, 2004) y Bos indicus (Oliveira et al., 2009). Bastidas et al. (1999) también informaron que la exposición a toros estimuló la tasa de crecimiento folicular ovárico en vaquillonas prepubescentes de la raza Brahman. Adelantar la pubertad mediante la bioestimulación en vaquillonas puede resultar de importancia comercial considerable. Además podría lograrse el aumento de la proporción de animales apareados o inseminados y la concepción en las primeras tres semanas del entore (MacMillan et al., 1979).

## 3.2 Aspectos básicos de la fisiología reproductiva

Como puntos importantes a tratar en la vida reproductiva de un animal se encuentran eventos destacados como son, la pubertad, el ciclo estral, primer servicio, anestro posparto y lactación - destete.

### 3.2.1 La pubertad

El comienzo de la madurez sexual (pubertad), se encuentra influenciada por la raza, intensidad de alimentación en la recría, manejo, variabilidad genética individual, ejercicio, horas luz y clima (Quintans, 2004, 2007). En las hembras domésticas, la pubertad comienza antes de finalizar su desarrollo corporal, y aunque la capacidad de reproducirse se establece, su eficiencia, no es totalmente óptima (Arthur et al., 1991). Según Kinder et al. (1994) el período prepuberal es la forma en que la naturaleza controla en la hembra, una concepción precoz, con lo que evita la posibilidad de no llevar a término la gestación, comprometer la vida de la hembra o mantener una inadecuada alimentación de la cría.

La pubertad es el punto inicial de la actividad reproductiva en la ternera y es caracterizado por el primer celo, seguido de ovulación y desarrollo de la función luteal. Algunas de las hormonas involucradas son, la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), secretada por el hipotálamo; la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo estimulante (FSH), secretadas por la hipófisis; el estradiol, la inhibina y la progesterona de origen ovárico; y la prostaglandina (PGf2 alfa), secretada por el útero (Ungerfeld, 2002).

Las modificaciones que se establecen en la pubertad dependen directamente de la actividad ovárica, la que tiene dos funciones: producción de gametos femeninos y síntesis de hormonas. El estímulo para el desarrollo folicular es intraovárico y hasta que la vaquillona alcanza la edad de la pubertad los folículos solo se desarrollan hasta poseer una teca interna, momento en que comienza su atresia. Al llegar a la pubertad la vaquillona tiene unos 200 folículos en cada ovario. El desarrollo posterior de estos folículos, hasta llegar a cavitarios y maduros, depende del estímulo de las hormonas gonadotróficas FSH y LH (Arthur et al., 1991).

Antes de la pubertad se observa una baja pulsatilidad en la secreción de LH. Aproximadamente 50 días antes de la pubertad los pulsos de esta hormona son de 1 a 4 cada 24 horas, esta frecuencia comienza a aumentar 1 pulso por hora antes de ocurrir la primera ovulación (Day et al., 1987). El mecanismo que retarda la primera ovulación es la inhibición hipotalámica que es determinada por la escasa producción de estradiol, por parte de los folículos, los que no maduran por la deficiencia de LH. A medida que se acerca la pubertad aumentan los receptores hipotalámicos del estradiol y se supera la inhibición generando un aumento de los pulsos de LH a consecuencia de la GnRH. Esto determina la maduración final del folículo, mayores niveles de estrógenos secretados lo que desencadena el pico preovulatorio de LH y posterior ovulación (Kinder et al., 1994).

En los sistemas de producción lechera así como en otros sistemas productivos bovinos, la búsqueda por la eficiencia productiva y aumento de la productividad es una necesidad creciente de los establecimientos comerciales, para la permanencia en la actividad (Lima et al., 2008). Según este autor, la mejora de la eficiencia productiva está sumamente relacionada al éxito reproductivo. Teniendo en cuenta estos conceptos, debemos considerar la edad de la pubertad como uno de los factores que influyen en los resultados reproductivos.

### 3.2.2 Ciclo Estral

El ciclo estral es un conjunto de eventos que se repiten sucesivamente, comprendiendo la fase luteal y fase folicular (Ungerfeld, 2002). Mientras que en la oveja tiene una duración promedio de 17 días, en otras especies domésticas, como la vaca, la yegua y la cerda, dura alrededor de 21 días. En el caso de la vaca y la cerda los ciclos se repiten sucesivamente en el animal no preñado durante todo el año tratándose de especies poliéstricas no estacionales (Ungerfeld, 2002). En los animales domésticos el apareamiento solo ocurre durante el estro, en la mayoría de las hembras ovinas y vacunas, la ovulación ocurre entre las 24 y 30 horas después de iniciado el estro (Hafez, 1989a).

Generalmente la primer ovulación es irregular y sin manifestación de celo (Berchtold 1988). Esto podría deberse a los bajos niveles de progesterona antes de la pubertad. Esto se explica por la necesidad de un efecto previo de esta hormona sobre los centros comportamentales del cerebro para que junto con el aumento posterior de los estrógenos se manifieste los signos de celo (Ungerfeld, 2002). Berchtold (1982) afirma que el primer estro con ovulación en bovinos (*Bos taurus*) bien alimentados se presenta entre los 9 y 12 meses de edad, en tanto, en el *Bos indicus*, la pubertad comienza más tarde (Berchtold 1982).

Teniendo en cuenta que el ciclo estral resulta de la coordinación fundamentalmente de 4 órganos (cerebro, hipófisis, ovarios y útero) debemos conocer y analizar como se vinculan estos entre sí. Esta interacción está principalmente comandada por hormonas GnRH, FSH, LH, PGF2 alfa. Otras hormonas como la prolactina y los andrógenos también participan (Ungerfeld, 2002). Casi todas las hormonas en los mamíferos intervienen en algún aspecto de la reproducción. Esta intervención ocurre a través de una acción directa o indirecta de la hormona, en tareas específicas, en la cual la presencia de la misma es necesaria para el mantenimiento apropiado del ambiente interno que asegure la reproducción exitosa. Las hormonas de la reproducción se dividen en dos tipos según su acción: A) hormonas primarias de la reproducción como ejemplos podemos nombrar FSH, LH, PGF2 alfa y B) hormonas metabólicas que influyen en la reproducción algunas de estas son la insulina, GH, prolactina etc. (Hafez, 1989a).

Las primeras (A) forman parte directa de varios aspectos de la reproducción como la espermatogénesis, la ovulación, el comportamiento sexual, la

fecundación, la implantación, el mantenimiento de la gestación, el parto, la lactación y el comportamiento materno. En segundo lugar (B) las hormonas metabólicas son necesarias para el bienestar general y el estado metabólico del animal, lo que permite que ocurra la reproducción (Hafez, 1989a).

### 3.2.3 Primer servicio

La edad del primer servicio cobra vital importancia no solo en el manejo reproductivo, haciendo hincapié en la edad en que la vaquillona es servida por primera vez, sino también en como afecta la productividad del rodeo de cría con el consiguiente cambio en la producción de carne (Rovira, 1996). Algunos autores destacan la importancia de la edad del primer entore, en base al costo de manutención de animales improductivos según la edad en que se sirven por primera vez. Tal es el caso de Rovira (1996), quien afirmó que con animales servidos a los 2 años de edad, se necesita mantener un total de 24% más de animales que si se entora a los 14-15 meses. A su vez un 48% más de animales si el primer entore es realizado a los 3 años de edad. Según el autor, en nuestro país el 70% de las vaquillonas son recién entoradas a los 3 años de edad. Esto significa que destetaran su primer ternero a los 4,5 años de edad, que es el tiempo que el criador debe esperar para que ese vientre le produzca un ternero de alrededor de 130 kg de peso vivo. También afirmó que el adelanto en la edad de la primera parición trae aparejado una disminución en las categorías de animales improductivos, hecho sumamente importante, y que el entore de vaquillonas de sobre año en muchos casos es una buena opción para aumentar la productividad de los rodeos de cría.

Otros autores a diferencia, afirman que el primer servicio sería totalmente viable a los dos años de edad en ganado de carne. También aseveran que este manejo llevaría a un aumento en la vida útil del vientre, además de la identificación temprana de las vaquillonas improductivas, eliminando así los costos de manutención de estos animales (Chagas et al., 1987). Sin embargo Rocha y Lobato (2002), concluyeron que es posible un adecuado entore a partir de los 14 o 15 meses de edad, con porcentajes de preñez que median el 59 %. Semejantes a los índices de preñez medios de carne en Río Grande del Sur con entores a los 36 meses de edad. Coincidiendo con lo expuesto por Rovira (1996). Beretta et al., (2002) por medio de modelos de simulación computarizados, destacaron la gran importancia que posee el aumento productivo de los sistemas, simplemente con la reducción de la edad del primer parto.

Para tener una primera parición temprana las vaquillonas deben tener un primer servicio y concepción precoz, durante su primera estación reproductiva. Para llegar a esta meta los animales deben estar ciclando regularmente en el inicio de la estación reproductiva, esto es debido a la mayor fertilidad que sigue al celo puberal. Teniendo en cuenta que este fenómeno es comandado por la nutrición, el llegar a un peso adecuado en el momento del entore es una de las medidas de manejo más importantes para la reproducción en esta categoría (Lobato, 1997).

### 3.2.4 Anestro posparto y Período Lactación Destete

La eficiencia de los sistemas de producción de carne bovina de cría y ciclo completo está determinada por el número de terneros nacidos o destetados/vaca servida/año. La vaca después del parto necesita de un período variable de tiempo para volver a la actividad cíclica ovárica. Ese período es comúnmente llamado anestro posparto (Vinhas, 1994). El amamantamiento y la subnutrición que llevan a una baja condición corporal al parto y entore, son las principales razones que explicarían el lento reinicio de la actividad reproductiva durante el posparto en la vaca de cría, y por consiguiente la baja eficiencia reproductiva (de Castro, 2002).

Se entiende que después de la pubertad la actividad cíclica ovárica debería mantenerse de forma continua durante toda la vida de la vaca, excepto durante la gestación y un corto período del puerperio Grunert (1988).

Según Short et al., (1990) los puntos clave con mayor importancia en la variación del período de infertilidad posparto son la involución uterina, ciclo estral corto y anestro posparto. Una involución uterina normal impide por al menos 20 días la fertilización, ya que existe una barrera física en el transporte de los espermatozoides además de no permitir la implantación del embrión (Short et al., 1990). Un ciclo estral corto también contribuye en la infertilidad posparto, aunque la hembra presente celo seguido de ovulación y concepción, esta no es capaz de mantener la preñez, ya que el cuerpo lúteo tiene menor duración y libera menos progesterona (Short et al., 1990). Por otro lado se dice que el anestro posparto es un período de transición en el que el eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino se recupera de la preñez previa, lo cual indica un hecho normal y fisiológico luego del parto, volviéndose anormal si excede un cierto tiempo (de Castro, 2002).

