



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**SINCRONIZACION DE CELOS EN VAQUILLONAS
Y VACAS HEREFORD Y CRUZAS CON
PROSTAGLANDINA F2 α Y BENZOATO
DE ESTRADIOL**

por

Carolina GARI ETCHAVARRIA
Federico GUERRA SERVETTI

T E S I S

1999

MONTEVIDEO

URUGUAY

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**SINCRONIZACION DE CELOS EN VAQUILLONAS Y
VACAS HEREFORD Y CRUZAS CON
PROSTAGLANDINA F2 α Y BENZOATO DE ESTRADIOL**

por

Carolina GARI ETCHAVARRIA
Federico GUERRA SERVETTI

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo.
(Orientación Agrícola – Lechera)

Montevideo
Uruguay
1999

Tesis aprobada por:

Director: Ing. Agr. Juan Bolívar Rodríguez Blanquet

Ing. Agr. Daniel Fernández Abella

Ing. Agr. Graciela Quintans

Fecha:

Autores: Carolina Gari Etchavarría

Federico Guerra Servetti

AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. Agr. Juan B. Rodríguez Blanquet por su gran apoyo en la orientación de este trabajo de tesis.
- Al Ing. Agr. Juan Burgueño por su asesoramiento en la parte estadística.
- Al Dr. Vet. Jorge Mattos y a todo su equipo de trabajo (Veterinaria “Mattos”) por su incondicional apoyo en la realización de los trabajos de campo.
- Al Dr. R. Calvo Martinicorena propietario del establecimiento Santa Gertrudis.
- Al personal del establecimiento por la colaboración prestada en el trabajo de campo.
- Al laboratorio UNIVERSAL que donó las hormonas utilizadas en este trabajo
- A la empresa ALLFLEX que donó las caravanas utilizadas en los animales de este trabajo.
- A nuestro incondicional amigo **Guzmán Silveira**, quien nos prestó su desinteresada ayuda en innumerables ocasiones.
- A todos los que de alguna manera hicieron posible la realización de este trabajo.

A **nuestras Familias**, por el apoyo brindado para la elaboración del trabajo y por el esfuerzo compartido durante los años de carrera.

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro		Página
1	Resumen de los trabajos realizados por los autores mencionados anteriormente	26
2	Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 1	34
3	Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 2.....	35
4	Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 3	36
5	Resumen de las probabilidades obtenidas para los modelos propuestos	37
6	Desvíos standard para los 10 tratamientos (a)	39
7	Porcentaje de vacas en Celo, Concepción y Preñez en 6 días	40
8	Promedio y Varianzas de N° de días desde la aplicación de la última dosis de PGF2 α y aparición del celo para vacas secas (a)	40
9	Resultados de las variables reproductivas analizadas en el Ensayo N° 3	40
10	Medio y Desvío estándar para el número de días entre la última inyección de PGF2 α y la ocurrencia de celos para Vaquillonas de 3 años	42

Figura		Página
1	Variaciones hormonales durante el ciclo estral (Adaptado de Fernández Abella 1993).....	4
2	Control neurológico y hormonal del estro y la ovulación (Nancarrow y Miller, 1976 citado por Nancarrow y Radford, 1975).....	4
3	Dinámica Folicular durante el ciclo estral en ganado (Lucy et al., 1992).....	7

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	V
<u>I) INTRODUCCION</u>	1
<u>II) REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
A) CICLO ESTRAL	3
<u>1) Dinámica Folicular</u>	6
B) METODOS DE SINCRONIZACION DE CELO Y OVULACION	10
<u>1) Métodos Biológicos</u>	10
(a) Control del Amamantamiento	10
(b) Efecto Toro	12
<u>2) Métodos Hormonales</u>	12
(a) Progestágenos	13
(b) Progestágenos y Estrógenos	15
(c) Prostaglandina (PGF₂α)	16
(i) Métodos de uso de la Prostaglandina (PGF₂α)	17
<u>3) Combinación de Métodos Hormonales y Biológicos</u>	21
C) HORMONAS QUE AYUDAN A CONTROLAR EL PROESTRO	21
<u>1) Uso del Benzoato de Estradiol en la sincronización de celo y ovulaciones con PGF₂α</u>	23
(a) Relación del Benzoato de Estradiol con la LH	28
<u>III) MATERIALES Y METODOS</u>	32
A) ENSAYO N° 1	34
B) ENSAYO N° 2	35
C) ENSAYO N° 3	35
<u>IV) RESULTADOS</u>	37

V) DISCUSION 43

VI) CONCLUSIONES 46

VII) BIBLIOGRAFIA

D) INTRODUCCION

La importancia de la reproducción en la eficiencia biológica global de los sistemas de producción de bovinos de carne es un hecho innegable. Esto es debido al alto porcentaje de energía requerido para el mantenimiento de los vientres de cría y su reposición en el total del proceso global de producción de carne (Dickerson, 1978).

Es importante resaltar que alrededor del 55 % de la energía consumida en la fase de cría bovina corresponde a la necesidad de mantenimiento de una hembra en producción. Si a esto le agregamos un 28 % de crecimiento de las hembras de reemplazo, tenemos un total de 83 % de la energía “improductiva”. Esto explica porque la cría vacuna es un proceso sumamente ineficiente.

La mejora de la eficiencia biológica global del proceso de producción de carne se realiza incrementando los porcentajes de destete y los pesos al destete. Una forma de que el ternero tenga más peso al destete es que nazca al principio del período de parición. De esta forma, a fecha fija de destete, tendrá más edad y por lo tanto mayor peso. Pero lo más importante de este concepto es que la vaquillona que pare primero en el período de parición es más productiva por el resto de su vida (Burriss y Priode 1958; Lesmeister et al., 1973; García Paloma et al., 1992). A nivel nacional, Mestre et al. (1991) obtuvieron resultados similares. Rodríguez Blanquet (1987) y Fernandez y Rodríguez (1991) realizaron revisiones detalladas sobre este punto.

Entonces la fecha de concepción y por ende la fecha de parto serían caracteres fundamentales a considerar para mejorar la eficiencia biológica parcial y global en la producción de carne.

La sincronización de celos y ovulaciones puede ser una tecnología que ayude a concentrar las pariciones al comienzo del período de parición, obtener terneros más parejos (y más pesados) y como ya dijimos, que esos vientres sean más productivos por el resto de la vida.

Además, esta tecnología permitirá la introducción de la inseminación artificial en el área ganadera extensiva, posibilitando el uso de semen con características deseables para la producción de carne.

En este trabajo se pretende mejorar un método de uso de prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$). Esto consiste en doble inyección con diferencia de 14 o 15 días, según sean vaquillonas o vacas respectivamente. Para que este método sea superior en términos reproductivos, que otros recomendados (ver Revisión Bibliográfica), la inseminación tiene que comenzarse 3 días antes de la segunda dosis de $PGF2\alpha$ (Montesdeoca y Noya, 1998). Esto hace que este método se alargue más que el otro recomendado (también con doble dosis).

Este trabajo intenta probar el uso de Benzoato de Estradiol (B.E.) en diferentes dosis y momentos de aplicación como forma de disminuir el número de días requeridos por el método citado y/o incrementar el porcentaje de celos, concepción y preñez.

II) REVISION BIBLIOGRAFICA

II.A) CICLO ESTRAL

La hembra bovina doméstica (*Bos taurus*) se caracteriza por mantener una actividad sexual cíclica continua y se la define como *poliéstrica continua*.

La actividad ovárica se inicia antes de la pubertad, pero el celo o estro no se manifiesta hasta que el desarrollo de las estructuras reproductivas y los niveles de las hormonas sexuales sean los adecuados, los cuales se alcanzan al momento de la pubertad. Una forma de definir pubertad, es cuando el vientre presenta por primera vez dos celos consecutivos con diferencia de 20 días.

El ciclo estral se define como el período comprendido entre dos estros consecutivos. Su duración varía entre vacas, vaquillonas y razas de las mismas. En las vacas dura 21 ± 4 días y en vaquillonas 20 ± 2 días (Salisbury et al., 1978 citado por Chalkling 1995).

El ciclo estral tiene 4 etapas y la duración del mismo depende de la duración del diestro. Comienza con el estro (día 0), la siguiente etapa es el metaestro (día 1 al 4), luego el diestro y por último el proestro. El diestro puede presentar una duración desde el día 5 al 15 o 18 del ciclo estral dependiendo del número de ondas foliculares (1, 2, 3, o 4). Esto afectará obviamente el largo del proestro que podrá variar entre 4 o 5 días. Esto se tomará en cuenta para el presente trabajo en todos los rangos de días que se mencionen para el diestro.

Cada ciclo puede ser dividido en una fase folicular y una fase luteal. La fase folicular comienza con el proestro que precede al estro y termina con la ovulación. La fase luteal comprende el metaestro seguido del diestro el cual termina con la luteólisis (Macmillan y Burke, 1996).

El control del ciclo estral es ejercido por la acción del complejo hipotálamo – hipófisis y además por hormonas segregadas por el tracto reproductivo en su conjunto. Los perfiles hormonales del ciclo estral se presentan a continuación en la Figura 1, y el control neural y hormonal del

estro y la ovulación en la Figura 2.

Figura 1: Variaciones hormonales durante el ciclo estral (Mc. Donald, 1989).

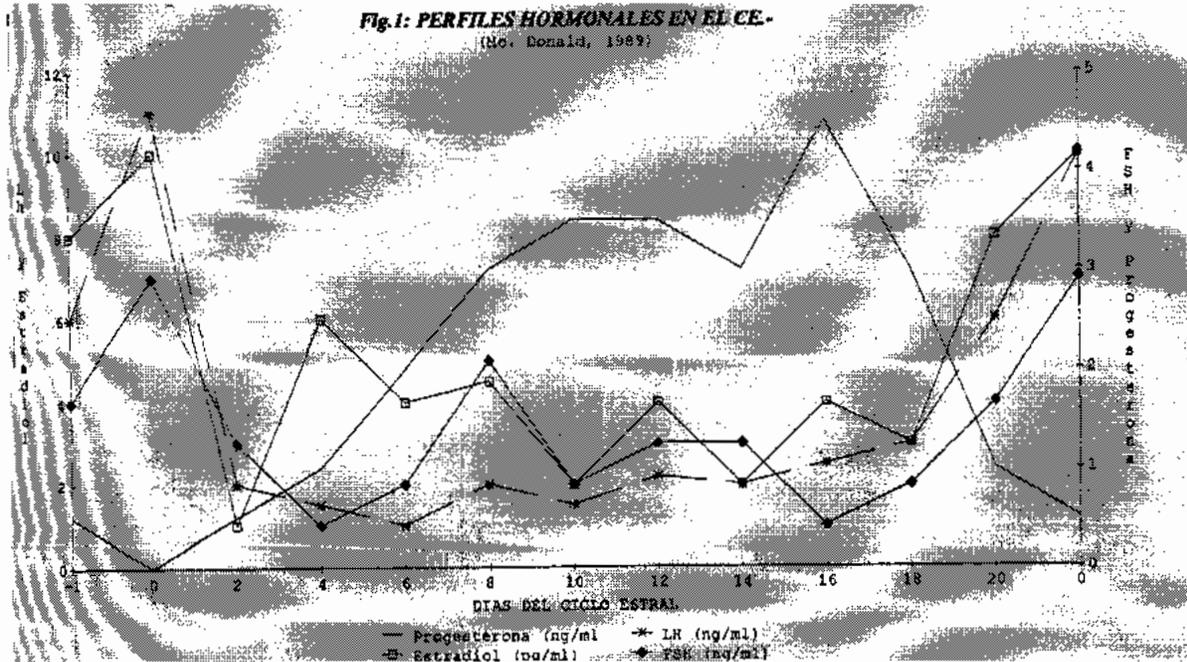
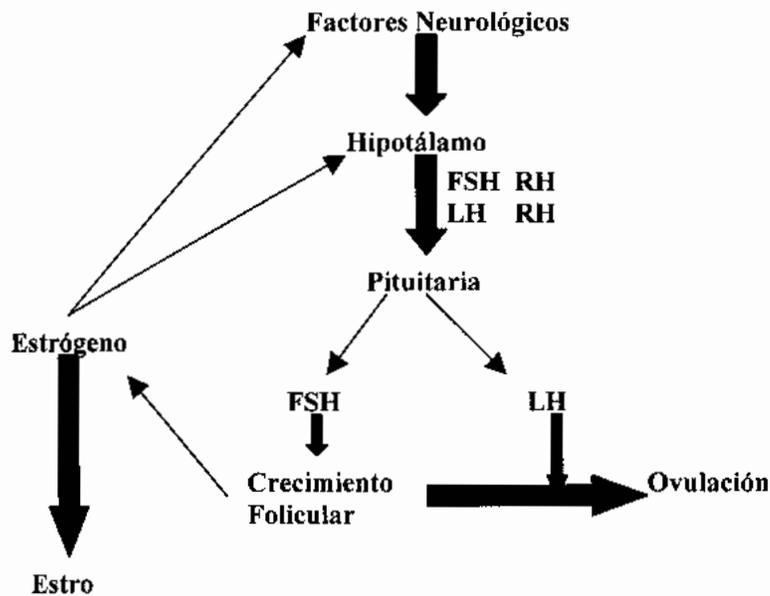


Figura 2: Control neurológico y hormonal del estro y la ovulación (Nancarrow y Miller, 1976 citado por Nancarrow y Radford, 1975)



A continuación se presenta un resumen de la concentración y función de las principales hormonas que regulan el ciclo estral:

La **Hormona Luteinizante (LH)** es secretada por la adenohipófisis en forma de pulsos. Estos son de gran amplitud y baja frecuencia en la fase luteal. En la fase folicular y preovulatoria la frecuencia aumenta y disminuye la amplitud (Baird, 1978; Haresing et al., 1983; Karsh, 1984; Adams et al., 1987 citado por Fernández Abella, 1993). Esta hormona actúa junto con la FSH para inducir la secreción de estrógenos de los folículos de Graff agrandados y es la principal sustancia luteotrópica (mantiene la actividad del cuerpo lúteo) (Chiarino, 1993).

La **Hormona Folículo Estimulante (FSH)** también es secretada por la adenohipófisis. Esta presenta dos picos, el primero coincide con el pico preovulatorio de LH y el segundo 24 – 30 h después, cerca de la ovulación (L'Hermite et al., 1972; Miller et al., 1981; Bister y Paquay, 1983; citado por Fernández Abella, 1993). Fuera de esto presenta pequeñas variaciones durante el ciclo observándose dos a tres picos de menor magnitud, estos picos preceden a cada onda folicular (Lucy et al., 1992). Las funciones de la FSH son estimular el crecimiento y maduración de los folículos de Graff, crecimiento del ovario y junto con la LH estimula la producción de estrógenos por el ovario.

Los **Estrógenos** son secretados por la teca interna y las células de la granulosa de los folículos preovulatorios bajo la influencia de las hormonas gonadotrópicas. El principal es el **Estradiol 17 β (E2 17 beta)**. Este presenta un pico preovulatorio que induce el comienzo del celo y luego presenta tres a cuatro picos de menor magnitud durante el ciclo (Baird et al., 1981; Haresing et al., 1983 citados por Fernández Abella, 1993). Los estrógenos actúan en el sistema nervioso central en la inducción al comportamiento del estro, estimulan el crecimiento de las vías reproductivas, las contracciones uterinas y ejercen control sobre la liberación de gonadotropinas.

La **Progesterona** es secretada por la placenta, glándula suprarrenal, la teca folicular y principalmente en la vaca, por el cuerpo lúteo (Hafez 1987).

Debido a esto la hormona aumenta sus niveles después de la ovulación alcanzando un alto nivel alrededor del día 5, incrementándose lentamente hasta aproximadamente el día 15 (dependiendo del número de ondas foliculares del ciclo), para luego caer abruptamente en caso de no producirse la fecundación. La progesterona prepara al útero para la implantación, mantenimiento de la preñez y actúa en forma sinérgica con los estrógenos para inducir el comportamiento del estro. Concentraciones elevadas de progesterona inhiben el estro y el pico preovulatorio de LH, y esto permite su uso en el control y sincronización de celos (Hafez 1987), tema que será tratado más adelante.

II.A.1) Dinámica Folicular

La infertilidad en el ganado representa la causa más importante de ineficiencia en los sistemas de producción animal. El fracaso de los folículos para llegar a la madurez y ovular, o el desarrollo anormal de los folículos en el ovario son responsables de gran parte de la ineficiencia reproductiva (Bauman y Currie, 1980 citado por Lucy et al., 1992).

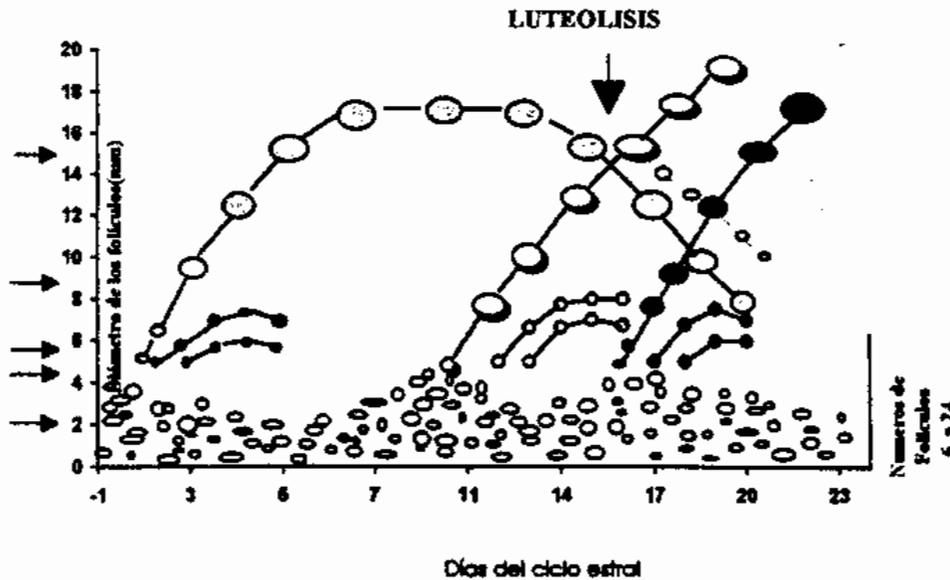
El proceso de continuo crecimiento y regresión de folículos antrales (superiores a 2mm de diámetro) que lleva al desarrollo de folículos preovulatorios es conocido como *Dinámica Folicular*, y se ha logrado avanzar en su estudio gracias a la ultrasonografía transrectal.

En un ciclo estral pueden ocurrir de una a cuatro ondas de desarrollo folicular, y el folículo preovulatorio deriva de la última onda. Normalmente se desarrollan dos o tres ondas (Lucy et al., 1992). Dentro del desarrollo de cada onda folicular se identifican tres procesos. El primero es el proceso de **reclutamiento**. En éste, una comunidad de folículos comienza a madurar en un ambiente con suficiente estimulación gonadotrópica, para permitir el progreso hacia la ovulación. El segundo es la **selección**, proceso mediante el cual generalmente un folículo es elegido y elude la atresia, pudiendo alcanzar la ovulación. Por último la **dominancia**, durante la cual el folículo seleccionado domina a través de la inhibición del reclutamiento de una nueva comunidad de folículos (Lucy et al., 1992).

En la Figura 3 se muestra una representación esquemática del número de folículos y tamaños de un estudio de ultrasonografía de dinámica folicular

durante un ciclo estral.

Figura 3: Dinámica Folicular durante el ciclo estral en ganado (Lucy et al., 1992).



Gráfica N°1: Esquema general del crecimiento y desarrollo de los folículos durante ciclos de dos o tres ondas foliculares (Savio et al., 1990)

- Desarrollo de la Primera onda anovulatoria (Fase de crecimiento, estática y de regresión de los folículos dominantes).
- ◐ Desarrollo de la Segunda onda ovulatoria en ciclos de dos o anovulatoria en ciclos de tres ondas.
- Desarrollo de la Tercera onda ovulatoria en ciclos de tres.
- Determina la clasificación folicular en función del diámetro:

- CLASE 1 (3 a 5 mm) (folículo secundario)
- CLASE 2 (6 a 9 mm) (folículo terciario).
- CLASE 3 (10 a 15 mm) (folículo terciario parcialmente o no luteinizado).
- CLASE 4 (>a 15 mm) (folículo dominante preovulatorio o de Graaf).

El mecanismo que controla el reclutamiento de los pequeños folículos y determina cuales folículos son reclutados es desconocido, pero incrementos de la concentración de FSH en plasma luego de la ovulación podrían estimular este proceso (Lucy et al., 1992).

Al estudiar ovarios por ultrasonografía durante el período de folículo

dominante no se detectan nuevos folículos mayores a 5 mm. Parecería ser que otros folículos son impedidos de entrar en la fase de reclutamiento durante el período de dominancia. Ciertas proteínas encontradas en el fluido folicular podrían ser responsables de inhibir el crecimiento folicular (Kastelic et al., 1990).

Dentro de un ciclo estral el primer folículo dominante puede ovular si es inducida la regresión del cuerpo lúteo por $\text{PGF2}\alpha$ exógena en el día 5 al 8 (Kastelic et al., 1990a; Savio et al., 1990a citados por Lucy et al (1992)). Sin embargo en la mayoría de los ciclos estrales el primer folículo dominante regresa, y la evolución de una segunda onda folicular resulta en la presencia de un segundo folículo dominante. En ciclos de dos ondas, la maduración del mismo coincide con la regresión espontánea del cuerpo lúteo, y este folículo ovula luego de la luteólisis (Savio et al., 1988; Sirois y Fortune, 1988; Ginther et al., 1989a; citado por Lucy et al., 1992). El segundo folículo dominante puede tornarse atrésico, y una tercer onda folicular iniciarse.

Los animales que presentan tres ondas foliculares tienen un ciclo estral más largo (Taylor y Rajamahendran, 1991 citado por Lucy et al. (1992)) debido a que el estro es retrasado cuando el folículo dominante de la segunda onda no ovula y el tercer folículo dominante requiere un tiempo adicional para completar el desarrollo antes de ovular. La mayoría de los animales tienen dos a tres ondas foliculares durante el ciclo estral. Para ciclos estrales de dos ondas, en promedio, el folículo dominante de la primer onda es primeramente detectado en el día cero (día de la ovulación) cuando su diámetro es de 4-5mm. Crece linealmente por 6 días (fase de crecimiento), mantiene el mismo tamaño aproximadamente por 6 días (fase estática, diámetro medio 15,8 mm), y luego comienza a regresar (fase de regresión) (Ginther et al., 1989a citado por Kastelic et al, 1990). La segunda onda es detectada por primera vez alrededor de los días 8-10. El folículo dominante de esta onda llega a un diámetro no significativamente mayor que la alcanzada por el mismo tipo de folículo en la primer onda en la fase estática, y pasa a ser ovulatorio (Ginther et al, 1989 citado por Kastelic et al, 1990). El folículo dominante de la primer onda permanece en la fase estática en promedio por 3 días previo a la detección de la segunda onda, pudiendo ser viable en la mayoría de la fase estática.

Se ha sugerido un rol crítico de los niveles basales de FSH en la regulación de los patrones de desarrollo folicular durante el ciclo y un rol crítico en la continuidad del desarrollo del folículo dominante (Fortune, 1993).

Se distingue una diferencia entre dominancia morfológica y dominancia funcional (Fortune, 1993). El folículo más grande presente en uno de los dos ovarios fue definido como el folículo morfológicamente dominante. La dominancia funcional tiene dos aspectos: la habilidad del folículo dominante de inhibir el crecimiento de folículos menores y su habilidad de ovular bajo condiciones hormonales apropiadas. Un folículo es considerado funcionalmente dominante si ovula en respuesta a una inyección de $\text{PGF2}\alpha$. Se determinó que folículos dominantes no ovulatorios son funcionales cuando están creciendo, pero esa dominancia funcional se pierde cuando entran a la fase estática. Se ha visto que mientras el folículo dominante de la primer onda esta creciendo es casi siempre capaz de ovular en respuesta a la luteólisis (Fortune, 1993).

Cuando el tamaño del folículo dominante ha estado estático por 5 o 6 días al momento de la inyección de $\text{PGF2}\alpha$, el folículo morfológicamente dominante nunca ovulará, y el folículo dominante de la segunda onda será el folículo ovulatorio (Fortune, 1993). Estos resultados demuestran que la dominancia morfológica de un folículo persiste mucho más que una dominancia funcional (Fortune, 1993). Cuando folículos morfológicamente dominantes fallaron en la ovulación, folículos de la segunda onda estaban presentes en el día de la inyección de $\text{PGF2}\alpha$ o en el día siguiente (Fortune, 1993). Hay evidencia que indica que los dos componentes de la dominancia funcional (la habilidad de ovular y la de suprimir la siguiente onda) están muy relacionados en el tiempo (Fortune, 1993).

La lactancia y la alimentación (balance energético negativo) modifican el desarrollo folicular, favoreciendo el desarrollo de folículos quísticos de menor fertilidad y pobre respuesta a la sincronización de celos (Lucy et al., 1992).

Cuando el conocimiento de la función folicular (secreciones parácrinas y autócrinas) sea determinado en relación al balance energético y

estado fisiológico de las vacas, se podrá favorecer el ajuste de técnicas de sincronización de celos principalmente de vacas postparto (Lucy et al., 1992).

II.B) METODOS DE SINCRONIZACION DE CELO Y OVULACION

II.B.1) Métodos Biológicos.

Los métodos biológicos no utilizan ningún tipo de drogas. Estos son medidas de manejo que de alguna forma actúan sobre el complejo hipotálamo - hipófisis. Estos métodos no son tan eficientes en sincronizar celos como otros métodos que utilizan hormonas.

Los métodos que han tenido un efecto positivo sobre el comportamiento reproductivo son: control del amamantamiento y efecto toro.

II.B.1.a) Control del Amamantamiento.

Durante la lactancia, los requerimientos nutricionales de las vacas son máximos debido a la alta demanda energética que supone el proceso de producción de leche. Desde un punto de vista fisiológico, la vaca de carne “reparte” los nutrientes en base a un cierto orden de prioridades entre todas las funciones que debe cumplir en un ciclo de producción (Short et al., 1988; Short y Adam, 1990). Estos son:

- 1) Mantenimiento del metabolismo basal.
- 2) Gastos por concepto de actividad.
- 3) Crecimiento de la masa corporal básica.
- 4) Acumulación de reservas energéticas bajo la forma de deposición de tejidos.
- 5) Gestación.
- 6) Lactación.
- 7) Reservas energéticas adicionales.
- 8) Gastos de energía asociados al reinicio de los ciclo estrales luego del parto y al comienzo de la preñez.
- 9) Acumulación de reservas energéticas en exceso.

La interrupción de la lactancia, y por lo tanto la eliminación de las

necesidades destinadas a la producción de leche, aparecerían como una estrategia adecuada para modificar la partición interna de nutrientes en la vaca y promover un más rápido reinicio de los celos. Pero información más reciente en los últimos 20 años en anestro post-parto muestran otros factores que lo afectan. Williams (1990) postuló que el amamantamiento per se tenía un efecto inhibitorio de la actividad sexual postparto provocado por la acción de mamar del ternero. Este investigador reanalizó los trabajos que lo llevaron a postular la anterior hipótesis de trabajo. Esto lo hizo realizar otro modelo conceptual donde posteriormente demostró que era el vínculo madre – ternero el componente fundamental del anestro postparto. Más información sobre este punto puede ser consultada en Williams et al., (1996) y a nivel nacional, en las tesis de los Ing. Agr. Ruske e Iturralde (1997) y los bachilleres Hernández y Mendoza (1999).

Dentro del control del amamantamiento se encuentran tres tecnologías: *Destete Precoz*, *Destete temporario*, *Amamantamiento restringido*.