Como una posible causa de anestro se debe tener en cuenta también, la edad y el tamaño del animal como factores influyentes. En general la fertilidad en la vaca aumenta hasta los 4 o 5 años, permaneciendo constante hasta los 6 años. Luego comienza a decrecer disminuyendo gradualmente a medida que el animal es más longevo. No obstante la edad en el ganado bovino es relativa, ya que en la mayoría de los casos antes de que la edad sea un obstáculo, el animal es sacrificado por razones económicas. Sin embargo el tamaño de la vaquillona en el primer servicio adquiere mayor importancia ya que la misma se relaciona con la duración del anestro posparto de la vaca de primera cría. Es fundamental que la vaquillona alcance un tamaño suficiente en su primer servicio para minimizar la probabilidad de distocia en su primer parto y disminuir el período de inactividad cíclica posterior (Bath et al., 1982).

Conjuntamente con los factores propios del animal anteriormente mencionados que afectan la duración del período posparto, encontramos los llamados factores externos. Estos factores están determinados principalmente por el amamantamiento y la producción láctea, categoría, la condición corporal, el estado de nutrición y la estación de parición. Como factores algo menos relevantes encontramos: la raza, el estrés, características del parto (normal,

distócico, retención de placenta, infecciones uterinas posparto), enfermedades diversas y presencia de toros en el rodeo de Castro, (2002).

El amamantamiento tiene un rol protagónico en el reinicio a la actividad reproductiva de la vaca. Esto fue estudiado por diversos autores que comprobaron que la interacción madre-hijo y el amamantamiento son los principales factores responsables del anestro. Para ello se utilizaron varios modelos experimentales como lo son la denervación de la glándula mamaria, mastectomías, estimulación manual de los pezones, distintos manejos y frecuencias en el ordeño etc; con lo que se afirma el concepto de que la relación vaca-ternero es la responsable de la inhibición de la ovulación en vacas en lactación (Breuel et al., 1993; Short et al., 1990; Stagg et al., 1998; Stevenson et al., 1994; Williams, 1990, Williams y Griffith, 1995) citados por de Castro, (2002).

La alimentación es un factor determinante en el proceso de escape del anestro y en conjunto con éste, el nivel nutricional que ha tenido el animal en el proceso de gestación y posparto (Rovira, 1996).

Tanto el período de lactación como el momento del destete son episodios claves para el reinicio del ciclo reproductivo de la vaca. Así como anteriormente se explicó, ha sido estudiado por varios autores y estos concluyen que el anestro está sumamente relacionado con estos fenómenos. Según de Castro (2002), el amamantamiento es un estímulo esterocéptico que determina el futuro reproductivo de la hembra bovina. La presencia ininterrumpida de esta acción tiene un efecto muy importante no solo a nivel biológico sino también a nivel económico. Tanto la frecuencia de amamantamiento, como la intensidad y la duración de la lactación se consideran los principales responsables del alargamiento del intervalo de anestro posparto. La presencia del ternero al pie, como ocurre en los sistemas tradicionales, puede ejercer un efecto negativo sobre el retorno a la actividad reproductiva, prolongando así el período de servicio y disminuyendo la tasa de eficiencia reproductiva (Fonseca et al., 1981, citado por Fagundez, 2006).

Los mecanismos fisiológicos que controlan el anestro posparto están influenciados por un bloqueo en la secreción pulsátil de GnRH, en el hipotálamo, pero existen otros factores involucrados puesto que los tratamientos realizados en base a GnRH no son eficientes para todas las hembras y menos en las vacas recién paridas con bajos niveles nutricionales (Short et al., 1990). Según Rovira, (1996) el destete es una operación de manejo que tiende a favorecer a la vaca perjudicando lo menos posible al ternero. Esta técnica favorece a la vaca no sólo no afectando su desempeño reproductivo, sino que la acerca al máximo potencial, además de no actuar contra el ternero, esto significa que no interfiere en su potencial de crecimiento. Según Breuel et al. (1993, citado por de Castro, 2002), luego del destete la hipófisis aumenta su sensibilidad y por ende su respuesta a la GnRH, al ocurrir este fenómeno hay un incremento en las concentraciones de LH acompañado del aumento de estradiol. Conjuntamente los niveles de FSH disminuyen

probablemente por retroalimentación negativa desencadenada por el desarrollo de folículos.

Dentro de las técnicas de destete, encontramos distintas variantes las cuales difieren en el tiempo que el ternero permanece con su madre. Como dos grandes subdivisiones podemos mencionar el destete definitivo y el destete temporario. El nombrado en primer lugar tiene cuatro manejos diferentes, destete Superprecoz, precoz, tradicional y tardío (Rovira, 1996). Como segunda subdivisión se menciona el destete temporario. Este puede realizarse de diferentes maneras, separando el ternero de su madre por 72 a 120 horas al inicio del entore. O colocando a los terneros tablillas nasales por 11 a 14 días, esto impide que mamen (de Castro 2002).

### → 3.3 Factores que afectan el desempeño reproductivo

A su vez además de los factores fisiológicos y hormonales internos se describen factores externos que influyen en el desempeño reproductivo. Estos factores abarcan la nutrición, el fotoperíodo, el clima (Rekwot et al., 2000b) y la bioestimulación (Arthur et al., 1991).

#### 3.3.1 Alimentación, edad y condición corporal

Es bien sabido que la alimentación es uno de los puntos críticos que marcan de por vida el desempeño reproductivo en un animal (Rovira, 1996). Rovira (1996) asevera que el manejo nutritivo desde el nacimiento de la ternera hasta su primer entore exige una atención y una previsión muy especial, así como la etapa siguiente hasta el primer parto y luego hasta el segundo entore. Los vientres adultos con más de una parición demandan manejos nutritivos muy ajustados y variables a lo largo del año, pero se debe ser sumamente cuidadoso con los vientres primerizos, porque cualquier contratiempo en su alimentación puede provocar efectos negativos difíciles de superar.

Short et al. (1990), destacan que el nivel nutritivo al cual se somete a un rodeo, marca de forma significativa los índices productivos, siendo sus efectos más notorios en las categorías más demandantes como son las vaquillonas de primera cría. Estos afirman que las prioridades de la utilización de nutrientes por parte de los bovinos son las siguientes; a) Metabolismo basal, b) Actividad, c) Crecimiento, d) Energía básica de reserva, e) Preñez, f) Lactación, g) Energía adicional de reserva, h) Ciclo estral e inicio de la preñez, i) Exceso de reserva. Esta utilización de nutrientes es relativa, pudiendo cambiar en ocasiones según el estado fisiológico y reproductivo en el que se encuentran esos animales.

Varios estudios han sido material de apoyo para seguir consolidando la importancia de la alimentación desde las primeras etapas de vida, marcando así la vida productiva de una vaca. Es el caso de Greer et al. (1983), que reportan que el incremento de peso asociada a una buena ganancia de peso diaria reduce la edad en que se produce la pubertad. Esto también es mencionado en un estudio realizado por Quintans et al. (2003), en el que se

manejaron diferentes tratamientos nutricionales durante el invierno en terneras cruzas Aberdeen Angus x Hereford, con el objetivo de cuantificar el porcentaje de animales en pubertad al final del verano, así como su peso y edad. Ellos observaron que el porcentaje de animales en pubertad al final del experimento fue significativamente diferente según el manejo, la disponibilidad y la calidad nutricional de las pasturas ofrecidas a cada grupo en el período invernal, ya que durante la primavera y el verano se disolvieron los grupos y se juntaron en un solo rodeo con el mismo manejo alimenticio. Como consideraciones finales reportan que la alimentación durante el primer invierno post-destete afectó la proporción de animales que entraron en pubertad, su peso y edad. Las altas tasas de ganancia durante la primavera y verano no fueron suficientes para revertir el efecto que tuvo el primer invierno sobre aspectos reproductivos durante el experimento.

Assis et al., (2000) reportan alternativas a utilizar para reducir la edad de la pubertad en donde ponen énfasis en mejorar la disponibilidad forrajera eliminando así los períodos de crisis. Según Rovira (1974), con buenas condiciones alimenticias en el período predestete así como también en el posdestete las vaquillonas alcanzan la fase de pubertad con menor edad y mayor peso. También Short & Bellows (1971), observaron que la edad con que las terneras alcanzan su madurez sexual, depende en gran medida de los niveles nutricionales y de las tasas de crecimiento a las que se las expone citados por Assis et al., (2000).

Es más sencillo lograr un correcto estado y desarrollo corporal para el primer entore en una vaquillona de 2 años, que si se plantea esta misma meta en un animal de 14-15 meses. Para poder llegar con el peso, desarrollo y estado corporal adecuado a esta temprana edad y lograr tener éxito en el servicio, se les debería suministrar forrajes (desde el destete hasta el entore) con una digestibilidad no menor del 65-70%, con no menos de un 11% de proteína cruda, y en cantidades diarias no menor al 2,5% de materia seca con respecto a su peso vivo. En cuanto a la energía del forraje debería tener un valor aproximado de 2,4-2,5 de energía metabolizable por kilo de materia seca (Rovira, 1996). Siguiendo estos parámetros se llegaría con 250-260 kg de peso al comenzar el servicio y al finalizar estos 42 días, el peso de las vaquillonas será del orden de los 300 kg. Esto llevaría a obtener aproximadamente un 85% de preñez en esta categoría, siempre que por lo menos un 85% de las hembras estuvieran ciclando en forma regular al comienzo de este periodo de entore (Rovira, 1996). Lobato et al. (1998) estudiaron el efecto del peso al parto y el impacto que este tiene sobre la tasa de preñez, confirmando la importancia que posee en las vacas primíparas la nutrición preparto sobre la función reproductiva.

A nivel nacional la incorporación de genética extranjera podría haber cambiado el tamaño adulto de los ganados, lo que llevaría a una mayor demanda en sus requerimientos de mantenimiento y crecimiento (Quintans 2003). Kunkle y Sand (1993) citado por (Quintans, 2003) comprobaron que el peso al que deben llegar las vaquillonas en cada etapa reproductiva dependerá del peso adulto final. Otros autores en trabajos lejanos en el tiempo habían demostrado,



que el peso con que terneras Hereford llegaban a la pubertad era de 260 kg con 405 días de edad sometidas a un alto nivel nutricional pos-destete (Pittaluga y Rovira, 1968). Sin embargo, estudios recientes, realizados por Quintans, (2004) en el cual usando vaquillonas cruce Hereford x Aberdeen Angus y teniendo ganancias invernales de 0,65 kg/d/a, recién alcanzaron la pubertad en un 100% con pesos mayores de 294 kg y 452 días de edad (15 meses). Un dato importante a tener en cuenta es que el aumento en la ganancia de peso reduce la edad en que llega el animal a la pubertad (Greer et al., 1983), lo que también había sido reportado por McDonald (1974).