El *Destete Precoz* consiste en la remoción temprana y definitiva del ternero de la vaca. Los terneros se destetan con un peso aproximado de 70 a 80 Kg y con un promedio de 60 a 90 días de vida. Tiene mayor efecto en animales con mala condición corporal (< 3,5 (en una escala del 1 al 8)) y en vacas primíparas (Simeone, 1995). Sin embargo no hay información entre la relación de nutrición y amamantamiento (Stagg et al., 1998). Investigación en este tema traerá sin duda cambios en medidas de manejo clásicas respecto a nutrición y reproducción.

El *Destete Temporario* consiste en destetar terneros de aproximadamente 40 – 60 días de edad y con un peso entre 50 y 60 Kg, por un período de tiempo que varía entre 24 h a 14 días. Información reciente mostró que la separación de 4 a 6 días en forma total del ternero incrementa la concentración de LH (Shively y Williams, 1987). Información nacional muestra resultados efectivos con 11 días (Oscarberro et al., 1994), 13 días (Mezquita et al., 1991) y 14 días (Rodríguez Blanquet et al., 1997). Este método sería efectivo en animales con condición corporal media, entre 3 y 4 (en una escala del 1 al 8), entre el parto y el destete. Este método permite aumentar la fertilidad del celo y concentrar los estros al inicio del entore.

Una información más reciente sobre el tema se puede encontrar en Iturralde y Ruske (1997) y Hernández y Mendoza (1999).

El *Amamantamiento Restringido* consiste en dejar mamar los terneros solamente una vez por día. Dziuk y Bellows (1983), en su revisión mostraron que dejando mamar una sola vez por día a los terneros, aumentaba el porcentaje de vacas que celaban tempranamente en el período de entore. Más información se puede obtener en Williams (1990).

II.B.1.b) Efecto Toro.

Consiste en estimular la actividad sexual de las hembras mediante la presencia del macho (bioestimulación). La bioestimulación es más efectiva en otras especies como la caprina, la ovina y la porcina (Hafez, 1987).

Se desconocen aún los mecanismos neuroendocrinológicos por los que actúa la bioestimulación. La teoría más aceptada es la del estímulo provocado por las feromonas. Estas son sustancias químicas producidas por un animal que determina una reacción o estímulo en otro animal de la misma especie y que se traduce en modificaciones a nivel hormonal (Fenocchi y Restaino, 1987).

La introducción del macho en el período post-parto ejerce un efecto estimulante sobre la función reproductiva de la hembra. La magnitud de la respuesta estaría condicionada por el estado corporal (Monje et al., 1983; Inskoop, 1984).

Una información más actualizada se puede encontrar en Iturralde y Ruske (1997) y Hernández y Mendoza (1999).

II.B.2) Métodos Hormonales

Los métodos hormonales utilizan hormonas o sustancias análogas a las mismas para el control del ciclo estral. Estas hormonas pueden ser utilizadas solas o combinadas.

II.B.2.a) Progestágenos

Los progestágenos son análogos sintéticos de la progesterona. Estas producen el efecto de un cuerpo lúteo. Es decir que impiden la entrada en celo y la posterior ovulación en el período que son administrados.

Estos productos pueden ser administrados de varias maneras. Estas serían por vía oral (acetato de Melengesterol), inyectable, implantes subcutáneos (ej: Norgestomet) o dispositivos intravaginales (CIDR o esponjas “artesanales”).

Anteriormente éstos productos eran aplicados por un lapso de tiempo tal, que permitían la regresión del cuerpo lúteo. Esto equivalía a 16 a 20 días. A pesar de que con este período de tiempo se lograban mayores porcentajes de sincronización, la fertilidad del celo inducido disminuía por el tratamiento (Alberio, 1984, citado por Chiarino Herrera, 1993).

En vacas cuyo estro fue sincronizado con progestágenos durante ese período (16-20 días), los folículos se volvieron más grandes, más persistentes o más frecuentemente atrésicos que en vacas sin sincronizar (Ulberg et al., 1951; Nellor y Cole, 1957; Zimbelman, 1963; Zimbelman y Smith, 1966; citado por Odde, 1990). Recientemente ha sido demostrado que la menor fertilidad fue asociada con folículos persistentes (FP). Esto tendría como consecuencia mayor frecuencia de pulsos de LH y un prolongado incremento del estradiol preovulatorio (Sánchez et al., 1993; Savio et al., 1993a,b; Stock y Fortune, 1993; Wehrman et al., 1993; Mihm et al., 1994a citado por Cooperative Regional Research Project (1996)).

En el Proyecto de Investigación de la Cooperativa Regional (1996), compararon los patrones hormonales en vacas y vaquillonas luego de tratamientos designados para producir la ovulación de folículos persistentes o en crecimiento, la fertilidad del folículo más grande perteneciente a una misma onda folicular (primera) durante un ciclo estral. Obtuvieron un mayor porcentaje de preñez en vacas que ovularon con folículos en crecimiento (FC) (54%), que aquellas que lo hicieron a partir de un folículo persistente (14%). Un mayor porcentaje de vaquillonas (36 %) que de vacas quedó preñado después de ovular a partir de un FP; si bien el porcentaje de preñez fue menor en vaquillonas con FP que con FC.

Animales con FP tienen mayores concentraciones de estradiol en plasma que animales con FC, por lo menos 6 días antes del tratamiento para la inducción del estro. La diferencia preovulatoria en la concentración de estradiol entre animales con FP o FC fue mayor y de más larga duración en vacas que en vaquillonas.

En vacas con FC, la progesterona después de la inseminación artificial fue significativamente mayor en las preñadas que en las no preñadas. Esta hormona comenzó a ser significativamente diferente del día 6 al 7 después del estro. En vacas con FP la progesterona no fue mayor en vacas preñadas hasta el día 18-19, pero el número de vacas preñadas fue menor. No fue observado un efecto de la preñez en concentraciones de progesterona después de la inseminación artificial ni en vaquillonas con FC ni con FP. La progesterona no fue consistentemente mayor en vaquillonas preñadas respecto a las no preñadas, en ambos grupos, hasta 16 – 17 días después del estro.

Los FP son claramente los mayores contribuyentes a la baja fertilidad en el ganado cuyo estro ha sido sincronizado con bajos niveles de progesterona (Proyecto de Investigación de la Cooperativa Regional, 1996).

El porcentaje de concepción fue un 35 % mayor en vacas lactantes cuando la progesterona fue alta vs. baja, de 7 a 4 días antes de la inseminación (Meisterling y Dailey, 1987; citado en el Proyecto de Investigación de la Cooperativa Regional, 1996). Los bajos porcentajes de concepción son debidos a la baja progesterona o progestágeno y al desarrollo del FP y no debido a que el FP surge de una onda folicular diferente que el FC con el que fue comparada.

Brink y Kiracofe (1988) citado por Odde (1990) mostraron un mayor porcentaje de concepción en vaquillonas que se encontraban en el día 11 o menos del ciclo comparado con vaquillonas que se encontraban en el día 12 en adelante del ciclo estral al comienzo del tratamiento con Norgestomet. Esto podría deberse a la concentración de progesterona (progesterona natural mas Norgestomet) y a la formación o no de un folículo persistente. Este ensayo muy práctico nos muestra la importancia de realizar la sincronización con niveles altos de progesterona, y evitar así que se fecunde

un folículo persistente.

Diferentes investigadores dan distintas explicaciones para esta diferencia en fertilidad para la dos clases de folículos.

Mihm et al., (1994b) y Revah y Butler, (1996) citados por Cooperative Regional Research Project (1996) observaron una activación prematura de los oocitos en folículos persistentes, que probablemente sean un efecto directo de la LH que llevan a una menor fertilidad.

También altas y prolongadas concentraciones de estradiol asociadas con folículos persistentes podrían ser una causa directa de la baja fertilidad (Wehrman et al 1993 y Ahmad et al., 1995 citados por Cooperative Regional Research Project, 1996. Es posible que el estradiol, y no la LH, sea directamente responsable de la activación prematura de los oocitos que ha sido observada en folículos persistentes (Mihm et al., 1994b; Revah y Butler, 1996 citados por Cooperative Regional Research Project, 1996). Otra posible explicación es un incremento en el número de folículos atrésicos y alteraciones en el crecimiento folicular. Se ha observado también que una alta concentración de estrógeno afecta el transporte espermático reduciendo la fertilidad (Hawk, 1971, citado por Sanchez et al., 1993).

En conclusión el folículo persistente tiene menor fertilidad que el folículo en crecimiento, existiendo varias posibles explicaciones. Esto es muy importante para la elección de métodos de sincronización.

II.B.2.b) Progestágenos y Estrógenos

Se ha demostrado que tratamientos con progesterona en ganado por un período menor a 14 días no reducen el porcentaje de concepción (Wiltbank y Kasson, 1968; Roche, 1974, 1976, citado por Odde, 1990). Para que estos tratamientos cortos con progestágenos sean efectivos en la sincronización del estro, debe ser incorporado un agente luteolítico.

Los estrógenos son luteolíticos cuando son administrados durante la etapa temprana del ciclo estral (Wiltbank et al.,1961, citado por Odde, 1990). Thimonier et al. (1975) citado por Odde (1990) trataron vacas con

una inyección de valerato de estradiol seguido de un implante de Norgestomet y reportaron que dejando el implante de 13 a 15 días reducía la fertilidad comparada con un periodo de 7 a 9 días. Wiltbank y Gonzalez-Padilla (1975) citados por Odde (1990) reportaron que un implante de 9 días conteniendo 6 mg de Norgestomet más una inyección de 5 mg de valerato de estradiol y 3 mg de Norgestomet aplicados al momento de la inserción del implante, sincronizaron estro satisfactoriamente y también indujeron estro en vaquillonas no cíclicas.

Una combinación de una inyección de valerato de estradiol y progesterona seguido de la inserción de un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona (PRID) por 12 días también es efectivo en la sincronización del estro (Sprott et al., 1984 citado por Odde, 1990).

En conclusión, la aplicación de un progestágeno y un agente luteolítico (una o dos veces) puede ser un buen método de sincronización.

II.B.2.c) Prostaglandina F₂α (PGF₂α)

La PGF₂α y sus análogos son inefectivos en provocar la luteólisis en la etapa temprana del ciclo estral (Lauderdale, 1972; Rowson et al., 1972; Jackson et al, 1979; Battista et al., 1984; Kiracofe et al., 1985, citado por Odde, 1990). El agente luteolítico es efectivo cuando el cuerpo lúteo ha completado su desarrollo (día 5 al 15-18 del ciclo estral). Tampoco tienen efecto en etapas avanzadas del ciclo (a partir del día 15-18) porque comienza la regresión natural del cuerpo lúteo como consecuencia de la PGF₂α liberada naturalmente por el útero al no haber fecundación. En conclusión la PGF₂α solamente hace efecto en animales ciclando normalmente, ya que actúan directamente sobre el cuerpo lúteo.

El día en que se encuentra el animal dentro del diestro al momento de la aplicación de la PGF₂α, influye en el grado de sincronización del celo (% de celos), el intervalo al comienzo de éste y en la fertilidad de los mismos.

Tanabe y Hann, 1984, Macmilliam y Henderson (1984), Watts y Fuquay (1985), Rodríguez Blanquet et al. (1996), encontraron valores de sincronización de celo mayores en diestro tardío (día 10 al 15) que en

diestro temprano (día 5 al 9).

King et al. (1982), Tanabe y Hann (1984), Macmillam y Henderson (1984), Watts y Fuquay (1985) citados por Odde (1990), encontraron que el intervalo al celo es más corto al inyectar PGF2 α en el diestro temprano que en el diestro tardío. A su vez éste intervalo fue más corto en vaquillonas que en vacas.

Respecto a fertilidad se obtuvieron resultados contradictorios (King et al., 1982; Tanabe y Hann, 1984; Watts y Fuquay, 1985 citados por Odde (1990)). Unos investigadores mostraron que no había diferencia y otros que los celos obtenidos por la aplicación de PGF2 α exógena en diestro tardío eran más fértiles.

En conclusión los diferentes autores coincidieron en que al inyectar PGF2 α en diestro temprano se acorta el intervalo dosis-manifestación del celo. El porcentaje de celos es mayor cuando los vientres son tratados en diestro tardío. Respecto a la fertilidad de los celos los resultados han sido contradictorios.

II.B.2.c.i) Métodos de uso de la Prostaglandina (PGF2 α)

La PGF2 α puede ser aplicada en distintas formas, pero podemos resumirlos en tres métodos básicos. Un cuarto método fue publicado por Selk et al. (1988) y Folman et al. (1990) con resultados contradictorios. Una modificación del mismo fue realizada recientemente por Rodríguez Blanquet et al. (1995) en vacas secas y vaquillonas. Esta modificación hizo que los resultados sean más estables.

Método I

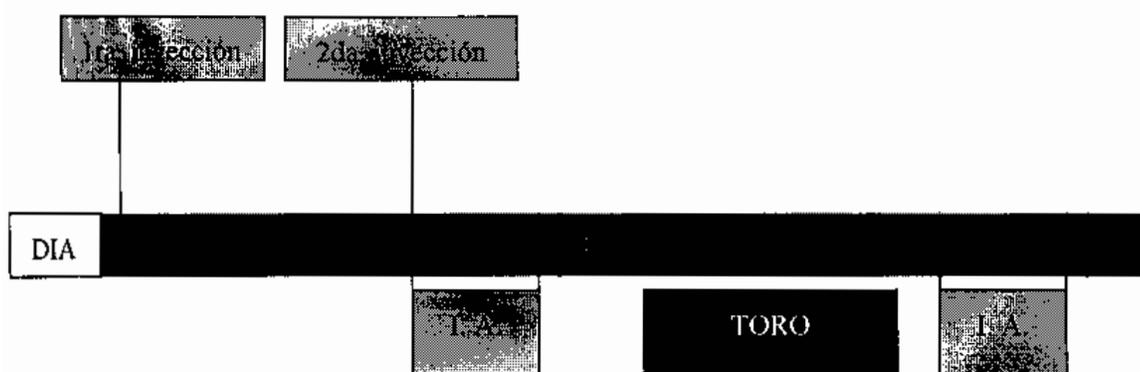
Este método de sincronizar estro con PGF2 α consiste en dar dos inyecciones consecutivas con un intervalo de 10 a 12 días. Si el ganado esta distribuido equitativamente a lo largo de los días del ciclo estral, teóricamente el 75 % de las vacas ciclando mostrarán celo después de la primera inyección (animales que se encuentran entre los días 5 al 20 - 21 del ciclo). Estos vientres y las restantes (los que en la primer inyección se encuentran entre los días 1 al 5) estarán en una etapa del ciclo estral

(diestro) en la que responderán a la segunda inyección.

Vacas que muestran celo después de la primer inyección de un tratamiento de doble inyección usualmente estarán entre el día 6 y el 9 del ciclo estral en la segunda inyección. Estas vacas podrían tener una menor respuesta en el estro (King et al., 1982; Tanabe y Hann, 1984, Macmilliam y Henderson, 1984; Watts y Fuquay, 1985 citados por Odde (1990)).

El esquema de trabajo que se utiliza normalmente con este método es el siguiente: en el día cero se da la primer inyección de PGF2 α . A los 11 días se da la segunda y a partir de acá se levanta celo y se insemina a las 12 h de haber mostrado celo. Esto se realiza durante los 6 días siguientes (día 11 al 17). A los 20 días de la segunda inyección (día 31) se levanta celo y se insemina por 6 días más (hasta el día 37). En los días 17 y 37 de mañana se inseminan los animales detectados en celo los días 16 y 36 de tarde respectivamente. Entre los días 17 y 31 sería conveniente introducir toros al rodeo para no perder ningún celo. (Ver Esquema 1). El trabajo real de inseminación artificial es de 12 días.

Esquema 1:



Este método presenta el defecto de que al dar la segunda inyección, gran parte de los animales (alrededor del 65 %) se encuentran en diestro temprano (día 5 al 10 del ciclo). Como se mencionó anteriormente estos animales presentan una menor respuesta (en % de celos) a la PGF2 α . Aún no se han determinado las causas exactas de esta menor respuesta (Wiltbank et al., 1995). El método que se presenta ha continuación intenta corregir

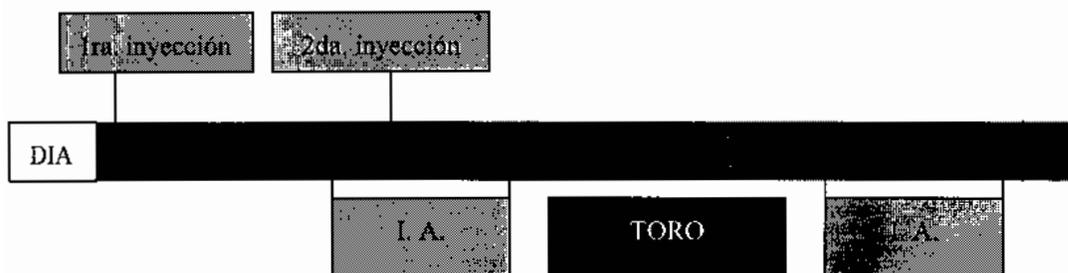
este problema.

Método II

Otro método consiste en la aplicación de dos inyecciones consecutivas con intervalos de 14 o 15 días, según sean vaquillonas o vacas respectivamente. La elección de un intervalo de 14 o 15 días está determinado por los vientres que se encuentran en el día 16 del proestro a la primera inyección. Esto permite que éstos estén en diestro tardío a la segunda inyección en un ciclo estral de 20 o 21 días según sean vaquillonas o vacas. Este intervalo hace que los vientres que a la primer inyección se encuentran en los días 7-9 del ciclo estral y no respondan a la inyección de $\text{PGF2}\alpha$, manifestaran celo natural desde 3 días antes de la segunda dosis de $\text{PGF2}\alpha$ (Rodríguez Blanquet et al. 1997).

En este método se da la primer inyección el día cero, se comienza a levantar celo e inseminar desde el día 11. Luego se aplica la segunda inyección el día 14 y se continúa inseminando hasta el día 20. Entre los días 21 y 31 se recomienda introducir toros al rodeo por la misma razón que se recomienda en el método anteriormente explicado. Luego del día 31 al 39 se vuelve a levantar celo e inseminar. En los días 21 y 41 de mañana se inseminan los animales detectados en celo en los días 20 y 40 de tarde respectivamente. Cabe aclarar que siempre se insemina a las 12 h de detectado el celo. (Ver Esquema 2). Con este método se realiza el trabajo de inseminación artificial en 19 días.

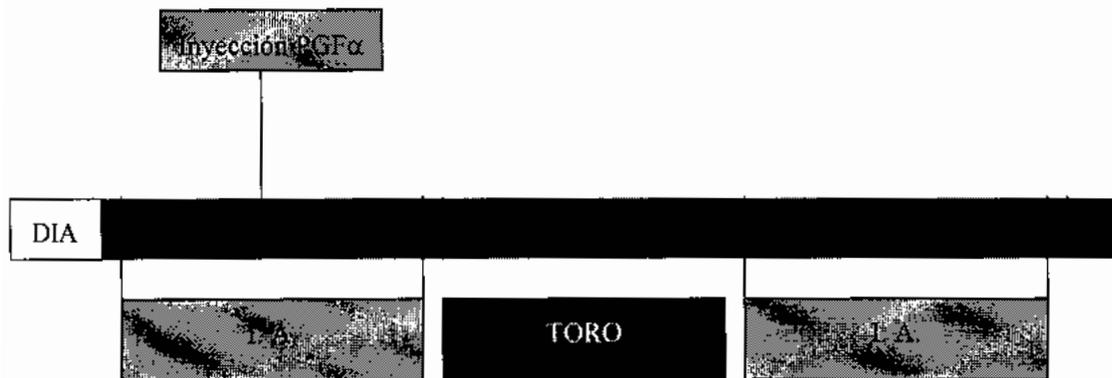
Esquema 2:



Método III

Es el método más usado comercialmente en bovinos de carne. Este consiste en detectar celo e inseminar artificialmente por 5 días en forma convencional. Al quinto día, los animales que no fueron inseminados se inyectan con una dosis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ y se continúa la observación de celo y se insemina del día 5 hasta el 11. Se recomienda introducir toro del día 12 al 20. Los días 12 y 32 de mañana se inseminan los animales detectados en celo en los días 11 y 31 de tarde respectivamente. (Ver Esquema 3). Con este método, el trabajo de inseminación artificial es de 23 días.

Esquema 3:



Este método presenta la ventaja de que al dar una sola inyección, se reduce alrededor de un 25 % el gasto de hormona. A su vez con la detección de celo los 5 días previos a la inyección se podrá tener una idea aproximada de cómo está ciclando el rodeo (debería detectarse entre un 20 y un 25 % del rodeo en celo).

Los inconvenientes que presenta son que se trabaja más días (9 días más que en el método I y 4 días más que en el método II) y también al dar la inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$, un 25 % de los animales se encuentran en diestro temprano.

Método IV

Este método consiste en la detección del cuerpo lúteo por palpación

manual. Una vez detectados los animales con cuerpo lúteo se inyectan con la hormona y se inseminan convencionalmente (Chiarino, 1993).

Esta técnica debe ser realizada por un técnico de amplia experiencia, ya que es muy común confundir el cuerpo lúteo con folículos del ovario, o simplemente no detectarlo. Además esta técnica no permite distinguir cuerpos lúteos viejos de nuevos, es decir los que están entre los días 5 al 9 y entre los días 10 al 15.

Vaca et al, (1983) citado por Chiarino (1993) compararon la palpación manual de cuerpo lúteo con análisis de la concentración de progesterona en sangre en vacas Zebú. Los resultados muestran que en un esquema de sincronización de celo utilizando PGF2 α , un 21% de los animales no presentará celo si la determinación de inyectar o no los mismos se basó en la palpación manual del cuerpo lúteo.

La mayor parte de los pocos ensayos que hay, demuestran que la técnica de palpación manual del cuerpo lúteo para asignar los animales a un tratamiento con PGF2 α no sería lo más aconsejable (Chiarino, 1993).

II.B.3) Combinación de Métodos Hormonales y Biológicos

Dentro de la combinación de métodos hormonales y biológicos, el que ha sido más estudiado es el tratamiento Shang. Este combina el destete temporario de 48h más el uso de progestágenos y estrógenos.

Más información a este respecto podrá ser encontrada en la publicación clásica realizada por Smith et al., (1979). Las investigaciones sobre este punto correspondieron al equipo del Dr. J. N. Wiltbank.

II.C) HORMONAS QUE AYUDAN A CONTROLAR EL PROESTRO

Un efectivo control del ciclo estral para mejorar la eficiencia reproductiva se puede realizar a través de:

- a) Modificaciones en los modelos de desarrollo folicular al inicio del tratamiento.
- b) Disminución del largo del proestro.
- c) Actuar en períodos específicos del ciclo estral luego de la

inseminación artificial para:

1. Mejorar la concepción de los servicios.
2. Sincronizar los retornos.

Este trabajo de tesis toca el punto b). Por lo tanto solo se abordará este punto.

Se ha estudiado la inclusión de otras hormonas junto con la $\text{PGF2}\alpha$ con la intención de lograr una mayor sincronización del momento de ovulación y así hacer posible la inseminación a tiempo fijo.

La remoción del bloqueo de progesterona permite claramente la maduración de los folículos, pero cómo es que esto ocurre no está claro aún. El folículo eventualmente madura y produce estrógenos. Este actúa a 3 niveles:

- En el cerebro para inducir el comportamiento del estro.
- En el hipotálamo estimulando la liberación hipotalámica de hormonas que causan la liberación de LH por la glándula pituitaria, y esta LH induce la ovulación del folículo maduro 24 a 30 h más tarde.
- En el tracto reproductivo preparándolo para recibir el óvulo fertilizado.

Teóricamente es posible estimular la ovulación utilizando los siguientes materiales luego de la inyección de $\text{PGF2}\alpha$.

Hormona luteinizante: La LH es responsable de las etapas finales de la maduración folicular y la ovulación. Por lo tanto podría ser inyectada a las 54 h luego de la $\text{PGF2}\alpha$, para inducir la ovulación 24 – 30 h después. La inseminación de todo el ganado a las 72 h sería entonces lo apropiado. Lamentablemente existen ciertos problemas. La LH no está disponible comercialmente, y por otro lado, en animales con ovulaciones tardías podría inducir la ovulación antes que el desarrollo folicular tenga tiempo para producir suficiente estrógeno para preparar el tracto reproductivo (Nancarrow y Radford, 1976).

GnRH: Esta es la hormona hipotalámica que causa en el animal la liberación de su propia LH. Por esta razón se usa entre las 50 – 60 h después de la PGF2 α , parece ser superior al uso de LH solo, pero llegar a ella tiene alguna de las mismas desventajas nombradas anteriormente, ya que si se encuentra comercialmente. (Nancarrow y Radford, 1976).

Una reciente variación involucrando el uso de GnRH con PGF2 α , ha sido la administración de GnRH 7 – 8 días antes de inyectar PGF2 α , tal que la GnRH sea usada como la primer inyección en una secuencia de doble inyección. Recientemente se usó GnRH y luego PGF2 α luego de siete días, previo a una segunda inyección de GnRH a las 24 o 48 h de la PGF2 α para mejorar la sincronización. Inyectar la GnRH a las 24 h provocó una mayor incidencia (35%) de intervalos de retorno al servicio cortos (< 17 días), ésto disminuyó a 15% al aplicarlo a las 48 h y más aún (6%) al aplicar gonadotropina coriónica humana (hCG) en lugar de GnRH. Esta forma de utilizar GnRH y hCG permite inseminaciones a tiempo fijo comparables en porcentaje de parición a los que utilizan GnRH y PGF2 α e inseminan con detección de celos (Macmillan y Burke, 1996).

Gonadotropina coriónica humana (hCG): ésta hormona actúa en forma similar a la GnRH. Se puede utilizar luego de las PGF2 α para sincronizar más los celos, permitiendo inseminaciones a tiempo fijo. Esta hormona se encuentra comercialmente.

Estrógeno; Estradiol -17 β : El estrógeno producido por el folículo en desarrollo es el estímulo natural a la liberación preovulatoria de LH. Se demostró que una simple inyección de 0,5 mg de E2 aplicada a las 28 h después de la PGF2 α resulta en una mayor sincronización del pico de LH, y todas las vacas entraran en estro dentro de las 72 h, la mayoría a las 56 h. También cuenta con las dificultades ya nombradas(Nancarrow y Radford, 1976).

II.C.1) Uso del Benzoato de Estradiol en la sincronización de celo y ovulaciones con PGF2 α

Nancarrow y Radford (1975) (ver Cuadro 1, autor 1), sincronizaron con dos inyecciones de PGF2 α (a dosis comercial) separadas 13 días entre

sí. Para este estudio se utilizaron 20 vacas de diferentes razas. Veintiocho horas después de la segunda inyección de PGF2 α la mitad de los animales fue inyectado con 500 μ g de benzoato de estradiol (BE). Ocho de las diez tratadas con BE y nueve del resto mostraron celo dentro de las 120 h posteriores a la segunda inyección de PGF2 α . El tratamiento con BE acorta significativamente la aparición del primer celo y el pico de secreción de LH, si bien no hubo diferencias entre los dos tratamientos en el intervalo entre el inicio del celo y el pico de LH. Las vacas tratadas con BE retornaron al celo entre 20 y 22 días y el resto entre 17 y 23 días después. El uso de BE mejoró la sincronización con PGF2 α y no se encontraron efectos adversos del tratamiento en el ciclo estral.

Peters y et al., (1977) (ver Cuadro 1, autor 3), evaluaron distintos tratamientos de sincronización con PGF2 α y BE en vacas lactantes con más de 40 días post-parto y vaquillonas. Se obtuvieron diferencias en el porcentaje de celo entre vacas con BE inyectado a las 48 h de la segunda inyección de PGF2 α (2 inyecciones con intervalo de 12 días entre sí) respecto a las que no recibieron BE (95 % y 64 % respectivamente); si bien no se encontraron diferencias en el porcentaje de concepción. También se evaluó la aplicación de BE a las 40 y 48 h luego de la segunda inyección de PGF2 α y según los autores, aparentemente no hubo diferencias. Se evaluaron inseminaciones a tiempo fijo a las 72 o 74, y 96 h y se obtuvieron similares porcentajes de preñez. Se observó que un alto porcentaje de los animales presentaban celo a las 72 h, por lo que inseminar a las 80 – 84 h debería ser más conveniente.