En cuanto al manejo de la vaquillona preñada, desde el final del entore hasta que llega a la parición es de suma importancia su alimentación, así como también en el período inmediato al posparto. Esto implica que se deban manejar ambos períodos para poder lograr un alto nivel de eficiencia reproductiva en los siguientes entores. Como guía general las vaquillonas deberían llegar al parto con un desarrollo tal que represente alrededor del 80 % de la vaca adulta con una condición corporal entre 5 y 6 (escala del 1 al 9) para el caso de una parición a los 2 años, y del 85% para las vaquillonas que paren por primera vez a los 3 años de edad (Rovira, 1996).

Duna & Kaltmbach (1980) citados por Ferreira (2003), observaron que las alteraciones de peso preparto y posparto interactuaban con la condición corporal afectando el intervalo parto-primer celo en vacas de carne. Por tanto concluyeron que cuando la condición corporal era buena, el anestro posparto era normal y no era afectado por las variaciones de peso ni antes ni después del parto. Vacas que tenían un estado corporal medio respondieron satisfactoriamente a una adecuada dieta posparto teniendo mayor tasa de celo a los 60 días comparadas con vacas que perdieron peso en este mismo período. Cuando los pesos posparto se sitúan entre 305, 342 y 354 kg, las tasas de preñez fueron de 33, 56 y 84% respectivamente. En forma clara estos índices van asociados a largos intervalos parto-primer celo posparto, que determinan largos intervalos parto-concepción (Rovira, 1996). Esto es sumamente importante ya que al criador lo que realmente le interesa es la rápida aparición del primer celo posparto y especialmente que la vaca continúe ciclando de manera normal. En vacas sanas y con manejo nutritivo adecuado, el primer celo debería manifestarse entre 40 y 50 días posparto. La fertilidad dentro de los primeros 40 días es más baja, aumentando progresivamente luego de este período. Es sabido que la alimentación es un factor que incide en el reinicio de la actividad sexual posparto. Sin embargo es el estado corporal de la vaca, el que manifiesta el nivel de reservas que ésta posee y refleja así el tipo de alimenticia a la cual fue sometida (Rovira, 1996).

Wittbank et al. (1962) demostraron la importancia que tiene el estado corporal con que la vaca llega a la parición sobre el desempeño reproductivo posterior. Si el estado corporal es bueno, reinician la actividad cíclica de inmediato al posparto. Estos autores en varios estudios observaron que en dos grupos con alto nivel nutritivo en el preparto, a los 60 días de paridas, las vacas ya habían manifestado celo en el 80% del rodeo. En cambio las de nivel alimenticio más

bajo, que no alcanzaron un estado corporal adecuado al parto, demoraron más tiempo en alcanzar este mismo porcentaje.

Wright et al., (1987) mencionan que por cada punto de incremento en la escala de condición corporal (escala de 0= caquéctica a 5= muy gorda), disminuía el anestro en 43 días. Como otro antecedente en la alimentación Wiltbank et al., (1962), reportan que, vacas manejadas con niveles altos de energía en la dieta, presentaron reducción del intervalo de anestro posparto, al ser comparados con niveles de baja energía independientemente de si la dieta fue ofrecida antes o después del parto. Por otro lado el porcentaje de concepción fue más elevado al inicio del período reproductivo en las vacas con alto nivel energético preparto, pero luego fue superado por el grupo con mayor energía en la dieta posparto, determinando así que el nivel de energía después del parto afecta más la fertilidad. Los mismos autores comentan que las vacas sometidas a dietas de bajo nivel energético, tanto preparto como posparto, permanecen en anestro por un largo período en contraste con las de alto nivel, las cuales presentaron un anestro fisiológico menor a 90 días.

### 3.3.2 Época del año y horas luz

Como otros factores externos que afectan el desempeño reproductivo, también se encuentra la interacción entre la temperatura y horas de exposición a la luz (fotoperíodo) (Plasse et al. 1968; Osoro, 1986). En variadas especies de mamíferos es probada la influencia de la época del año y las horas luz. En los animales domésticos en especial en el vacuno se sabe de su efecto aunque no ha sido tan estudiado. A continuación se comentarán los aspectos más relevantes sobre este tema.

Tanto en las regiones templadas como en las de bajas temperaturas, la estacionalidad reproductiva se ve alterada por las variaciones climáticas y duración del día. Sin embargo estos tienen un alto valor de predicción durante las diferentes estaciones del año, no así la temperatura por ejemplo. La duración del día, a través del año es la señal más conocida, la cual normalmente se correlaciona con la variación de temperatura en las diferentes estaciones (Forsberg, 2002).

En regiones de clima tropical, los animales alcanzan la pubertad más precozmente debido a la mayor cantidad de horas de luz recibidas (Rovira, 1974). Según Osoro (1986), quien realizó una revisión de las principales variables de manejo que afectan los parámetros reproductivos de las vacas de cría, la época del año podría afectar el anestro posparto aunque no es tan influyente como el fotoperíodo. También afirma que las altas temperaturas y la humedad reducen las manifestaciones de celo y por ende reduce las tasas de preñez. Por otro lado en el invierno donde encontramos bajas temperaturas, también la actividad reproductiva se ve afectada, ya que hay una menor actividad de los ovarios ocasionando así una disminución en la detección de celo. Esto podría ser explicado según el autor por la poca cantidad de luminosidad en esta época del año.

El fotoperíodo es regulado por la glándula pineal quien procesa la información. Esta glándula es un pequeño órgano que se encuentra en el cerebro, es la responsable de los mecanismos de respuesta tanto ante la luz como la oscuridad ambiental. Es la que sincroniza los ciclos fisiológicos con el momento del día y del año. (Forsberg., 2002). La melatonina es la hormona secretada por la glándula pineal, que tiene como función regular la actividad del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (Arendt, 1986; Binckley, 1989, citado por Forsberg, 2002).

Se describe que independientemente de las diferencias entre especies y entre animales domésticos y salvajes, los efectos de los mecanismos fisiológicos que miden la duración del día, actúan igual en los diferentes animales. Los cambios en la duración del día inducen cambios en los niveles sanguíneos de melatonina, estos son traducidos a grandes rasgos en el aumento de los pulsos de GnRH por parte del hipotálamo. Generando así el aumento en los pulsos de LH. De todas maneras en las vacas la tasa de concepción es mínima durante el invierno en latitudes altas y en verano en latitudes más cercanas al Ecuador (Forsberg, 2002).

Otros autores asocian el fenómeno de mayor fertilidad a la calidad de los forrajes consumidos en distintas épocas del año. Este es el caso de Rovira (1974), que en un trabajo realizado en el país, concluye que los efectos que sufren los animales en las distintas épocas del año están vinculados con el estado nutricional de los mismos. Por tanto se debería hacer coincidir las máximas necesidades del rodeo con la máxima producción de forraje y los mínimos requerimientos nutricionales con la mínima producción forrajera.

También coincidiendo con este autor encontramos a Pimentel & Pimentel (1983), los que reportaron que, en un trabajo con la finalidad de observar el efecto del mes de parición sobre la función reproductiva en vacas de carne, encontraron que, los animales que parían en la primavera presentaban un menor período de anestro posparto. En cambio aquellas que parieron más cercano al verano, registraron frecuencias de celo y preñez posparto más baja.

### 3.3.3 Acción de las Feromonas

Como otro factor que interviene en la función reproductiva de los bovinos podemos mencionar a las feromonas, y la importancia que estas tienen como factores externos del comportamiento sexual. Es así que se las define como sustancias químicas secretadas al ambiente, presentes en orina, heces y glándulas de la piel (Rekwot et al., 2000a). Son percibidas por el sistema olfatorio o respiratorio, provocando estímulos responsables de los cambios endocrinos y comportamentales de los mamíferos en la reproducción. Las feromonas son un medio de comunicación químico, que transmite información mediante "señales", éstas pueden actuar solas o en combinación a través del olfato, oído, vista o estímulos táctiles (Rekwot et al., 2000a).

Para que este mecanismo sea exitoso hay que tener en cuenta que el sistema olfatorio tiene un papel protagónico, este es esencial para el aprendizaje,

memoria y comportamiento. Los mamíferos poseen dos vías neuronales independientes que perciben diferentes señales químicas. Por un lado encontramos el sistema olfatorio principal que detecta olores, y el sistema olfativo accesorio el cual percibe a las feromonas mediante el órgano vomero-nasal (Dulac, 1997, citado por Ungerfeld, 2002).

A éste también se lo conoce con el nombre de órgano de Jacobson y se encuentra alojado en la cavidad nasal, íntimamente relacionado a la olfacción. Son dos estrechos conductos paralelos, incluidos en el paladar duro o a lo largo de su unión con el tabique nasal. El extremo caudal es ciego y se abre en los conductos incisivos que conectan la cavidad nasal con la oral a través del extremo rostral del paladar duro. Por lo tanto este órgano está en comunicación con las dos cavidades y por ellas al exterior. Se lo relaciona con la función, en la conducta sexual, de fruncir el labio (Flehmen), se ve sobre todo en los machos cuando huelen la orina o las secreciones vaginales de las hembras en celo. Se especula con la idea de que el Flehmen y la extensión simultánea de la cabeza ayudan a que los olores alcancen el órgano vomero-nasal (Dyce et al., 1999).

Como primer evento, los estímulos llegan a los núcleos de las amígdalas, diferente de las señales que recibe el sistema olfatorio principal, el que detecta olores (Winans y Scalia, 1970, citados por Ungerfeld, 2002). Las neuronas del núcleo vomero-nasal de las amígdalas envían fibras directamente a centros del hipotálamo involucrados en el comportamiento reproductivo. Es así que la vía olfativa accesorio se saltea los centros nervioso superiores, dando respuestas innatas y estereotipadas, sin control de la conciencia (Dulac, 1997, citado por Ungerfeld, 2002). Estos estímulos pueden ejercer profundos efectos en la actividad sexual a través del hipotálamo que genera pulsos de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) (Rekwot, 2001). En consecuencia la GnRH generada es liberada a los vasos porta-hipofisarios por donde llega a la hipófisis para estimular la secreción de dos hormonas, la LH y la FSH las que estimulan la gametogénesis y la liberación de esteroides gonadales (Fernald y White, 1999 citados por Somoza, 2002).