Cabe aclarar que los ensayos fueron realizados en diferentes establecimientos, por lo que los animales recibieron distintos tratamientos en cuanto a la alimentación y el manejo del rodeo. Esto puede haber afectado los resultados

Figuroa et al., (1988) (ver Cuadro 1, autor 4), trabajaron con 134 vaquillonas Holstein tratadas con PGF2 α (25 mg) entre los días 5 y 10 del ciclo estral. Los animales fueron divididos en dos grupos, uno recibió 400 μ g de BE 40 h luego de la PGF2 α y el otro no fue tratado con BE.

El grupo que recibió el BE mostró un mayor porcentaje de animales mostrando celo (80,3% vs 66,2% (p<0,05)) dentro de las 120 h posteriores a

la inyección de PGF2 α . No hubo diferencias en el porcentaje de preñez entre los dos grupos de animales. Tampoco se observaron efectos adversos del BE sobre el siguiente ciclo estral.

Murray y Nancarrow, (1976) (Cuadro 1, autor 5) compararon dos métodos de sincronización con doble inyección de PGF2 α con intervalo de 11 días. Uno con BE a las 26-27 h después de la segunda inyección y el otro sin BE, y un control. Ambos se inseminaron a tiempo fijo. En la mayoría de los ensayos no se encontró diferencia significativa ($p>0,05$) entre el tratamiento con o sin BE y los controles. Solamente en el grupo que mostró mayor fertilidad hubieron diferencias significativas ($p<0,05$) a favor de uso del BE (T1). Estos investigadores trabajaron con vacas Santa Gertrudis.

Welch et al., (1975) (ver Cuadro 1, autor 2) obtuvieron un agrupamiento más preciso del inicio del estro dentro del período de 56 a 88 h posteriores a la PGF2 α en vacas tratadas con 400 μ g de benzoato de estradiol 48 h después de la inyección de PGF2 α , que en aquellas que solo recibieron PGF2 α . Las vacas fueron tratadas entre los días 32 y 96 postparto.

No se encontraron diferencias en concepción entre tratamientos (PGF2 α y a las 24 h BE 400 μ g; PGF2 α y a las 48 h BE 400 μ g; vacas solo con PGF2 α).

La liberación de LH ocurrió a las 56 h luego de la inyección de PGF2 α y se dió solo durante el período de muestreo en vacas que entraron en estro en ese período (se muestreo sangre a partir de las 4 h después de inyectar la PGF2 α hasta las 87 h). El pico de LH como la ocurrencia del estro, fue sincronizado más precisamente en las tratadas con BE, que en las tratadas solo con PGF2 α .

Estos autores concluyeron que una inyección intrauterina de 1 o 2 mg de PGF2 α disminuye la concentración de progesterona en plasma rápidamente, y fue efectivo en el control del estro en vacas ciclando en postparto. Una inyección intramuscular de 400 μ g de BE 48 h después de la PGF2 α redujo la variación en el tiempo del pico de LH y el inicio del estro.

Cuadro 1: Resumen de los trabajos realizados por los autores mencionados anteriormente

Autores	Categ.	N° anim.	Método		Dosis BE µg	Horas a la aplicación	Forma I.A.	% Celo	% Concep.	% Preñez
			PGF2α	Etapas						
1	Vaca	10	2/13	5-15	500	28	-	80 x	-	-
1	Vaca	10	2/13	5-15	-	-	-	90 x	-	-
2	Vaca	15	1	5-15	-	-	Celo visto	60 x	44 x	27 x
2	Vaca	13	1	5-15	400	48	Celo visto	85 x	64 x	54 x
2	Vaca	11	-	5-15	-	-	Celo visto	82 x	56 x	46 x
2	Vaca	15	1	5-15	-	-	Celo visto	93 x	71 x	67 x
2	Vaca	13	1	5-15	400	48	Celo visto	85 x	82 x	69 x
3	Vaq.	4	1	-	-	-	Celo visto	75 x	67 x	50 x
3	Vaca	122	1	-	-	-	Celo visto	72 x	45 x	33 x
3	Vaca	59	1	-	400	48	Celo visto	91 x	52 x	47 x
3	Vaq.	4	2/12	5-15	-	-	Celo visto	100 x	50 x	50 x
3	Vaca	69	2/12	5-15	-	-	Celo visto	68 x	47 x	32 x
3	Vaq.	13	2/12	5-15	-	-	Celo visto	77 x	30 x	23 x
3	Vaca	45	2/12	5-15	-	-	Celo visto	60 x	52 x	31 x
3	Vaq.	13	2/12	5-15	400	48	Celo visto	85 x	9 x	8 x
3	Vaca	43	2/12	5-15	400	48	Celo visto	98 x	38 x	37 x
3	Vaq.	35	2/12	5-15	-	-	Celo visto	71 x	60 x	43 x
3	Vaq.	37	2/12	5-15	400	48	Celo visto	92 x	50 x	46 x
3	Vaca	22	2/12	5-15	400	40	Celo visto	86 x	58 x	50 x
3	Vaca	24	2/12	5-15	400	48	Celo visto	79 x	42 x	33 x
3	Vaq.	15	2/12	5-15	400	48	T. fijo (72)	-	-	13 x
3	Vaca	89	2/12	5-15	400	48	T. fijo (72)	-	-	42 x
3	Vaq.	1	1	-	-	-	T. fijo (72)	-	-	0 x
3	Vaca	24	1	-	-	-	T. fijo (72)	-	-	33 x
3	Vaq.	15	2/12	5-15	400	48	TF (72y96)	-	-	47 x
3	Vaca	57	2/12	5-15	400	48	TF (72y96)	-	-	35 x
3	Vaq.	3	1	-	-	-	TF (72y96)	-	-	33 x
3	Vaca	12	1	-	-	-	TF (72y96)	-	-	33 x
4	Vaq.	66	1	5-10	400	40	Celo visto	80 a	61 a	49 a
4	Vaq.	68	1	5-10	-	-	Celo visto	66 b	64 a	43 a
5 (T1)	Vaca y vaq.	252	2/11	5-15	-	-	TF (69-73)	-	-	29 a
5 (T1)	“””””	124	2/11	5-15	500	26-27	TF (69-73)	-	-	48 b
5 (T2)	Vaq.	108	2/11	5-15	-	-	TF (69-73)	-	-	28 a
5 (T2)	Vaq.	111	2/11	5-15	500	26-27	TF (69-73)	-	-	27 a
5 (T2)	Vaq.	68	Conv.	-	-	-	Celo visto	90 a	51 a	46 b
5 (T3)	Vaq.	87	2/11	5-15	-	-	TF (69-73)	-	-	23 a
5 (T3)	Vaq.	81	2/11	5-15	500	26-27	TF (69-73)	-	-	22 a
5 (T3)	Vaq.	68	Conv.	-	-	-	Celo visto	93 a	44 a	41 b

Nota: Autores: (T1-3)= distintos tratamientos del mismo autor.

Método de PGF2α: El primer número corresponde al número de inyecciones, y el segundo al intervalo de días entre las inyecciones. (Ej.:

2/12, son 2 inyecciones de PGF2 α con un intervalo de 12 días entre sí). Cuando aparece solo 1 número (1 o 2) se refiere solamente al número de dosis de PGF2 α .

Conv.= Inseminación artificial convencional (21 días).

Horas a la aplicación: Se refiere al intervalo de tiempo entre la única o última aplicación de PGF2 α y la aplicación de benzoato de estradiol (BE).

% Celos: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de vientres inseminados}}{\text{N}^\circ \text{ total de vientres}} \times 100$

% Concep.: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de vientres preñados}}{\text{N}^\circ \text{ de vientres inseminados}} \times 100$

% Preñez: $\frac{\text{N}^\circ \text{ de vientres preñados}}{\text{N}^\circ \text{ total de vientres}} \times 100$

Etapas: Momento del ciclo estral en que es aplicada la única o última dosis de PGF2 α .

Forma de IA: TF= tiempo fijo y entre paréntesis las horas luego de la única o última inyección de PGF2 α en que se realiza la inseminación.

X= Los autores no analizan estadísticamente los resultados.

a, b= Letras diferentes dentro de la misma columna, de un mismo ensayo y un mismo autor difieren significativamente entre sí ($p < 0,05$).

Dailey et al. (1983), evaluaron el uso de BE 40 – 48 h después de una inyección de PGF2 α e inseminaron de dos maneras: a tiempo fijo a las 72 y 80 h ;y 12 h después de haberse iniciado el estro.

Concluyeron que las vaquillonas deberían ser inseminadas 12 h después del inicio del estro. En inseminaciones a tiempo fijo vaquillonas inseminadas a las 80 h luego del tratamiento con PGF2 α y con 400 μg de BE a las 40 – 48 h tuvieron un mayor porcentaje de preñez que vaquillonas inseminadas a las 80 h sin BE.

En conclusión, los muy pocos trabajos publicados sobre el tema coinciden que el uso de benzoato de estradiol sincronizó más los estros y mostró más animales en celo que los controles, si bien no se obtuvieron mayores porcentajes de preñez. Inclusive en algunos trabajos se obtuvieron menores concepciones que los controles. Respecto a los trabajos de inseminación artificial a tiempo fijo con el uso de BE, se obtuvieron resultados aleatorios. Inclusive se observó falta de análisis estadístico en algunos trabajos. Se considera que falta mucho más información sobre el uso conjunto de estas dos hormonas, como momento de aplicación del BE (horas después de aplicada la única o última dosis de PGF₂α), dosis aplicada; momento del ciclo estral, razas, categorías y sus posibles interacciones.

II.C.1.a) Relación del Benzoato de Estradiol con la LH

En ovejas en anestro, el estradiol exógeno causa un incremento en la concentración del suero de la hormona luteinizante (LH) que es similar en magnitud y duración al pico preovulatorio de LH de ovejas ciclando (Goding et al., 1969 citado por Beck et al., 1977). El estradiol exógeno causa un descenso, luego un marcado incremento de LH en ovejas ovariectomizadas y vaquillonas (Scaramuzzi et al., 1971; Hobson y Hansel, 1972 citado por Beck et al., 1977).

El incremento de LH luego de una sola inyección de GnRH tiene una duración de dos a cuatro horas en ganado (Zolman et al., 1974; Kinder et al., 1975 citado por Beck et al., 1977). Este es aproximadamente 6 h más corto que el pico preovulatorio (Chenault et al., 1975 citado por Beck et al., 1977) o el pico de LH inducido por estradiol (Hobson y Hansel, 1972 citado por Beck et al., 1977). Esta discrepancia en la duración del pico de LH podría ser debida al estradiol endógeno o exógeno causando: 1) una prolongada liberación de GnRH por el hipotálamo, 2) una liberación prolongada de LH por la pituitaria en respuesta al GnRH, 3) un descenso en el porcentaje de despeje metabólico de LH y/o GnRH o 4) cualquier combinación de las anteriores (Beck et al., 1977).

Goding et al. (1969) citado por Beck et al., 1977, demostraron que el estradiol exógeno causa un aumento en la concentración de LH en ovejas en

anestro comenzando 11 h después de la primera exposición al estrógeno. Por otro lado la presencia de estradiol no fue necesaria por más de 2 h. En las vaquillonas usadas por Beck (1977), el estradiol inicialmente inhibió la liberación de LH, pero al mismo tiempo desató un mecanismo que culminó en una liberación en oleada de LH que tuvo un pico 18 a 20 h más tarde. Esta larga liberación de LH que ocurrió 18-20 h después del estradiol fue prevenida por la GnRH aplicada 12 h después del estradiol. De este modo, la GnRH bloquea bien la oleada de LH inducida por el estradiol después que el mecanismo de liberación de LH estaba supuestamente activado.

El incremento en LH causado por la GnRH aumenta con el tiempo luego de la exposición al estrógeno (6 vs 12 h). Al aplicar GnRH junto con estradiol en vaquillonas, la liberación de LH que se genera es de menor duración que la inducida por la aplicación de estradiol solamente, o por el pico preovulatorio de LH. Por lo tanto, el estradiol podría también actuar en el hipotálamo para producir una liberación sostenida de GnRH. Entonces un incremento en la concentración de estradiol en suero podría afectar positivamente la síntesis de receptores de LH y GnRH en la pituitaria, al mismo tiempo también estimularía al hipotálamo para causar una liberación sostenida de GnRH. Estos dos efectos del estradiol probablemente producirían una oleada de liberación de LH de la magnitud y duración de aquellas observadas previo a la ovulación en vaquillonas (Chenault et al., 1975 citado por Beck et al., 1977).

Rajamahendran et al., (1979), realizaron un experimento con seis vaquillonas ovariectomizadas 21 días antes del experimento que consistió en tres tratamientos: dos vaquillonas fueron tratadas con progesterona (P4), dos con estradiol-17 β (E2) y dos con progesterona mas estradiol-17 β . Las hormonas fueron aplicadas con un dispositivo intravaginal. En el presente estudio, todas las vaquillonas ovariectomizadas tratadas con E2 mostraron estro aproximadamente a las 24 h, mientras que ninguna de las tratadas con P4 o P4 mas E2 presentaron estro. Los resultados sugieren que la progesterona bloquea la inducción del estrógeno al comportamiento del estro. Estas observaciones concuerdan con otros trabajos en vaquillonas ovariectomizadas (Short et al., 1973 citado por Rajamahendran et al., 1979).

Las máximas concentraciones de estradiol en suero obtenidas con los

tratamientos de E2 y P4 mas E2 fueron aproximadamente cuatro veces las publicadas para vaquillonas intactas en proestro (Wettemann et al., 1972 citado por Rajamahendran et al., 1979). En ese estudio el estradiol en suero fue mayor en vaquillonas ovariectomizadas tratadas con E2 que aquellas tratadas con E2 mas P4. La razón de esta diferencia no esta clara pero es posible que la progesterona afecte la liberación de estradiol por el dispositivo, o que afecte la absorción de estradiol a través de la pared vaginal (Rajamahendran et al., 1979).

La observación que el tratamiento con E2 liberó LH está de acuerdo con otros estudios en vaquillonas ovariectomizadas (Swanson, 1974; Gonzales-Padilla et al., 1975 citados por Rajamahendran et al., 1979). Estas observaciones y el hecho que los niveles de estradiol en sangre aumentan antes del estro (EchternKamp y Hansel, 1971; Christensen et al., 1971 citados por Rajamahendran et al., 1979) sugiere fuertemente que el estrógeno causa la oleada de liberación de LH preovulatoria en ganado. El hecho de que el tratamiento con P4 no influenció los niveles de LH también está de acuerdo con otros trabajos (Hobson y Hansel, 1972; Short et al., 1973; Hausler y Malven, 1976 citados por Rajamahendran et al., 1979).

Las máximas concentraciones de progesterona obtenidas con los tratamientos con P4 y P4 mas E2 fue comparable con los niveles de progesterona en vacas ciclando durante la fase luteal del ciclo estral (Hendricks et al., 1971, Echternkamp et al., 1971; Rajamahendran et al., 1976 citados por Rajamahendran et al., 1979). No se observaron diferencias en la concentración de progesterona en vaquillonas tratadas con P4 o P4 mas E2.

La liberación de LH inducida por estrógeno durante la fase luteal es menor que durante la fase del estro en el ciclo estral. La progesterona fue capaz de bloquear la oleada de LH provocada por el estrógeno en vaquillonas ovariectomizadas (Hobson y Hansel, 1972 citado por Rajamahendran et al., 1979).

Vacas y vaquillonas sometidas a tratamientos prolongados con progesterona (Norgestomet), con ausencia de cuerpo lúteo, comparadas con aquellas tratadas en presencia de cuerpo lúteo mostraron altas

concentraciones de estradiol 17- β (Sánchez et al., 1993). Por lo tanto animales con bajas concentraciones de progesterona tienen altas concentraciones de estradiol 17- β , causado por un aumento en la frecuencia de pulsos de LH que provoca el desarrollo de folículos persistentes. Exposiciones prolongadas a altas concentraciones de estradiol 17- β podrían alterar la secuencia de eventos endocrinos y fisiológicos requeridos para establecer y mantener la preñez. Animales con tratamientos de Norgestomet en ausencia de cuerpo lúteo tuvieron menores porcentajes de preñez que aquellos con cuerpo lúteo presente (Sánchez et al., 1993). Esto sugiere que altas concentraciones de estradiol 17- β podrían estar alterando el oocito, volviéndolo defectuoso o incapaz de ser fertilizado (Butcher et al., 1979 citado por Sánchez et al., 1993). También que el incremento de estradiol 17- β por largos períodos de tiempo podrían afectar adversamente el ambiente uterino o del oviducto haciéndolo hostil para el desarrollo embrionario (Breuel et al., 1993 citado por Sánchez et al., 1993). Esto podría estar previniendo la preparación normal del endometrio requerido para mantener las primeras etapas del desarrollo embrionario (Sánchez et al., 1993). El transporte de gametos también está bajo el control de los esteroides (Gaddum-Rosse, 1981 citado por Sánchez et al., 1993). Las alteraciones en el transporte de los gametos podría ser el resultado de un aumento prolongado del estrógeno que ocurre antes del momento de la ovulación y la deposición del esperma en el tracto reproductivo en vacas tratadas con Norgestomet. Esto afectaría también una buena fertilidad (Sánchez et al., 1993).

Un anormal desarrollo folicular podría llevar a un anormal desarrollo del cuerpo lúteo debido a que las células de la granulosa y de la teca del folículo son precursores de las células luteales. El estado endocrino y/o fisiológico previo a la ovulación lleva a un funcionamiento anormal del ovario en algunos animales en los ciclos subsiguientes (animales tratados con Norgestomet del día 7 al 17 con ausencia de cuerpo lúteo, por lo tanto con presencia de folículos persistentes). Este funcionamiento anormal del ovario podría contribuir a disminuir el porcentaje de concepción (Sánchez et al., 1993).

III) MATERIALES Y METODOS

Se realizaron 3 ensayos en dos establecimientos del Departamento de Artigas. Este se encuentra a 21 m sobre el nivel del mar. El clima de esta región se caracteriza por presentar una temperatura media anual y una precipitación anual acumulada de 19° C y 1453 mm, respectivamente (Anónimo 1980).

Dos de los ensayos fueron realizados en Paso Farias, en el establecimiento “*Santa Gertrudis*”, ubicado en el Km 49 de la Ruta Nacional N° 30 (Ensayos N° 1 y N° 2). El otro ensayo se llevó a cabo en Tomás Gomensoro, establecimiento “*Santa Elena*”, ubicado en el Km 12 de la Ruta Nacional N° 30 (Ensayo N° 3).

En los tres ensayos se realizó inseminación artificial con semen de un solo toro para cada establecimiento y un solo técnico realizó todas las inseminaciones.

En todos los ensayos se realizaron dos períodos de inseminación artificial con 20 días de diferencia entre el inicio de uno y el otro (primer servicio y el retorno respectivo).

Se determinó celo dos veces al día en el horario de 6:30 y 18:00 h, por un lapso de 60' en cada oportunidad. Cuando era necesario se continuaba hasta que no se observaran más animales en celo. Un animal se consideró en celo solamente cuando al ser montado por otro se mantenía inmóvil. Los animales fueron inseminados a las 12 h de haber mostrado celo.

El diagnóstico de gestación se realizó por medio de ecografía a los 30 días de terminado el primer servicio.

En el primer establecimiento se trabajó con vacas multiparas y vaquillonas (2 años) en forma conjunta para facilitar el manejo del ensayo; y en el segundo solo con vaquillonas (3 años).

Los ensayos N° 1 y N° 2 se llevaron a cabo entre el 11 de Noviembre de 1997 y el 13 de Marzo de 1998, el ensayo N° 3 se realizó entre el 7 de

Enero y el 16 de Marzo de 1998.. Durante todo el período los animales se pastorearon sobre campo natural con alta disponibilidad de materia verde, pero ésta no fue evaluada objetivamente. Además se suplementó el rodeo con sales minerales (Cobalfosal) ad-libitum desde el comienzo de la inseminación artificial. Los animales fueron tratados contra la mosca del cuerno con Bayticol pour-on al inicio del ensayo. Se trabajó con 167 vaquillonas de 2 años (Ensayo N° 1), Hereford, Normando y cruza y 43 vacas secas multíparas (Ensayo N° 2), Hereford. En el Ensayo N° 3 también se utilizaron vaquillonas de 3 años Hereford y sus cruza con Normando y Charolais.

Los animales se pesaron (Ensayo N° 1) 3 semanas antes de iniciar los ensayos y al momento de comenzar. Las vaquillonas se seleccionaron por peso 3 semanas antes del inicio del ensayo (> 260 Kg).

En todos los ensayos se utilizó $\frac{1}{4}$ de la dosis comercial para vientres adultos (200 μ g de “Delprostenate”), vía intramuscular (Rodríguez Blanquet et al 1992; Rodríguez Blanquet y Chiarino, 1994 b). Para facilitar la aplicación del benzoato de estradiol (BE) se diluyó en aceite de girasol y se aplicó 1 cc de la dilución.

En el Ensayo N° 1, 2 y 3 las variables dependientes % de celo (N° de vientres inseminados/ N° de vientres totales por tratamiento), % de concepción (N° de vientres preñados/ N° de vientres inseminados) y % de preñez (N° de vientres preñados/ N° de vientres totales por tratamiento) tanto a los 6 como a los 9 días, se analizaron mediante modelos lineales generales cuyas variables independientes fueron grupo (control vs tratados), método de PGF2 α usado (11 vs 14 días), momento de aplicación de BE (24 vs 48 h), dosis de BE (400, 500 y 600 μ g) y sus interacciones (ver referencias del Cuadro 5). Se usó la transformación Logit, con estimaciones de máxima verosimilitud y prueba de Chi Cuadrado.

Los días al primer celo y su variabilidad se estimó desde la única o última dosis de PGF2 α . Se consideraron $\frac{1}{2}$ días según se detectara el celo en la mañana o en la tarde. Se utilizó la Prueba F máxima para comparar las varianzas y de la varianza para la comparación de medias.

III.A) ENSAYO N° 1

Las 167 vaquillonas se dividieron en 10 tratamientos al azar como se presentan en el Cuadro 2. No se encontraron diferencias significativas en los promedios de peso y desvíos en los distintos tratamientos, en ninguna de las dos pesadas ($P > 0,18$). Los valores promedios y sus desviaciones estándar para la totalidad del rodeo de las variables citadas fueron $296,40 \pm 32,8$ y $286,16 \pm 32,5$ tres semanas antes y al momento del comienzo del experimento, respectivamente. Las vaquillonas perdieron en promedio 10 Kg.

Cuadro 2: Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 1

Tratamiento	N° Anim	Método PGF2 α	BE Dosis (μ g)	BE Momento (hs)
1	17	2 inyecciones c/intervalo 11 días	-----	-----
2	15	2 inyecciones c/intervalo 11 días	400	24
3	17	2 inyecciones c/intervalo 11 días	500	24
4	16	2 inyecciones c/intervalo 11 días	400	48
5	17	2 inyecciones c/intervalo 11 días	500	48
6	17	2 inyecciones c/intervalo 14 días	-----	-----
7	17	2 inyecciones c/intervalo 14 días	400	24
8	17	2 inyecciones c/intervalo 14 días	500	24
9	17	2 inyecciones c/intervalo 14 días	400	48
10	17	2 inyecciones c/intervalo 14 días	500	48

Se utilizaron dos métodos de doble inyección de PGF2 α . Uno con un intervalo de 11 días entre cada inyección (tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5) y el otro con un intervalo de 14 días (tratamientos 6, 7, 8, 9 y 10).

El benzoato de estradiol (Laboratorio "Dispert") fue administrado luego de la segunda inyección de PGF2 α en dos dosis (400 y 500 μ g) y dos momentos (24 h y 48 h). Se mantuvieron como testigos los grupos 1 y 6 correspondientes a los tratamientos de doble inyección de PGF2 α en intervalo de 11 y 14 días respectivamente (Cuadro 2).

Para disminuir la variación por efecto de la aplicación de una

inyección intramuscular (movimiento del ganado, inyectable, etc.) entre los tratamientos con respecto a los controles (Tratamientos 1 y 6), se les suministro a estos 1 cc de aceite de girasol puro. Para esta aplicación cada uno de los controles se dividió a la mitad, aplicándosele a uno el aceite a las 24 h de la segunda inyección de PGF2 α , y al otro a las 48 h.

La inseminación artificial comenzó 3 días antes de la segunda dosis de PGF2 α .

III.B) ENSAYO N° 2

En este ensayo, los dos tratamientos se realizaron cuando los vientres estaban entre el día 5 y 21 del ciclo estral. El número de vientres que mostraron celo en los primeros 5 días de inseminación fue el mismo para cada grupo (n = 5). El porcentaje de celo para este rodeo en sus primeros 5 días fue 23 %. No se determinó el peso de los vientres por razones de manejo interno del establecimiento.

El tratamiento testigo igualmente recibió una inyección de 1 cc de aceite de girasol a las 24 h de aplicada la dosis de PGF2 α (n = 16). Al otro grupo se le inyectó 500 μ g de BE también a las 24 h de la dosis de PGF2 α (n= 18). La duración de la inseminación artificial fue de 6 días luego de aplicada la dosis de PGF2 α .

En el Cuadro 3 se muestran los distintos tratamientos.

Cuadro 3: Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 2

Tratamiento	N° de animales	Dosis de BE (μ g)	Momento aplica. BE (h)
1	16	-----	-----
2	18	500	24

III.C) ENSAYO N° 3

Este se realizó entre el 7 de Enero y el 16 de Marzo de 1998. Se trabajó con 102 vaquillonas de 3 años que fueron distribuidas al azar en 3

tratamientos. En este ensayo no se pesaron los animales debido a que en el establecimiento no se contaba con balanza. Se trabajó para todos los tratamientos con el método de doble dosis de PGF2 α con diferencia de 14 días (descrito en la Revisión Bibliográfica).

La inseminación artificial comenzó el día de la aplicación de la segunda dosis de PGF2 α .

Cuadro 4: Descripción de los tratamientos del Ensayo N° 3.

Tratamiento	N° Animales	Dosis de BE(μ g)	Momento de aplicación de BE (horas)
Control	35	-----	-----
1	33	400	48
2	34	600	48

A los animales del Control se les aplicó aceite de girasol (1 cc) a las 48 h de la segunda inyección de PGF2 α .

En los Tratamientos 1 y 2 el benzoato de estradiol se aplicó a las 48 h de la segunda dosis de PGF2 α a dosis de 400 y 600 μ g.

En el Cuadro 4 se presenta la distribución del número de animales por tratamiento, y la descripción de los mismos.

IV) RESULTADOS

Ensayo N° 1

No se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0,22$) para todas las variables dependientes analizadas en los métodos de 11 y 14 días de intervalo entre las dosis de PGF 2α .

Se observó que los tratamientos que incluían BE tenían más porcentaje de celos en 9 días de su determinación, pero no en 6 días, que los que no lo usaban ($P = 0,13$) (Cuadro 5).

Cuadro 5: Resumen de las probabilidades obtenidas para los modelos propuestos.

VARIABLES INDEPENDIENTES	VARIABLES DEPENDIENTES					
	%Celo 6 días	%Celo 9 días	%Con 6 días	%Con 9 días	%Pre 6 días	%Pre 9 días
Grupo	0,21	0,13	0,70	0,72	0,99	0,91
GRU.DÍA	0,45	0,39	0,48	0,40	0,68	0,61
DÍA	0,28	0,22	0,43	0,55	0,29	0,37
HOR.(GRU)	0,28	0,34	0,77	0,65	0,85	0,97
DÍA.HOR.(GRU)	0,68	0,85	0,14	0,10	0,23	0,15
DOS.(GRU)	0,42	0,49	0,88	0,96	0,63	0,79
DÍA.DOS.(GRU)	0,89	0,95	0,35	0,44	0,30	0,42
HOR.DOS.(GRU)	0,08	0,25	0,99	0,98	0,59	0,74
DÍA.HOR.DOS(GRU)	0,35	0,48	0,48	0,31	0,40	0,28

Grupo = Los controles vs. el resto de los tratamientos.