En cuanto al comportamiento, las feromonas estimulan la atracción sexual, la receptividad y la cópula. En los bovinos podemos encontrar diferentes formas de manifestar estas acciones. Por ejemplo el macho olfatea y lame a la hembra, este huele la orina de la hembra y luego eleva la cabeza realizando el Flehmen. El estímulo táctil a la hembra se hace mediante el hociqueo y lamido de la región perineal. Por otra parte la hembra manifiesta su comportamiento con el aumento de la actividad motora, inquietud y movimientos a la menor estimulación. También aumenta la frecuencia de bramidos en presencia del macho. La hembra husmea en el perineo o región escrotal. Ambos comienzan a tener acercamientos siguiendo un movimiento circular en posición paralela pero opuesta, se observa un contacto frontal, esto puede estar simulando una "pelea figurada". Todo este rito termina cuando la hembra asume la posición de apareamiento, con inmovilidad desviación de la cola, voltea la cabeza hacia atrás y la realización de la monta por el macho (Hafez 1989b).

Todos estos conceptos han sido estudiados en diversos trabajos como es el caso de Tauck & Berardinelli (2007), quienes evaluaron los porcentajes de sincronización de celo y de preñez en una inseminación artificial luego de exponer hembras bovinas a diferentes tratamientos. Dichos tratamientos fueron, por una parte la exposición directa a toros, por otro a excreciones de machos con distinta frecuencias y la aproximación a poca distancia, siempre en comparación con un grupo testigo, el cual no tenía presencia alguna de machos o sus excreciones. Luego se realizó un protocolo de sincronización con PGF2 $\alpha$  e inseminación a celo visto y lo que no se detectó en celo se inseminó a las 72 horas. El diagnóstico de gestación se realizó por ecografía a los 35 días. Como conclusión describen que la presencia de los toros así como la exposición a la orina mejoraron las tasas de preñez en las vacas de carne primíparas. Sin embargo la exposición cerca de la línea de contacto con los toros no fue suficiente para causar efecto bioestimulador. A partir de los resultados obtenidos, Tauck y Berardinelli (2007) plantean la posibilidad de que una feromona urinaria sería la responsable de la mejora en la fertilidad en las vacas primíparas después del parto.

En contraposición a esta idea Ungerfeld (2010) presentó un trabajo donde se expuso las hembras ante novillos androgenizados, previo a una inseminación artificial a tiempo fijo. Al realizar diagnóstico de gestación por ecografía a los 45-50 días, se determinó que no hubo diferencias significativas entre el grupo experimental y el testigo. Concluyendo así que la exposición de hembras frente a novillos androgenizados, al menos en las condiciones de dicho experimento, no mejora la fertilidad en una inseminación artificial a tiempo fijo.

Berardinelli & Joshi (2005) estudiaron la influencia que ejerce la exposición a productos excretados por el toro en la actividad luteal en vacas primíparas con diferentes restricciones en el amamantamiento. Como hipótesis plantearon que el reinicio a la función luteal y la proporción de animales que inician su actividad cíclica luego del parto, no difieren entre vacas expuestas a toros a secreciones de toros, expuestas a productos excretados por otras vacas y el grupo testigo. Dichos autores concluyeron en este trabajo es que la exposición de hembras primíparas con restricción en el amamantamiento, frente a los toros o sus productos de excreción, contribuyen en reasumir la función luteal. De aquí la importancia y el rol de la bioestimulación y los efectos que genera en la vaca, lo cual podría estar mediado por feromonas presentes en los productos de excreción.

### 3.3.4 Bioestimulación

#### 3.3.4.1 Introducción

La bioestimulación es otro de los factores que afectan la reproducción en varias especies, entre ellos los animales domésticos de interés productivo. Es así que ha sido un motivo de estudio de varios autores siendo la base de este trabajo de tesis. Por lo tanto se describen y explican los aspectos más relevantes y sus efectos en diferentes especies animales.

### 3.3.4.2 Historia de la Bioestimulación

Ya en 1944 Underwood reportó que hembras ovinas mostraban celo y ovulación al introducir carneros en una majada, luego de haber estado separados por lo menos un mes (Unguerfeld, 2002).

A mediados de la década del cuarenta hay estudios que hablan de un estímulo en toros. Es el ejemplo del estudio realizado por Hart et al. (1946) citado por Vinhas (1994), donde se describe, que toros montaban vacas en anestro, cuando a estas se les impregnaba la vulva con moco vaginal de vacas en celo, confirmando así un estímulo basado en el olfato.

Una investigación en 1956 es la que se conoce como efecto macho o efecto Whitten, quien fuera el realizador de este experimento. Este observó que en rodeos de hembras, tanto con celos dispersos como las que estaban en anestro, iniciaban su actividad ovárica con alta sincronización, al introducir un macho de la misma especie en el grupo (Ferreira, 2003).

Hilda Bruce en 1959, investigando la acción de los progestágenos en roedores, observó una importante interrupción de gestación de algunas hembras, cuando se las exponía a la presencia de otros machos diferentes a los que se habrían usado para la reproducción. Luego de tres a seis días las hembras volvían a aparearse pero con los nuevos machos (Ferreira, 2003).

En la décadas del 60 y 70 fue Vandenberg el que publicó una serie de trabajos basados en la demostración de que, la interacción social afecta la velocidad de maduración sexual en los roedores. Es así que hembras expuestas a machos adultos presentaban precozmente la pubertad frente a aquellas que permanecían aisladas. También advirtió la presencia de una feromona emitida por las hembras que estaban en pubertad a diferencia de las otras (Nelson, 1995) citado por Ferreira, (2003).

Otro antecedente se refiere a que las feromonas emitidas en la orina de roedores machos aceleran la pubertad en hembras siendo un fenómeno andrógeno dependiente. Esto fue descrito por Vandenberg, (1988), él afirma que las hembras expuestas a machos son más precoces sexualmente y que este efecto desaparece de 10 a 15 días después de haber castrado los reproductores. En cuanto a esta hormona, el autor comenta que como existe una estrecha relación entre el estatus social del macho y los niveles de andrógenos, se puede relacionar también a la dominancia.

En lo que respecta a los bovinos encontramos diversos trabajos como por ejemplo el de Izard & Vandenberg (1982), quienes afirman que la administración oronasal de orina en vaquillonas prepuberes, resultó en un adelanto en la edad de la pubertad. Zalesky et al. (1984) reportaron que la presencia de toros en el rodeo no solo aumentó los porcentajes de preñez sino que también disminuyó significativamente el intervalo entre parto y siguiente servicio. Soto Belloso et al. (1997) confirmaron un concepto similar al manejado por Zalesky et al. (1984), ya que concluyeron que hembras expuestas a

machos luego del parto redujeron el intervalo parto-concepción con respecto a las que no fueron bioestimuladas.

Otros autores Burns & Spitzer (1992), basaron su estudio en comprobar si la utilización de vacas androgenizadas generaban el mismo efecto estimulador que los toros, con respecto a la reducción del anestro posparto. Este experimento se basó en agrupar vacas luego de 72 horas posparto y someterlas a bioestimulación con hembras tratadas con testosterona o machos estériles, comparándolas con el grupo testigo que permanecía aislado. Al comparar los resultados se encontró que la bioestimulación con toros estériles reducía el intervalo posparto en 8 días con respecto al testigo, mientras que la estimulación con vacas tratadas reducía en 11 días este período. No encontrando diferencias importantes en lo que se refiere a bioestimular con hembras androgenizadas o machos estériles, pero si comprobando la utilidad del efecto estimulador reduciendo el intervalo posparto.

También Stumpf et al. (1992) citado por Vinhas, (1994) llevó adelante durante dos años un estudio en el cual combinó los efectos de la condición corporal y alimentación preparto con los de la bioestimulación, para reducir el intervalo de anestro posparto. Se pudo observar que los animales con ganancia de peso durante 90 días antes de parir, y que presentaban mejor condición corporal al parto, no tuvieron marcada diferencia con las vacas con condición corporal media que mantuvieron el peso al momento del reinicio de la actividad ovárica. Estos investigadores concluyeron que, si bien la presencia de toros redujo el intervalo posparto, no hubo diferencia significativa entre los grupos de hembras con manejos alimenticios preparto diferentes.

El efecto macho, ha sido estudiado enfáticamente en ovinos, no tan así en bovinos, caprinos y en suinos aunque sí existe información. En estas especies la bioestimulación se ha utilizado como herramienta para la inducción de celo, tomando hembras en anestro o durante diferentes etapas fisiológicas como previo a la pubertad (Ungerfeld, 2002).

#### 3.3.4.3 Conceptos de bioestimulación

Se manejan varios conceptos sobre la bioestimulación por parte de los diferentes autores que se han dedicado a estudiarlo, a continuación se plantean algunos de ellos.

Cheenoweet (1983), entiende que la bioestimulación es el efecto inductor del celo en la hembra provocado por el macho, y que es mediado físicamente a través de las feromonas. Esta interacción macho-hembra se manifiesta por factores fisiológicos y comportamentales (citado por Ferreira, 2003).

Otra definición similar es la que planteó Zalesky et al. (1984), la define como la comunicación entre macho y hembra donde intervienen sustancias químicas volátiles, secretadas por glándulas cutáneas o liberadas en la orina y heces,

llamadas feromonas, las cuales son percibidas por el sistema olfativo, provocando respuestas endócrinas y comportamentales.

Short et al. (1990), explica este fenómeno como el mecanismo, por el que la presencia de un toro acelera los procesos fisiológicos que dan inicio a la actividad estral (que no son bien conocidos, aunque existen evidencias que involucran a la progesterona y la hormona luteinizante). Por tanto la bioestimulación, es el estímulo que un macho es capaz de causar, alterando algunas características reproductivas de interés económico en el ganado. Estas alteraciones están relacionadas con la capacidad del macho de provocar estímulos neuroendocrinos que modifican la función ovárica de las hembras, (Signoret, 1982).

Según Retwot et al. (2001), el rol de las feromonas en los procesos reproductivos es bien conocido, también la participación del sistema olfatorio y el olfativo accesorio (órgano vomero-nasal) en este proceso. Sin embargo el mecanismo exacto por el cual esta señal es transmitida del macho a la hembra no es clara aún. Este mecanismo es llamado Bioestimulación y puede mejorar la maduración sexual, inducir la ovulación y disminuir el tiempo que se requiere para volver a la actividad cíclica luego del parto en varias especies de mamíferos, incluyendo a las vacas.

#### 3.3.4.4 Utilización en diferentes especies animales

Como ya se ha mencionado anteriormente este fenómeno llamado bioestimulación no es particular de una sola especie, sino que se produce en varias de ellas. Tanto los animales experimentales, especies salvajes y especies productivas son influenciadas por este efecto. Seguidamente se nombraran algunos trabajos que reflejan esta información y que han sido base de otros estudios relevantes para la producción en el ganado bovino.

Tal es así el caso que estudió Drickamer, (1983) citado por Vandenberg (1988), quien observó en roedores, el efecto macho con la utilización de sus productos de excreción. En esta investigación utilizando orina de ratones machos, aceleró la pubertad en las hembras, viendo que la orina de los animales dominantes resultó en un efecto más pronunciado, decreciendo en los machos de estrato social medio y más aún en los subordinados.