GRU.DÍA = Cada control contra los tratamientos correspondientes, y si esas dos diferencias son iguales.

DÍA = Todos los tratamientos de 11 días vs. los de 14 días.

(GRU) = Todos los tratamientos sin los controles.

HOR = Todos los tratamientos con BE a las 24 h vs. todos los tratamientos con BE a las 48 h.

DÍA.HOR = Si el efecto de la hora depende del día.

DOS = Todos los tratamientos con 400 μ g vs. todos los tratamientos con

500 μg .

DÍA.DOS = Si es lo mismo o no el efecto de las distintas dosis en 11 días y en 14 días.

HOR.DOS = Si el efecto de la dosis depende de la hora de aplicación del B. E..

DÍA.HOR.DOS = Si hay un efecto combinado del día, la hora y la dosis.

Se observó que para porcentaje de celo a los 9 días existen diferencias entre los controles (65 %) y el resto de los tratamientos (76 %) ($P = 0,13$).

En porcentaje de concepción a los 6 días hay un efecto del día (tratamientos de 11 vs. 14 días de $\text{PGF2}\alpha$) con la hora de aplicación del BE (24 vs. 48). La mejor respuesta se obtuvo con 11 días y el BE a las 24 h ($x=40$) y la peor con 11 días y 48 h ($x=24$) ($P = 0,14$). Este mismo efecto se observó en porcentaje de concepción a los 9 días.

Para porcentaje de celo a los 6 días hay un efecto de interacción entre la hora y la dosis. El mayor porcentaje de celos a los 6 días se obtuvo con una dosis de 400 μg a las 48 h ($x = 81$ %) y el menor promedio fue con dosis de 400 μg a las 24 h ($x = 58$ %) ($P = 0,08$).

En porcentaje de preñez a los 9 días se observó un efecto del día y la hora, al igual que en porcentaje de concepción a los 6 y los 9 días. La mejor respuesta se da con el tratamiento de 14 y 48 h ($x = 32$ %) y la peor respuesta se da con 11 días y 48 h ($x = 18$ %) ($P = 0,15$).

Al comparar cada control contra todos los tratamientos que usan BE dentro del método de uso de $\text{PGF2}\alpha$ para las distintas variables dependientes analizadas, no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,39$).

De igual forma, no se obtuvo diferencias entre los métodos de $\text{PGF2}\alpha$ usados (11 vs. 14) ($P > 0,22$), ni el momento en que se aplicó el BE (24 vs. 48 h) ($P > 0,28$), como tampoco en la dosis de BE utilizada (400 vs. 500 μg) ($P > 0,42$), ni interacción entre el método de uso de $\text{PGF2}\alpha$ y la dosis

aplicada ($P > 0,30$).

De los días entre la última inyección de $\text{PGF2}\alpha$ y la aparición del celo se encontró diferencia significativa ($P = 0,04$) para la interacción HOR.(GRU) y para DOS.(GRU) ($P = 0,03$) (Ver referencias Cuadro 5).

Los grupos a los cuales se les aplicó BE a las 24 h tuvieron un intervalo menor (última dosis de $\text{PGF2}\alpha$ -celo) que los aplicados a las 48 h (2,69 vs 2,96) ($P = 0,04$), pero no con respecto al control (2,72).

Respecto a la dosis, se encontró que al aplicar 500 μg se disminuía el intervalo $\text{PGF2}\alpha$ - celo, frente a aplicar 400 μg (2,68 vs 2,91) ($P = 0,03$), pero no había diferencia con el control (2,72).

Cuadro 6: Desvíos standard para los 10 tratamientos (a).

Tratamiento	Nº Anim. en celo	Desvío standard
1	11	0,24 cd
2	8	0,46 ab
3	12	0,07 e
4	12	0,16 cde
5	14	0,18 cde
6	11	0,39 bc
7	10	0,97 a
8	15	1,11 a
9	15	0,14 cde
10	12	0,09 de

(a) Se tomó como día 0 el día de la segunda inyección de $\text{PGF2}\alpha$
a, b, c, d, e = Letras diferentes en la columna difieren significativamente entre sí ($P < 0,05$).

Se encontraron resultados variables en cuanto a la concentración de los celos en los distintos tratamientos (Cuadro 6).

Ensayo N° 2

De los resultados obtenidos se observó claramente que el tratamiento con BE presentó menores porcentajes de celo, de concepción y preñez que

el control sin BE (Cuadro 7).

Cuadro 7: Porcentaje de vacas en Celo, Concepción y Preñez en 6 días.

	Nº Anim. total	% Celo	% Concep.	% Preñez
Control	16	100 a	50 a	50 a
Tratamiento	18	89 b	19 b	17 b

a, b = Letras diferentes en la columna difieren significativamente entre sí
P < 0,06.

En el Cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos de la media y los desvíos standard en los días desde la aplicación de PGF2 α (día 0 (a)) a la aparición de los celos.

Cuadro 8: Promedio y Varianzas de Nº de días desde la aplicación de la última dosis de PGF2 α y aparición del celo para vacas secas (a).

	Nº Anim. en celo	Media	Desv. Standard
Control	16	2,88 a	0,74 a
Tratamiento	16	2,67 a	1,04 a

(a) = Se tomó como el día 0 el día de la única inyección de PGF2 α .
a = No hay diferencia significativa (P = 0,2).

No se encontraron diferencias significativas ni en las medias ni en sus desvíos.

Ensayo Nº 3

Los resultados en cuanto a las variables reproductivas fueron los siguientes (Cuadro 9).

Cuadro 9: Resultados de las variables reproductivas analizadas en el Ensayo Nº 3.

	Nº Anim.	%Celo 6 días	%Celo 9 días	%Conc 6 días	%Conc 9 días	%Preñ 6 días	%Preñ 9 días
Control	32	66 a	69 a	62 a	64 a	41 a	44 a
Trat 1	33	67 a	70 a	50 a	48 a c	33 a	33 a c
Trat 2	32	66 a	69 a	29 b	32 b c	19 b	22 b c

Trat 1 = PGF2 α , BE 24h 400 μ g

Trat 2= PGF2 α , BE 24h 600 μ g

a,b,c= Letras diferentes en la columna difieren significativamente entre sí (P < 0,18).

No se encontraron diferencias significativas para porcentaje de celo en sus dos modalidades entre los 3 tratamientos (P > 0,99).

No se obtuvieron diferencias estadísticas para las variables analizadas entre el control y el Tratamiento 1 (P > 0,28) (Cuadro 9). El control tuvo diferencias estadísticas significativas con el Tratamiento 2 en las variables en que se analizó fertilidad (P < 0,06) (Cuadro 9).

En el Tratamiento 1, aunque no se obtuvieron diferencias estadísticas con el control en las variables de fertilidad, éstas son sistemáticamente menores en valores absolutos. El Tratamiento 1 fue superior al Tratamiento 2 en porcentaje de concepción y porcentaje de preñez estudiado en los 6 días posteriores a la última aplicación de PGF2 α (P < 0,18), pero no hubo diferencias tanto en porcentaje de celos como en porcentaje de concepción y preñez durante 9 días (P > 0,27) (Cuadro 9).

En el Cuadro 9 se observó que para porcentaje de concepción y de preñez a los 6 días no hay diferencias entre el control y el Tratamiento 1, pero ambas difieren con el Tratamiento 2. Esto básicamente estaría explicado por la dosis de estradiol utilizada que en el caso del Tratamiento 2 fue de 600 μ g, dosis que claramente resulta excesiva al bajar estos índices reproductivos. Para el caso de porcentaje de preñez y de concepción a los 9 días no se observó esta diferencia ya que no hay diferencias entre el tratamiento 1 y el control, ni entre el tratamiento 1 y 2, pero sí hay diferencias entre el control y el tratamiento 2, pero estos datos no estarían evaluando las distintas dosis de BE utilizadas ya que esos tres días corresponden a los tres días anteriores a la segunda inyección de PGF2 α , donde aún no se ha aplicado el BE

Cuadro 10: Medio y Desvío estándar para el número de días entre la última inyección de PGF2 α y la ocurrencia de celos para Vaquillonas de 3 años.

	Nº Anim en celo	Medias	Desv. Standard
Control	19	3,47 a	0,95 a
Trat 1	21	2,79 b	0,58 a
Trat 2	20	2,70 b	0,59 a

Trat 1= PGF2 α , BE 24h 400 μ g

Trat 2= PGF2 α , BE 24h 600 μ g

a,b=Letras diferentes en la columna difieren significativamente entre sí (P<0,0006).

El cuadro 10 muestra los resultados obtenidos entre el intervalo PGF2 α - celo y sus variabilidades. Los tratamientos 1 y 2 adelantan aproximadamente un día el pico de ocurrencia de celo en los animales, y a su vez se concentran más los mismos. Este resultado era esperado por el efecto que tiene el BE como un estímulo para la liberación preovulatoria de LH (ver Revisión Bibliográfica).

V) DISCUSION

Al comparar los tratamientos que usaron doble inyección de PGF2 α con diferencia de 11 vs 14 días no se encontró diferencias significativas entre los mismos. Al no sincronizarse las ondas foliculares de las vaquillonas al momento de aplicar la primera inyección de PGF2 α existió una gran variabilidad entre los vientres a este respecto, lo que podría explicar el hecho de que los resultados hayan sido variables. No podrían sacarse aún conclusiones a este respecto, habría que sincronizar las ondas al inicio de los tratamientos para saber que método es el mejor.

Se han encontrado resultados contradictorios en los distintos tratamientos. En el Ensayo N° 1 no se obtuvieron diferencias significativas ($p > 0,21$) entre los controles y los tratamientos para todas las variables reproductivas estudiadas a excepción del porcentaje de celos a los 9 días ($p = 0,13$), donde los tratamientos con BE en promedio mostraron un mayor porcentaje (76% vs 65%). Este mayor porcentaje de celos no se tradujo en mayor porcentaje de preñez.

Estudios realizados por Nancarrow y Radford (1975) mostraron que al inyectar 0,5 mg de BE 28 h después de la segunda inyección de PGF2 α redujo el intervalo al estro y al pico de LH en aproximadamente 20 h y desvíos estándar de 21 a 7 h.

Los tratamientos que utilizaron BE obtuvieron mayor porcentaje de celos que los controles, sin efecto en la fertilidad. Esto podría deberse a que el estradiol haya desencadenado el comportamiento del celo en los vientres, sin que éstos presentaran ovulación. En un trabajo realizado por Quintans et. al (1998) (datos sin publicar, com. pers.) se le inyectó a vacas con cría al pie ($x = 53$ días post-parto) una dosis de estradiol junto con la aplicación de una esponja intravaginal con progesterona durante 7 días y se inyectó una segunda dosis de estradiol a la retirada de la esponja. Se observó que del total de los animales que manifestaron celo el 50 % no ovuló (observado por ultrasonografía).

En el presente ensayo, el porcentaje de celo de los controles fue 65 %. Es posible pensar que muchas de las vaquillonas estaban en anestro.

Vizcarra y Wettemann (com. pers.) mostraron que vaquillonas de 15 meses que perdían solamente 4,3 % de su peso vivo entre octubre y diciembre era causa de inactividad ovárica.

La pérdida de peso que mostraron las vaquillonas puede ser la explicación de que no tuvieran cuerpo lúteo y la PGF2 α no tuviera el efecto deseado.

En este trabajo se utilizó una dosis reducida de PGF2 α , correspondiente a $\frac{1}{4}$ de la dosis comercial utilizada para vientres adultos. El uso de esta dosis pudo haber afectado la respuesta a los vientres a la PGF2 α , ya que hay una gran variabilidad en la calidad de los cuerpos lúteos de los distintos animales. Pudo haber ocurrido que en cierto número de animales ésta baja dosis de PGF2 α (200 μ g) no haya tenido efecto en la luteólisis de los mismos.

En el ensayo N° 1 se trabajó con un bajo número de animales por tratamiento, esto podría estar explicando en parte los resultados obtenidos.

En el Ensayo N° 2 sin embargo tanto en porcentaje de celos como de concepción y de preñez el tratamiento con BE obtuvo peores resultados ($p < 0,06$). El menor porcentaje de celos obtenido con el BE no sería el esperado. El BE disminuyó claramente la fertilidad.

En el Ensayo N° 3 aumentar la dosis de BE de 400 μ g a 600 μ g disminuyó claramente los porcentajes de concepción y de preñez ($p < 0,18$), sin alterar los porcentajes de celo. La dosis de 600 μ g claramente afectó la fertilidad de los vientres.

Estos resultados no difieren de los obtenidos por los distintos autores mencionados en la Revisión Bibliográfica. Algunos autores (Nancarrow y Radford, 1975; Peters et al, 1977; Figueroa et al, 1988; Welch et al., 1975; Murray et al., 1976) encontraron mayor porcentaje de celos pero iguales porcentajes de preñez entre los tratamientos que usan BE y los que no los usan.

Esto podría estar explicado por el efecto negativo que tienen altos niveles de estradiol. Estos se darían en el proestro donde el animal tiene

dosis internas de estradiol crecientes, que sumadas al estradiol aplicado podrían dar niveles nocivos. Prolongadas exposiciones a altas concentraciones de estradiol 17- β podrían alterar la secuencia de eventos endocrinos y fisiológicos requeridos para establecer y mantener la preñez (Sánchez et al., 1993). Varias razones se han hipotetizado (Sánchez et al., 1993): se podría estar alterando el oocito haciéndolo defectuoso, podría afectarse adversamente el ambiente uterino o del oviducto haciéndolo hostil para el desarrollo embrionario, o se podría ver afectado el transporte de gametos por estar bajo el control de los esteroides.