Otra especie, en este caso productiva, en la cual se han verificado influencia de estos efectos es en los suinos. Signoret, (1970) en una investigación comprobó el papel del olfato en el comportamiento reproductivo de los suinos, reportando que un 60 % de las cachorras en celo solo manifestaron el reflejo de inmovilidad a la monta, cuando eran colocadas en un brete con un padriño.

También en cerdos, otros estudios realizados en la Universidad de Nottingham demostraron que la introducción del verraco en un grupo de cerdas primerizas en el momento adecuado, es eficaz para adelantad la edad de la pubertad. Este experimento consistía en formar dos grupos de cachorras de 165 días de



edad, en uno de los grupos se permitía el acceso del padrillo, en el otro grupo se mantuvo totalmente aislado. Se pudo concluir que en el grupo expuesto al macho la mayoría de las hembras presentaron su celo a los 10 días de comenzada la estimulación, en tanto que el otro grupo no comenzó su actividad cíclica hasta los 220 días de edad, además de hacerlo en un 58 % de las cerdas, Brooks & Cole, (1970) Citado por English et al. , (1982).

Según English et al. , (1982), el mejor momento para realizar el efecto macho en cerdas primerizas es al día 165 de vida. En este momento se le debe introducir el verraco en el grupo de hembras durante media hora por día hasta lograr el efecto. También menciona que es mejor la utilización de un reproductor viejo, ya que este sería más eficiente en la estimulación que los jóvenes. Luego de la bioestimulación se lo podría remplazar por un reproductor más joven para la cubrición.

#### 3.3.4.5 Utilización de la Bioestimulación en rumiantes

Con relación a los rumiantes encontramos variada bibliografía sobre este tema, que va desde este efecto en especies salvajes hasta en los animales de producción. Shipka et al. (2002), estudió el efecto macho en renos de Alaska (*Rangifer tarandus*), su trabajo tuvo como objetivo dar más información sobre estos ejemplares, en cuanto a la posible manipulación de la época reproductiva. Llegaron a la conclusión que la presencia del reno macho no era necesaria para iniciar la actividad reproductiva en los renos hembras, pero si probablemente interfería con cierto efecto en el reinicio de la actividad ovárica.

En otra investigación llevada a cabo por Zicarelli et al. (1996) estudiaron como influía la presencia de machos vasectomizados en las hembras de Búfalo Italiano. Esta investigación obedecía a la necesidad de aumentar la eficiencia reproductiva en diferentes establecimientos ganaderos, mediante inseminación artificial. Encontraron que luego de exponer las hembras a los machos, había una mayor incidencia de celos espontáneos consecutivos con mayor intensidad, así como una mayor inducción de celos con respecto a los grupos testigo. Concluyendo que la introducción de machos vasectomizados a un grupo de hembras de Búfalo Italiano mejoró la eficiencia en la inseminación artificial, ya fueran celos espontáneos o inducidos por la bioestimulación.

En los caprinos encontramos una interacción social muy importante que afecta la actividad sexual. La introducción de un macho de esta especie en un grupo de hembras sexualmente activas desencadena efectos similares a las especies antes mencionadas. Es así que esta técnica aumenta con rapidez la secreción de LH y de testosterona en los machos aumentando su actividad sexual, (Howland et al., 1985) citado por Menchaca, (2002). Es importante destacar que el autor citando a Chemineau (1983) explica que en la cabra no es tan necesario el "priming" de progesterona, como lo es para el ganado ovino. Por lo tanto se produce mayor inducción de celo acompañando la primera ovulación luego de la introducción de los machos, esto explica la influencia del efecto macho.

Una de las especies en que esta técnica a sido ampliamente estudiada es en la ovina, ya sea con el nombre de efecto macho, efecto carnero o bioestimulación. En el ovino al igual que en otras especies, se trata de enfrentar a un grupo de hembras previamente aisladas por cierto tiempo a la introducción de un carnero y su comparación con un grupo testigo.

Desde mediados de la década del cuarenta se presentaron estudios como los de Underwood et al., (1944) citado por Ferreira, (2003) donde comprobaron que majadas que mantenían la presencia del carnero todo el año presentaban un patrón de estacionalidad semejante al de un rebaño sin machos. Este conocimiento daba a entender que para que hubiera respuesta al efecto macho las ovejas debían permanecer aisladas de toda comunicación del sexo opuesto.

Según Signoret et al. (1982), quienes reportaron que cualquier excreción o extracto retirado del carnero y expuesto a la hembra, era capaz de producir respuesta en aquellas ovejas que se encontraban en anestro. Parecería ser que el inductor de este estímulo es un componente de la suarda. Pero también al parecer el efecto carnero no sería simplemente una comunicación exclusivamente química, ya que la hembra ovina respondería a otro tipo de estímulos, como intensidad del interés sexual por parte del macho o la presencia de otras ovejas en celo.

Gordon, (1997), publica haber encontrado mayor respuesta al efecto macho cuando se utilizan carneros con mayor líbido, este mayor interés sexual es reflejado en la prueba capacidad de servicio. Esto se afirmó cuando las hembras expuestas a machos con un líbido aumentado, tuvieron una mayor ovulación en comparación con las que se estimularon con carneros con menor interés sexual.

Martin et al. (1986) en estudios realizados comprobó, que algunas razas responden mejor que otras al efecto macho y que esto estaría relacionado con el período de anestro que cada raza posee. Por lo tanto una raza como la Romney March con un largo período de anestro estacional solo responde a la estimulación cuando se acerca su estación reproductiva. Sin embargo razas como Merino Australiano la cual posee un período de anestro muy reducido, responderían prácticamente todo el año a la bioestimulación. Por eso en Australia donde predomina esta raza se encarneran varios millones de ovinos fuera de la estación reproductiva utilizando esta técnica

Otro dato interesante a destacar es el presentado por Muir et al. (1989), citado por Gordon, (1997), el que en una investigación pudo comprobar que el efecto social en un rebaño facilita el efecto carnero. Esto se demostró cuando a un grupo de hembras en anestro, se le introdujo un porcentaje de ovejas en celo, con este manejo aumentó la respuesta al efecto macho.

La introducción de carneros en un grupo de hembras prepubes ovinas fuera de la estación reproductiva, resulta en un aumento de los niveles púlsátiles de LH, pero la ovulación ocurre solo cuando se han introducidos los machos con

un tiempo prudencial anterior a la época de apareamiento (Al-Mauly et al., 1991).

Se encuentran investigaciones que muestran la respuesta de la oveja a la bioestimulación luego del parto, dando una disminución de los días improductivos luego de la introducción de los cameros en las estaciones de otoño (Wright et al., 1989) y en primavera (Ungerfeld et al., 2002).

#### 3.3.4.6 Antecedentes en bovinos de carne

En relación con otras especies, los bovinos no han sido de los más beneficiados, en cuanto a la investigación sobre el efecto de la bioestimulación. Sin embargo algunos investigadores han basado sus trabajos en esta especie, obteniendo variada y valiosa información. Con motivo de conocer los antecedentes y como afecta este fenómeno a la reproducción en las vacas, es que se describen algunos trabajos y sus resultados.

Es el caso de MacMillan et al. (1979) el cual basándose en las experiencias obtenidas por otros autores en ovinos, estudió el efecto de exponer a varios grupos de hembras en diferentes situaciones fisiológicas a la bioestimulación. Éste separó en grupos a las hembras y las expuso a toros vasectomizados. Llegó a la conclusión en este experimento, que las vaquillonas no adelantaban la edad de la pubertad en presencia de machos vasectomizados. Sin embargo sí pudo comprobar que hembras con cría al pie fueron beneficiadas con la misma estimulación, induciéndolas a reiniciar la actividad cíclica con la consecuente presencia de celos.

A diferencia del anterior autor Robertson et al. (1991) obtuvieron otros resultados en esta investigación. Realizaron 2 experimentos, uno para comprobar que la exposición de vaquillonas de carne frente a toros estériles aumentaba la proporción de hembras que alcanzaban la pubertad a los 14 meses; y el otro trabajo defendía la hipótesis de que el aumento en el crecimiento tenía un sinergismo con el efecto macho, generando así un adelanto en la edad de la pubertad. Los resultados obtenidos coinciden con lo presentado antes en las hipótesis, ya que en el primer experimento, las vaquillonas que recibieron la exposición a toro mostraron una mayor proporción de cuerpos lúteos funcionales a los 14 meses en relación al grupo testigo. En tanto que en el segundo experimento se comprobó la interacción entre el aumento en el crecimiento y la bioestimulación, ya que las vaquillonas con mayores ganancias de peso fueron las que respondieron, adelantando la edad de la pubertad en mayor proporción. Seguidas luego por las de ganancia de peso media y ganancia de peso bajo bioestimuladas, comparadas con las que no fueron estimuladas y tenían mayor ganancia de peso.

Otros trabajos como el de Retwot et al. (2000b), combinaron dos medidas de manejo, el efecto estimulador de los toros vasectomizados para adelantar la pubertad y la ayuda que proporcionan en la detección de celo; para luego realizar inseminación artificial.

Como comentario final, este trabajo explica que no solo la exposición de las vaquillonas a estos machos fue positiva en cuanto a que adelantaron su edad de pubertad; sino que además ha sido considerada una buena medida de manejo para algunos establecimientos, ya que podría colaborar con el inseminador para la detección de celo.

En un trabajo realizado en Río Grande del Sur por Asis et al. (2000), publicaron resultados positivos sobre la bioestimulación en vaquillonas de carne. Se utilizaron vaquillonas Aberdeen Angus y toros vasectomizados de 2 años de edad en un pastoreo rotativo en campo natural. Se separaron en dos grupos al azar, uno con vaquillonas y toros estériles y otro grupo testigo aislado de todo estímulo. Se los sometió a un período de bioestimulación de 75 días antes de la inseminación artificial. Al culminar la prueba los investigadores encontraron que el porcentaje de hembras que alcanzaron la pubertad en el grupo con toros fue mayor que en el no estimulado. Sin embargo no hubo efecto significativo en la frecuencia de estros ni en la tasa de preñez.

Además algunos investigadores estudiaron otros parámetros junto a la bioestimulación, en este caso se llevó a cabo un experimento que relacionaba el peso y la condición corporal, conjuntamente con el efecto toro. Se reportó que vacas *Bos indicus* con una buena condición corporal y ganando peso en presencia de toros, lograron un intervalo de anestro posparto más corto que aquellas que se encontraban en una condición más pobre y con pérdida de peso. Así estos autores concluyeron que la bioestimulación en íntima relación con una buena nutrición, son factores que determinan un mejor desempeño en la eficiencia reproductiva, (Monje et al., 1983; Rekwot et al., 2000b). También en otro trabajo similar realizado por Stumpf et al. (1992), pero en ganado *Bos taurus*, se comprobó que las hembras con moderada a buena condición corporal y expuestas a toros luego del destete, mostraron celo 14 días antes en comparación con aquellas que presentaban baja condición corporal y no habían sido expuestas a toros.

Esto es consistente con lo que menciona Monje et al. (1983). Según el autor la vaca que se encuentra en pobre condición corporal no puede responder a la presencia del macho, ya que el efecto toro, es incapaz de superar la inhibición que genera la baja nutrición a nivel hipotálamico impidiendo la liberación de LH.

Berardinelli & Tauck (2006), realizaron un estudio sobre como afectaba la intensidad de bioestimulación en el reinicio de la actividad ovárica en la vaca de primera cría. Para ello plantearon la hipótesis de que, no existía diferencia entre estimular las vacas con exposición directa del toro, expuestas pero separadas de los machos por una valla con contacto y no expuestas. Observaron que tanto las vacas separadas por una valla como las que estaban en contacto directo, presentaron un acortamiento del período de anestro respecto a las testigo. Por otra parte afirman que el efecto de la estimulación con toros está íntimamente relacionada a la intensidad con la que se expone a la hembra. Concluyeron que si bien el contacto a través de un límite, ejemplo la valla, tiene efecto sobre las vacas, este es mucho menos efectivo que el contacto directo. Demostrando así que el mecanismo de bioestimulación está

regido por la intensidad del estímulo entendiéndose por esto frecuencia, duración de la exposición..

Estos mismos autores realizaron una investigación similar a la antes mencionada con la variante de que utilizaron un protocolo de sincronización en base a progesterona. También fue evaluado en vacas primíparas y con tratamientos similares; expuestas directamente al toro, sin presencia de toro pero expuesta continuamente a su orina, separados por vallas pero con contacto y no expuestas, testigo. La hipótesis sostenía que la sincronización de celo y la tasa de preñez, aplicando la técnica de inseminación, eran diferentes según el tratamiento. Llegaron a la conclusión de que tanto la presencia del toro, como la exposición a su orina; fueron los tratamientos más efectivos para mejorar el desempeño reproductivo de la vaca de primera cría, utilizando un protocolo de sincronización en base a progesterona. Sin embargo la estimulación mediante una valla no fue suficiente para dar diferencias significativas (Tauck & Berardinelli, 2007).

Una investigación fue realizada por Fagundes et al. (2006), quienes estudiaron la relación entre el efecto macho y el destete temporario en vacas de primera cría con ternero al pie. Este experimento consistía en comparar las tasas de preñez con tres tratamientos distintos, el testigo, otro con bioestimulación y otro con destete temporario. Se observaron los celos dos veces al día, las hembras del primer y tercer grupo que se encontraban en estro eran llevadas al toro para la monta natural en boxes y así no provocar efecto toro en las demás. Los resultados presentaron diferencia significativa entre las vacas con destete temporario y las testigo. Los otros dos tratamientos (las bioestimuladas en comparación con las de destete temporario) solo se diferenciaron en la tasa de manifestación de celo. Concluyeron que la bioestimulación y el destete temporario presentan un efecto favorable sobre la tasa de preñez en vacas de carne con cría al pie.

## **4. EXPERIMENTO DE TESIS**

### **4.1 OBJETIVOS**

- Determinar si la exposición de vaquillonas a novillos androgenizados previo a un entore de otoño incrementa la tasa de preñez
- Determinar si el peso corporal de las vaquillonas al inicio de la bioestimulación afecta la respuesta a la misma.

## **5. MATERIALES Y METODOS:**



### **5.1 Lugar y manejo**

El experimento se llevó a cabo en un establecimiento agrícola-ganadero comercial en la localidad de Risso, departamento de Soriano entre mayo y julio (final de otoño-principios de invierno). Se utilizaron 246 hembras seleccionadas de un rodeo total de 276 vaquillonas Hereford de 17-22 meses de edad. Los animales menores de 240 kg y los mayores de 360 kg fueron excluidos del experimento.

Se seleccionaron 10 Toros Aberdeen Angus de entre 4 y 6 años los que fueron sometidos a una evaluación de aptitud reproductiva un mes antes del inicio de la prueba además de haber trabajado en años anteriores. La evaluación incluyó un examen objetivo físico general, un examen objetivo particular de aparato reproductor, con especial énfasis en la revisión de los testículos, epidídimo y glándulas sexuales anexas. No se realizó evaluación de semen.

### **5.2 Procedimiento**

En primer lugar las vaquillonas fueron aisladas del contacto de toros (distancia mínima = 4000 m) durante 30 días antes de comenzar el experimento. Cabe resaltar que estos animales permanecieron durante todo el trabajo en potreros donde la base forrajera fue el campo natural. El 2 de mayo (día 0), se pesaron las vaquillonas y se categorizaron en 3 grupos según el rango de peso corporal en: Peso Bajo: 240- 269,5 kg.; Peso Medio: 270-309,5 kg. y Peso Alto: 310-360 kg. Dentro de cada rango de peso, las vaquillonas fueron asignadas aleatoriamente a dos grupos experimentales: 1) Grupo Bioestimulado: vaquillonas expuestas (n=127) a 9 novillos androgenizados durante 15 días, 2) Grupo Testigo: vaquillonas aisladas (n=119) de cualquier contacto con machos durante 15 días. Los novillos recibieron un tratamiento a base de propionato de testosterona a razón de 1g i/m (Testosterona Ultra Lenta Fuerte, Dispert, Montevideo, Uruguay) en los días -10, 0, 7.

El día 15, se retiraron los novillos androgenizados y se procedió a reunir los dos grupos de vaquillonas (las bioestimuladas y las testigo), así como también introducir toros al nuevo grupo único, con el que permanecieron hasta el día 45. Luego en los días 60 y 75, se realizó el diagnóstico de gestación mediante el método de ecografía transrectal (Aloka 500 con transductor de 5 MHz, Tokio, Japón).

Además las vaquillonas fueron pesadas nuevamente el día 61, sin embargo algunos animales no pudieron ser pesados debido a las inclemencias del tiempo. El número de vaquillonas por grupo, peso corporal inicial y perdido, para cada categoría, se resume en la Tabla 1.

### **5.3 Análisis Estadístico**

El cambio de peso corporal (día 0 a 61) para cada categoría se comparó con un ANOVA de dos vías. La frecuencia acumulada de vaquillonas preñadas, en cada categoría, según su peso corporal, en los días 60 y 75 se comparó con una prueba de Chi cuadrado.



## 6. RESULTADOS

No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las vaquillonas bioestimuladas y las que se encontraban aisladas de machos para el peso corporal inicial. Sin embargo, las vaquillonas de Peso corporal Bajo de ambos grupos, perdieron más peso que las de Peso corporal Medio y Alto.

Tabla 1. Número de animales, peso corporal inicial y peso corporal perdido en las vaquillonas que fueron bioestimuladas con novillos androgenizados y las que se mantuvieron aisladas de los machos. Las vaquillonas se agruparon por Peso corporal Bajo (PCB) (240-269,5 kg.), Peso corporal Medio (PCM) (270-309,5 kg.) y Peso corporal Alto (PCA) (310-360 kg.).

	Grupo Bioestimuladas			Grupo Testigos			Peso Perdido Global (kg)
	N	PC Inicial (kg)	PC Perdido (kg)	N	PC Inicial (kg)	PC Perdido (kg)	
PCB	35	253,6 ± 1,4	13,9 ± 2,3	30	257,0 ± 1,4	14,8 ± 1,4	13,7 ± 1,2 <sup>a</sup>
PCM	56	290,0 ± 1,4	8,5 ± 1,7	55	287,7 ± 1,4	10,3 ± 1,6	8,6 ± 1,2 <sup>b</sup>
PCA	36	330,7 ± 2,4	6,8 ± 1,4	34	331,5 ± 2,7	9,0 ± 1,6	8,6 ± 1,1 <sup>b</sup>

a vs b:  $P < 0,01$ .

Entre los grupos según el peso, no se vio diferencias significativas en las tasas de preñez al momento de realizar la primera ecografía. Sin embargo en la segunda ecografía, la tasa de preñez fue mayor ( $P < 0,02$ ) en las vaquillonas bioestimuladas del grupo con mayor peso corporal.

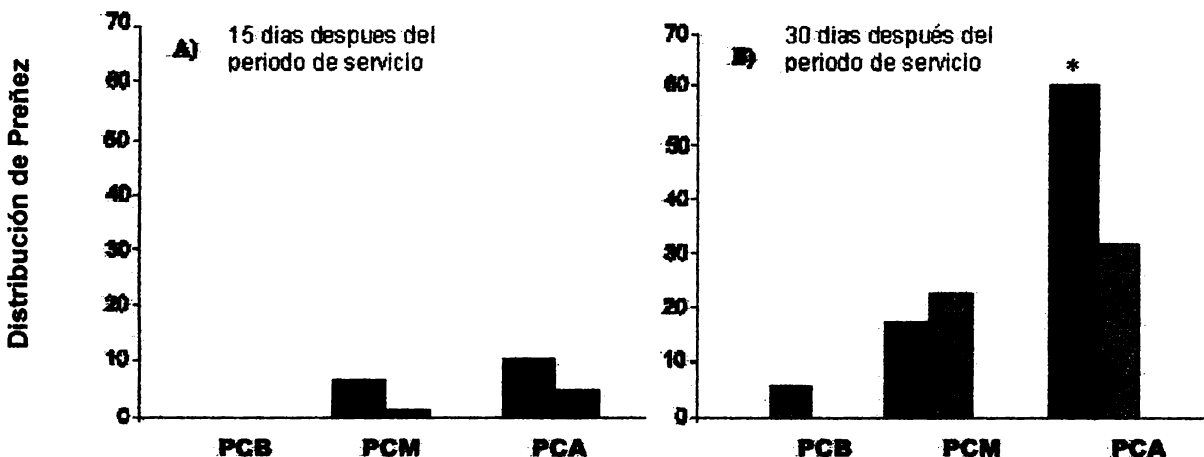


Figura 1. Distribución de preñez según rango de peso, a los 15 días (A) y 30 (B) del final del entore. Barras negras: vaquillonas bioestimuladas con la utilización de novillos androgenizados; barras gris: grupo testigo sin contacto

con machos durante todo el estudio, (PCB) (240-269,5 kg.), (PCM) (270-309,5 kg.) y (PCA) (310-360 kg.).

\*  $P < 0,02$

## 7. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos en este trabajo, se pudo comprobar que las vaquillonas, expuestas a novillos androgenizados, previo al entore, tuvieron una tasa de preñez más alta comparada con el grupo que se mantuvo aislado.

Esto concuerda con los resultados obtenidos por Rekwot et al. (2000), quienes reportaron que la bioestimulación provoca el adelanto de la pubertad en vaquillonas de entre 17 y 24 meses de edad, estimuladas con toros estériles durante un tiempo prolongado frente a las testigos. A su vez otros autores también encontraron efectos favorables con esta misma técnica en vaquillonas de carne, estimuladas con machos vasectomizados (Quadros y Lobato, 2004). Dichos autores observaron que las hembras bioestimuladas presentaron mayores tasas de ciclicidad, por lo tanto, mayor número de animales inseminados y mayor porcentaje de preñez en comparación con los animales que permanecieron aislados. Esto fue logrado con una estimulación que se prolongó por 50 días antes de la época de servicio por inseminación.

En el presente estudio se observó que las vaquillonas presentaron una respuesta positiva a la exposición a los machos luego de un período más breve de tiempo, en comparación con anteriores estudios (Roberson et al, 1991; Oliveira et al, 2009). Una posible explicación podría estar dada por el alto peso inicial que presentaba la categoría que respondió positivamente al estímulo de los machos (PCA: 310-360 Kg.). Estudios recientes mencionan que las vaquillonas en condiciones pastoriles extensivas alcanzan la pubertad en un 100 % con pesos mayores de 294 Kg. y 452 días de edad (Quintans, 2004). Por lo tanto, en el presente experimento las vaquillonas de PCA estarían más cercanas al inicio espontáneo de la ciclicidad al momento de la introducción de los novillos androgenizados, lo que habría determinado la respuesta positiva en dichas hembras luego de un corto periodo de exposición.

A su vez, en el presente experimento se obtuvieron efectos positivos de la bioestimulación, utilizando novillos androgenizados, lo que concuerda con la escasa información existente en la bibliografía consultada. Fiol et al. (2010) expusieron a vaquillonas prepúberes de 12 meses a la presencia de novillos tratados con testosterona durante 35 días, siendo menos cantidad de días hasta el inicio de la ciclicidad y mayor proporción final de vaquillonas ciclando en el grupo expuesto en relación a las vaquillonas que se mantuvieron aisladas. Sin embargo, Ungerfeld (2010) reportó la ausencia de efectos positivos sobre la fertilidad luego de la exposición de vacas posparto y vaquillonas a novillos androgenizados. En dicho experimento la exposición a novillos androgenizados previo a la aplicación de un protocolo de sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo no reportó ningún beneficio para las hembras en relación a las tasas de preñez. La mayor parte de los estudios que evalúan el uso de la bioestimulación reportaron efectos que comprueban la efectividad del efecto al utilizar toros (Roberson et al., 1991) y

con toros y vacas tratadas con andrógenos (Burns y Spitzer, 1992). Los resultados obtenidos en este trabajo, en relación al efecto positivo de la utilización de novillos androgenizados sobre la tasa de preñez en vaquillonas, podrían ser útiles en aquellos establecimientos donde no se cuenta con la presencia de toros. En dichas situaciones, el uso de novillos tratados con testosterona resultaría una técnica de fácil aplicación y efectiva para incluir en el manejo del ganado en anestro, maximizando así la eficiencia reproductiva de los rodeos.

En un trabajo realizado por Berardinelli et al., (2007) se plantean algunos datos relevantes, que podrían servir de apoyo para explicar los resultados obtenidos en este experimento. Los nombrados investigadores, aplicaron un protocolo de sincronización a dos grupos de vacas durante el posparto, unas bioestimuladas y otras testigo ó aisladas del contacto con los machos, y reportaron una mayor tasa de concepción en aquellas hembras que fueron estimuladas con toros. Estos autores atribuyeron este fenómeno a que las vacas bioestimuladas presentaban una tasa de ciclicidad mayor al comienzo del período de servicios, reflejándose así luego en la tasa de concepción. Si bien en el presente estudio no fue evaluada la actividad cíclica, se podría suponer que muchas de las vaquillonas de PCA y algunas de las de PCM estaban ciclando a fines de verano principios de otoño, ya que de lo contrario no hubiesen respondido favorablemente a la bioestimulación a pesar de la pérdida de peso vivo. En forma inversa, al inicio del experimento las vaquillonas de peso corporal bajo y algunas de peso corporal medio estarían muy cercanas a entrar en anestro por el bajo peso inicial, llegando a este estado cuando continuaron perdiendo peso lo que si se pudo demostrar en este experimento. Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos en anteriores experimentos (Berardinelli et al, 2007) es posible especular que los animales de mayores pesos vivos respondieron positivamente a la bioestimulación y se encontraban ciclando en mayor proporción al inicio del entore, lo que podría haber determinado la mayor tasa de preñez final.

La pérdida de peso corporal también ha sido informada en experimentos anteriores realizados en condiciones similares, en donde vaquillonas pastoreando en otoño –invierno presentaron pérdidas de peso e inclusive muchos de estos animales entraron en anestro (Quintans et al., 2003; López-Mazz et al., 2008). Sin embargo, hay autores que reportaron efectos positivos de la bioestimulación con novillos androgenizados en vaquillonas de menor peso corporal inicial que las utilizadas en el presente experimento (Fiol et al., 2010). A su vez, dichos autores también encontraron efectos positivos de la bioestimulación en las vaquillonas de mayores pesos corporales al inicio del experimento, lo que coincide con el presente estudio.

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio se confirma que el tratamiento con novillos androgenizados solo favoreció la actividad cíclica de las vaquillonas de mayor peso, ya que la transición hacia el anestro en esta categoría probablemente no fue inmediata. Es probable que cuando las vaquillonas comenzaron a perder peso, el efecto estimulador de los novillos tratados contrarrestó el efecto negativo de la pérdida de peso y esto se reflejó en la segunda ecografía. Por lo tanto, coincidiendo con anteriores experimentos

(Roberson et al, 1991; Fiol et al, 2010),, no solo es importante el peso corporal perdido (similar en PCA y PCM), sino también el que poseían al momento del ingreso de los novillos tratados. Mientras que las vaquillonas de peso alto se encontraban en estado fisiológico adecuado para responder a la bioestimulación, los animales de peso bajo y medio probablemente estuvieran en anestros; reduciendo así su capacidad de respuesta (Small et al., 2000). La mayor pérdida de peso corporal de las vaquillonas con peso corporal bajo, podría explicarse por un mejor acceso al alimento por parte de las vaquillonas con mayor peso, lo que se relacionaría con el orden de jerarquía entre los animales (Jorgensen et al., 2007).

## **8. CONCLUSIÓN**

En conclusión utilizando el efecto estimulador de novillos tratados con testosterona antes del servicio con toros por monta natural, se obtuvo una tasa mayor de preñez durante fines de otoño principios de invierno en vaquillonas de peso alto con relación al grupo testigo.

## 9. Bibliografía

1. Al-Maulay, NZN, Bryant, MJ, Cunningham, FJ (1991). Effect of the introduction of rams on the pulsatile release of luteinising hormone and the onset of reproductive activity in ewe lambs. *Anim. Prod.* 53: 209-214.
2. Arthur, GH, Noakes, DE, Pearson, H (1991). Reproducción y obstetricia en veterinaria (Teriogenología). 6º ed. Mexico, Interamericana; 702 p.
3. Assis, RR, Pimentel, MA, Jardim, PO, Osório, JC, Machado, JP (2000). Influência da bioestimulação com machos vasectomizados na eficiência reprodutiva de novilhas Aberdeen Angus. *Rev. Brás. Agrocienc.* 6: 226-231.
4. Bastidas, P, Ruiz, J, Manzo, M, Silva, O (1999). Bull exposure increases ovarian cyclicity in Brahman heifers. *J. Reprod. Fétil.* 54: 506. (abstract).
5. Bath, DI, Dickinson, FN, Tucker, HA, Appleman, RD (1982). Problemas de manejo asociados a la reproducción. En Bath, DI, Dickinson, FN, Tucker, HA, Appleman, RD. *Ganado Lechero. Principios, prácticas, problemas y beneficios.* 2º ed. México D.F., Interamericana; pp. 293-306.
6. Berardinelli, JG, Joshi, SA (2005). Introduction of bulls at different days postpartum on resumption of ovarian cycling activity in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 83: 2106-2110.
7. Berardinelli, JG, Tauck, SA (2006). Intensity of the biostimulatory effect of bull on resumption of ovulatory activity in primiparous, suckled beef cow. *Anim. Rep. Sci.* 99: 24-33.
8. Berchtold, M (1988). Fisiología de la reproducción; En: Grunert, E, Berchtold, M. *Infertilidad en la vaca.* Buenos Aires. Hemisferio Sur. pp. 33-44.
9. Beretta, VR, Lobato, JFP, Mielitz Netto, CGA (2002). Produtividade e eficiencia biológica de sistemas de produção de gado de corte de ciclo completo no Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Zootec.* 31: 991-1001.
10. Bowes, K, Wood-Gush, DGM (1986). Social tension in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16: 95-96.
11. Burns, PD, Spitzer, JC (1992). Influence of biostimulation on reproduction in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 358-362.
12. Chagas, EC, Garcia, JTC, Caggiano Filho, P (1987). Como aumentar a eficiencia dos rebanhos de cria. En: Chagas, EC, Garcia, JTC, Caggiano Filho, P. *Coletanias das pesquisas; Gado de corte.* Bagé. Embrapa. pp. 301-317.

13. Day, ML, Imakawa, K, Wolfe, RJ et. al (1987). Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. *Biol. Reprod.* 37: 1054-1063.
14. Dyce, kM, Sack, WO, Wensing, CJG (1999). *Organo de los sentidos*. En: Dyce, kM, Sack, WO, Wensing, CJG. *Anatomía Veterinaria*. 2ª ed. Mexico, MacGraw Hill- Interamericana. pp. 351- 376.
15. English, PR, Williams, JS, Alastair, M (1982). Manejo al destete, el apareamiento y la gestación. En: English, PR, Williams, JS, Alastair, M. *La Cerda*. 2º ed. Mexico. El Manual Moderno. 391p.
16. Fagundes, N, Mattos, M, Gomes, E, Fagundes, N (2006). Efeitos da bioestimulacao e mamada interrompida sobre as taxas de prenhez e de manifestacao de estro pós-parto em vacas de corte com cria ao pé. *Vet. Not. Uberlandia*. 12: 123-126.
17. Fagundes, N, Nascimento, M, Diniz, E, Fagundes, N (2006). Efeitos da bioestimulacao e mamada interrompida sobre as taxas de prenhez e de manifestação de estro pós-parto em vacas de corte com cria ao pé. *Vet. Not. Uberlandia*. 12: 123-126.
18. Ferreira, S (2003). Bioestimulação em bovinos de corte. Tese (Dotorado-Produção Animal)- Progema de pós-graduação em Zootecni, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 119p.
19. Ferrell, CL (1982). Effect of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J. Anim. Sci.* 55: 1272-1283
20. Fiol, C, Quintans, G, Ungerfeld, R (2010). Response to biostimulation in peri-puberal beef heifers: influence of male-female proximity and heifer's initial body weight. *Theriogenology*, en prensa, doi: 10.1016/j.theriogenology.2010.03.015.
- 21. Gómez, R (2006). Ganadería en el Uruguay. *Rev. Inia. Supl. Tecno.* 16. Disponible en: [www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara\\_192.pdf](http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ara/ara_192.pdf). Fecha de consulta 13/2/10.
22. Gordon, I (1997). *Controlled reproduction in sheep and goats*. London, CAB. 450p.
23. Greer, RC, Whitman, RW, Staigmiller, RB, Anderson, DC (1983). Estimating the impact of management decisions on the occurrence of puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 56: 30-39.

24. Grunert, E (1988). Trastornos del ciclo y del estro. En: Grunert, E, Berchtold, M. Infertilidad en la vaca. Buenos Aires. Hemisferio Sur. pp 177-187.
25. Hafez, ESE (1989a). Ciclos reproductivos. En: Hafez, ESE. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5º ed. México, Interamericana, pp. 116-141.
26. Hafez, ESE (1989b). Comportamiento en la reproducción. En: Hafez, ESE. Reproducción e inseminación artificial en animales. 5º ed. México, Interamericana, pp. 281- 298.
27. Izard, MK, Vandenberg, JG (1982). The effect of bull urine on puberty and calving date in crossbred beef heifers. J. Anim. Sci. 55: 1160-1168.
28. Jorgensen, GHM, Andersen, IL, Boe, KE (2007). Feed intake and social interactions in dairy goats: The effects of feeding space and type of roughage. Appl. Anim. Behav. Sci. 107: 239-251.
29. Kinder, JE, Roberson, MS, Wolfe, MW (1994). Management factors affecting puberty in the heifer. En: Fields MJ, Sand RS. Factors Affecting Calf Crop. Boca Raton. CRC Press. pp. 69-89.
30. Lima, CS, Gambarini, ML, Viu, MA, Filho, BD, Santos, FC, Caixeta, L S (2008). Efeito da bioestimulação, monensina e somatotropina recombinante bovina sobre o ganho médio diário e início da puberdade em novillas girolando criadas a pasto. Arch. Vet. Sci. 13: 93-97.
31. Lobato, JFP (1997). Sistemas intensivos de produção de carne bovina: I. Cria. Simposio sobre pecuaria de corte. Piracicaba. Anais, Piracicaba: FEALQ. pp.161-204.
32. Lobato, JFP, Zanotta Jr, RLD, Pereira Neto, O (1998). Efeito das dietas pré e pós-parto na eficiencia reproductiva de vacas primíparas de corte. Rev. Bras. Zootec. 27: 857-862.
33. López-Mazz, C, Pereyra, F, Scarsi, A, Ibáñez, V, Quintans, G (2008). Caracterización de la actividad ovárica y peso vivo en el segundo invierno en vaquillonas de razas carniceras: Resultados preliminares. Rev. Arg. Prod. Anim. 28: 172-173.
34. Macmilan, KL, Allison, AJ, Struthers, GA (1979). Some effect of running bulls with suckling cows or heifers during the pre-mating period. New Zealand. Exp. Agric. 7: 1121-1124.
35. Martin, GB, Oldham, CD, Cognie, Y, Pearce, D (1986). The physiological responses of anovulatory ewes to the introduction of rams: Review. Liv. Prod. Sci. 15: 219-247.

36. McDonald, LE (1974). *Veterinary endocrinology and reproduction*. 2a. ed. Filadélfia: Lea & Febiger. 10: 264-265.
37. Monje, AR, Alberio, G, Schiersmann, PJ et al. (1983). Effect of male presence on sexual activity postcalving of breeding cows in two nutritional levels. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4: 364-373.
38. Oliveira, CMG, Oliveira, Filho, BD, Gambarini, ML, Viu, MAO, Lopes, DT, Sousa, APF (2009). Effect of biostimulation and nutritional supplementation on pubertal age and pregnancy rates of Nelore heifers (*Bos indicus*) in a tropical environment. *Anim Reprod Sci.* 113:38-43.
39. Osoro, K (1986). Efecto de las principales variables de manejo sobre los parámetros reproductivos en las vacas de cría. *Inv Arg. Sanid. Anim.* 1 (1-2): 889-111.
40. Osoro, K, Wright, IA (1992). The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *J. Anim. Sci.* 70: 1661-1666.
41. Pittaluga, O, Rovira, J (1968). Influencia del nivel nutricional predestete sobre el crecimiento y pubertad de terneras Hereford. *Facultad de Agronomía. Uruguay. Boletín Técnico*, 5(2):68-78.
42. Plasse, D, Warnick, AC, Koger, M (1968). Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. Puberty and ovulation frequency in Brahman and Brahman x British heifers. *J. Anim. Sci.* 27: 94-105.
43. Pimentel, CA, Pimentel, MA (1983). Efeito do mes de parição sobre a função reprodutiva de vacas de corte. *Rev. Bras. Rep. Anim.* 7(2): 33-42.
44. Quadros, SAF, Piva-Lobato, JF (2004). Bioestimulação e comportamento reprodutivo de novilhas de corte. *Rev. Brás. Zootec.* 33: 679-683.
45. Quintans, G, López, C, Vázquez, AI, Pereyra, F (2003). Monitoreo de la actividad reproductiva en vaquillonas previo al entore. *Producción animal. Palo a Pique, Uruguay: INIA actividad de Difusión*, 332,p 28-32.
46. Quintans, G, Straumann, JM, Ayala, W, Vazquez, AI (2004). Effect of winter management on the onset of puberty in beef heifers under grazing conditions. *Abstracts of the 15<sup>th</sup> International Congress on Animal Reproduction, 2004, Porto Seguro, Brazil. Porto Seguro: ICAR.* 22p.
47. Quintans, G, Barreto, S, Negrín, D, Ayala, W (2007). Efecto de la tasa de ganancia invernal en el inicio de la pubertad de terneras de biotipos



carniceros en pastoreo. XXX Reunión Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal, Cuzco, Perú. Cuzco: APPA. 447-451p.

48. Rekwot, PI, Ogwu, D, Oyedipe, EO (2000a.) Influence of bull biostimulation, season and parity on resumption of ovarian activity of zebu (*Bos indicus*) cattle following parturition. *Anim. Reprod. Sci.* 63: 1-11.
49. Rekwot, PI, Ogwu, D, Oyedipe, EO, Sekoni, VO (2000b). Effects of bull exposure and body growth on onset of puberty in Bunaji and Friesian x Bunaji heifers. *Reprod. Nutr. Dev.* 40: 359-367.
50. Rekwot, PI, Ogwub, D, Oyedipe, EO, Sekoni, VO (2001). The role of pheromones and biostimulation in animal reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 65: 157-170.
51. Robertson, MS, Wolfe, MW, Stumpf, TT et al., (1991). Ovarian follicular waww synchronization and exposure to bull on age at puberty in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 69: 2092-2098.
52. Rocha, MG, Lobato, JFP (2002). Sistema de alimentacao pós-desmame de becerras de corte para acasalamento com 14/15 meses de idade. *Rev. Bras. Zootec. Vicosá*, 31(4): 1814-1822.
53. Rovira, J (1974). Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Hemisferio Sur. Montevideo. 293p.
54. Rovira, J (1996). Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo. Hemisfério Sur, Montevideo. 287p.
55. Shipka, MP, Rowell, JE, Ford, SP (2002). Reindeer bull introduction affects the onset of the breeding season. *Anim. Reprod. Sci.* 72: 27-35.
56. Signoret, JP (1970). Reproductive behaviour of pigs. *J. Reprod. Fertil.* 11: 105-117.
57. Signoret, JP, Fulkerson, WJ, Lindsay, DR (1982). Effectiveness of testosterone-treated weathers and ewes as teasers. *Appl. Anim. Ethol.* 4: 37-45.
58. Short, RA, Staigmiller, RB, Bererdinelli, JG, Custer, EE (1990). Physiological mechanism controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 799-816.
59. Small, JA, Del Vecchio, RP, McCaughey, WP, Ward, DR, Sutherland, WP (2000). The effects of bull exposure and lasalocid on the development of replacement beef heifers. *J. Anim. Sci.* 80: 615-624.
60. Stricklin, WR, Graves, HB, Wilson, LL, Singh, RK (1980). Social

organization among young beef cattle in confinement. *Appl. Anim. Ethol.* 6: 211-219.

61. Stumpf, TT, Wolfe, MW, Wolfe, PL, Day, ML, Kittok, RJ, Kinder, JE (1992). Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows. *J. Anim. Sci.* 70: 3133-3137.
62. Tauck, SA, Berardinelli, JG, Geary, TW, Johnson, NJ (2006). Resumption of postpartum luteal function of primiparous, suckled beef cows exposed continuously to bull urine. *J. Anim. Sci.* 84: 2708–2713.
63. Tauck, SA, Berardinelli, JG (2007). Putative urinary pheromone of bulls involved with breeding performance of primiparous beef cows in a progestin-based estrous synchronization protocol. *J. Anim. Sci.* 85: 1669–1674.
64. Ungerfeld, R (2002). *Reproducción en los animales domésticos*. Montevideo, Melibea; 289 p.
65. Ungerfeld, R (2010). Exposure to androgenised steers did not improve the fertility obtained in progesterone-based fixed-timed artificial insemination programs in extensively managed cows and heifers. *Anim. Prod. Sci.* 50: 68-71.
66. Vinhas Filho, A (1994). Influencia da bioestimulacao sobre a eficiencia reprodutiva pós-parto em vacas de corte. Disertacao apresentada para a obtencao Grau de mestre pelo Engenheiro Agronomo. Universidad Federal de Pelotas, Curso de Pós-graduacao em zootecnia. 104p.
67. Vinhas Filho A, Jardim POC, Pimentel MA & Siewerdt F (1994). Frecuência de cio em diferentes categorías e grupos raciais de bovinos de corte no M.T. En: 4º Encorte, Santa Maria, Anai Santa Maria, R.S. 35p.
68. Vandenberg, JG (1988). Pheromones in mammalian reproduction. En: Knobil, E, Neill, J et al. *The physiology of reproduction*. New York. Raven pp 1679-1696.
69. Wiltbank, J N, Rowden, WW, Ingalls, JE, Gregory, KE, Koch, RM (1962). Effect of energy level on reproductive phenomena of mature hereford cows. *J. Anim. Sci.* 21: 219-225.
70. Wright IA, Rihind, SM, Russel, AJF, Whyte, TK, Alison Mc Bean, J, Mc Millen, SR (1987). Effects of body condition, food intake and temporary separation on the duration of the post partum anoestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef castle. *Animal Production*, 45: 395-402.