VI) CONCLUSIONES

No se encontró diferencia entre usar el método de 11 y 14 días de intervalo entre dosis de PGF2 α . Estos resultados están de acuerdo con Selk et al. (1988) y Rodríguez Blanquet y Chiarino (1994), pero son contradictorios con Folman et al. (1990) y Rodríguez Blanquet et al. (1995).

Dados los resultados obtenidos por esta tesis cabe concluir que el uso de BE si bien aumentó los porcentajes de celos en vaquillonas esto no se vio reflejado en un mayor porcentaje de preñez. Esto determinaría un mayor uso de dosis de semen, por lo tanto un mayor costo (hormona y más semen) sin obtenerse ningún beneficio extra.

Para poder determinar las posibles causas de esta menor fertilidad hubiera sido necesario analizar los estros, para determinar si efectivamente ocurrió ovulación, mediante un análisis de niveles de progesterona, o mediante el uso de ultrasonografía estudiando la evolución de los folículos. Si se hubiera constatado la presencia de ovulación los problemas de fertilidad podrían estar explicados por los posibles efectos nocivos de elevadas dosis de estradiol 17 β (Sánchez et al., 1993).

Es importante que para poder analizar correctamente el efecto del BE se trabaje con un alto número de animales, en el caso del Ensayo N° 1 y N° 2 el número de animales fue bajo, en el Ensayo N° 3 donde se trabajó en promedio con 30 animales por tratamiento los resultados obtenidos permiten analizar mejor los efectos del BE.

En conclusión, sería necesario mayor investigación con respecto al uso de BE. Para esto sería imprescindible el uso de un alto número de animales por tratamiento y el análisis de los celos, para determinar si efectivamente ocurre ovulación en los vientres que presentan celo luego de una inyección de BE.

VII) BIBLIOGRAFIA

- Adams, J. P. 1994.** Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: implications for synchronization & superestimulation. *Theriogenology* 41: 19-24
- Alberio, R. H. 1984.** Manejo reproductivo del ganado bovino en sistemas extensivos. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 5: 243-252
- Anónimo. 1980.** Estadísticas climatológicas y documentación. Departamento de Investigación. Rep. Mimeog. Montevideo, Uruguay. 22 pp
- Beck, T. W. y E. M. Convey. 1977.** Estradiol control of serum luteinizing hormone concentrations in the bovine. *J. Anim. Sci.* 45: 1096-1101
- Burris, M. D. y Priode, B. M. 1958.** Effects of calving date on subsequent calving performance. *J. of Anim. Sci.* 17: 527
- Chalking González, D. 1995.** Efecto de la etapa del diestro y dosis de PGF 2α sobre la sincronización y fertilidad de los celos en vaquillonas Hereford. Tesis N° 2481 Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 44p.
- Chiarino Herrera, H. 1993.** Determinación de dosis menores de prostaglandina para sincronizar celo en vaquillonas y vacas secas. Tesis N° 2260 Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 149p.
- Cooperative Regional Research Project. 1996.** Relationship of fertility of ovarian follicular development and associated hormonal profiles in dairy cows and heifers. *J. Anim. Sci.* 74: 1943-1952
- Dailey, R. A., R. E. James, E. K. Inskeep y S. P. Washburn. 1983.** Synchronization of estrus in dairy heifers with PGF 2α with or without estradiol benzoate. *J. Dairy Sci.* 66: 881-886
- Dickerson, G., 1978.** Animal size and efficiency basic concepts. *Anim. Prod.* 27: 367
- Dziuk, P. I. y Bellows, R. 1983.** Management of reproduction of beef cattle, sheep and pigs. *J. Anim. Sci.*, 57: 355 – 379

- Fenocchi, G. y E. Restaino. 1987.** Efecto del destete temporario y bioestimulación (efecto macho) sobre la actividad ovárica postparto de vacas Hereford. Tesis N° 1889 Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 92p.
- Fernández Abella, D. 1993.** Principios de fisiología reproductiva ovina. Uruguay, Montevideo. Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L..247p.
- Fernández Abella, D. 1995.** Temas de Reproducción ovina e inseminación artificial en bovinos y ovinos. Uruguay, Montevideo. Depto. Publicaciones Facultad de Agronomía. pp206.
- Fernández, S. y S. Rodríguez. 1991.** Fecha de nacimiento y su incidencia en ganado de carne. Tesis Ing. Agr. N° 2560. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 234 pp
- Figueroa, M. R., W. J. Fuquay y S. K. Shipley. 1988.** Synchronization of estrus in early diestral dairy heifers with PGF 2α and estradiol benzoate. *Theriogenology*. 30: 1093-1096
- Folman, Y., M. Kaim y M. Rosemberg. 1990.** Comparison of methods for the synchronization of estrus cycles in dairy cows. 2) Effects of progesterone and parity on conception. *J. Dairy. Sci.* 73: 2817
- Fortune, J. E. 1993.** Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: A limiting factor in improvement of fertility? *Anim. Reprod. Sci.* 33: 111-125
- García Paloma, S. A. 1984.** Comportamiento sexual del toro. Prueba de valoración reproductiva y rendimiento reproductivo posterior. *Producción Animal. Bs. As., Argentina.* Vol. 4: 707
- Hawk, H. W. 1971.** Sperm destruction in the sheep vagina. *J. Anim. Sci.* 33: 255 (abstr.)
- Hernández, A., M. Mendoza. 1999.** Efecto del destete temporario de 14 días y/o efecto toro sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Hereford. Tesis (En Prensa). ✓
- Hughes, T. L., A. Villa – Godoy, J. S. Kesner y R. L. Fogwell. 1987.** Destruction of bovine ovarian follicles: effects on the pulsatile release of luteinizing hormone and PGF 2α - induced luteal regression. *Biol. Reprod.* 36: 523-529

- Inskeep, E. 1984.** Some aspect of the relationships among nutrition, management and reproduction in beef cows. In. Jornadas de Reproducción, Santa Fé, Argentina. pp 75-92. (Mimeografiado).
- Iturralde, N. y G. Ruske. 1997.** Efecto del destete temporario de 14 días y/o efecto toro sobre el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Hereford. Tesis Ing. Agr. N° 2646. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 123 pp
- Jenner, L. J., Parkinson T. J., Lamming G. E. 1991.** Uterine oxytocin receptors in cyclic and pregnant cows. *J. Repr. Fertil.* 91: 49-58
- Kastelic, J. P., L. Knof y O. J. Ginther. 1990 a.** Effect of day of PGF₂ α treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 23: 169-179
- Kastelic, J.P. y O. J. Ginther. 1991.** Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim. Reprod. Sci.* 26: 13-24
- King, M. E., G. H. Kiracofe, J. S. Stevenson y R. R. Schalles. 1982.** Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrus after PGF₂ α in beef cattle. *Theriogenology.* 18: 191
- Lamming, G. E. y G. E. Mann. 1995.** Control of endometrial oxytocin receptors and PGF₂ α production in cows by progesterone and oestradiol. *J. Reprod. Fertil.* 103: 69-73
- Lamming, G. E., D. C. Wathes, A. P. F. Flint, J. H. Payne, K. R. Stevenson y J. L. Vallet. 1995.** Local action of trophoblast interferons in suppression of the development of oxytocin and oestradiol receptors in ovine endometrium. *J. Reprod. Fertil.* 105: 165-175
- Lauderdale, J. W. 1972.** Effects of PGF₂ α on pregnancy and estrus cycle of cattle. *J. Anim. Sci.* 35: 246 abstr.
- Lesmeister, J. L., P. J. Burfening, R. L. Blackwell. 1973.** Data of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36: 1
- Lucy, M. C., J. D. Savio, L. Badinga, R. L. De La Sota y W. W. Thatcher. 1992.** Factors that affect ovarian follicular dynamics in

cattle. *J. Anim. Sci.* 70: 3615-3626

Macmillan, K. L. y C. R. Burke. 1996. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 307-320

Macmillan, K. L. y H. B. Henderson. 1984. Analyses of the variation in the interval from an injection of PGF 2α to oestrus as a method of studying patterns of follicle development during dioestrus in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 6: 245-254

Mann, G. E. y G. E. Lamming. 1995. Progesterone inhibition of the development of the luteolytic signal in cows. *J. Reprod. Fertil.* 104:1-5

Meistreling, E. M., y R. A. Dailey. 1987. Use of concentrations of progesterone and estradiol-17 β in milk in monitoring postpartum ovarian function in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 70: 2154

Mestre, G., J. B. Rodríguez Blanquet, G. Bello y D. Labuonara. 1991. Efecto del estado corporal sobre la actividad reproductiva de un rodeo Hereford. I) Efecto sobre la posibilidad de parición en dos años consecutivos. 2^{da} Jornadas Técnicas de la Facultad de Veterinaria. 14 al 16 de Noviembre, Montevideo, Uruguay. Comunicación Corta.

Mezquita C. y G. Casas 1991. Efecto del destete temporario sobre el comportamiento reproductivo en vacunos. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 134p

Monje, A. 1983. Efecto de la presencia del macho sobre la actividad sexual postparto de vacas de cría en dos niveles nutricional. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santiago, Chile

Montesdeaca, N. y G. Noya. 1988. Evaluación de tres métodos de sincronización de ciclos estrales usando PGF 2α en vacas secas multiparas y vaquillonas. Tesis (En Prensa).

Murray, G. R. y Nancarrow, C. D. 1976. Control of artificial breeding of beef cattle with "Estrumate". Proceedings of a Symposium. Sydney. Australia. 86 – 100

Nancarrow, C. D. y H. M. Radford. 1975. Use of oestradiol benzoate to improve synchronization of oestrus in cattle. *J. Reprod. Fert.* 43: 404

- Nancarrow, C. D. y Radford, H. M. 1976.** The endocrine basis of synchronisation techniques. Proceedings of a Symposium. Sydney. Australia. 8 – 23
- Odde, K. G. 1990.** A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 68: 817- 830
- Oscarberro R. 1994.** Estado Corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. INIA, Serie Técnica N° 13: pp 158-170
- Peters, J. B., J. A. Welch, J. W. Lauderdale y E. K. Inskeep. 1977.** Synchronization of estrus in beef cattle with PGF₂ α and estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 45: 230-235
- Rajamahendran, R., P. C. Laguë y R. D. Baker. 1979.** Estrus and LH release in ovariectomized heifers following vaginal devices containing ovarian steroids. *J. Anim. Sci.* 49: 554-559
- Roche, J. F. 1974.** Effects of short term progesteron treatment on oestrus response and fertility in heifers. *J. Reprod. Fertil.* 40: 433
- Roche, J. F. 1976.** Calving rate of cows following insemination after a 12-day treatment with silastic coils impregnated with progesterone. *J. Anim. Sci.* 43: 164
- Rodríguez Blanquet, J.B., 1987.** La importancia de la fecha de parto sobre la actividad productiva y reproductiva de la vaca de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía, pp 13 (mimeografiado)
- Rodríguez Blanquet, J. B., O. Fornio, C. E. Parietti, T. Revello y L. Salvarrey. 1992.** Sincronización de celos en vaquillonas Hereford con dosis reducidas de PGF₂ α . *Rev. Arg. Prod. Anim.* 12:437-441
- Rodríguez Blanquet, J. B. y Chiarino, H. 1994 a.** Sincronización de celos en vacas secas Hereford y vaquillonas Hereford y Holando con dosis reducidas de un análogo sintético de la PGF₂ α . *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 2: 9 – 14
- Rodríguez Blanquet, J. B. y H. Chiarino. 1994 b.** Comparación de dos métodos para sincronización de celos y concepciones usando PGF₂ α (Comunicación). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 14:119-120

Rodríguez Blanquet, J. B., F. Pereira, J. Burgeño y D. Gimeno. 1995. Evaluación de dos métodos de uso de PGF2 α para la sincronización de ciclos estrales en vaquillonas Hereford. XXXII Congreso Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia. pp 455-457

Rodríguez Blanquet, J. B., J. Burgueño y D. Chalckling. 1996. Efecto de la dosis de PGF2 α y día del diestro sobre la sincronización y fertilidad de los celos. Primer Congreso de Producción Animal. Montevideo. Uruguay. Memorias pp 219-221

Rodríguez Blanquet, J. B., J. Burgueño, C. López y F. Pereira. 1997. Evaluación de tres métodos de sincronización de ciclos estrales usando PGF2 α en vacas secas multíparas y vaquillonas. Congreso Latinoamericano de Producción Animal. Vol. 5. Supl. 1: 384-386

Sánchez, T., M. E. Whwrman, E.G. Bergfeld, K. E. Peters, F. N. Kojima, A. S. Cupp, V. Mariscal, R. J. Rasby y J. E. Kinder. 1993. Pregnancy rate is greater when the corpus luteum is present during the period of progestin treatment to synchronize time of estrus in cows and heifers. Biol. Reprod. 49: 1102

Selk, G. E., M. Fink y C. A. Mc Peake. 1988. Estrus synchronization of cattle using 11 day or 14 day PGF2 α Protocols. Anim. Sci. Res. Rep. Ag. Exp. Sta. Oklahoma State Univ. Mp- 125: 34-37

Shively, T. E. y G. L. Williams. 1987. Length of Temporary Weaning Controls Reproductive Response of Cows. Field Day. Information Report N° 87-1, pp 52-55

Short, R. E., R. A. Bellows, R. A. Staigmiller, R. B., Berardinelli, J. G. y E. E., Custer. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. J. Anim. Sci. 68: 799-816

Simeone, A. 1996. Curso de Bovinos de Carne. Facultad de Agronomía. Paysandú. Uruguay.

Smith, M. F., W. C. Burrell, L. D. Shipp, L. R. Sprott, W. N. Songster, and J. N. Wiltbank. 1979. Hormone treatments and use of colf removal in postpartum beef cows. J. Anim. Sci. 48: 1285-1294

Stagg, K., L. J. Spicer, J. M. Sreenan, J. F. Roche y M. G. Diskin. 1998. Effects of Calf Isolation on Follicular Wave Dynamics,

Gonadotropin and Metabolic Hormone Changes, and Interval to First Ovulation in Beef Cows Fed Either of Two Energy Levels Postpartum. *Biol. Reprod.* 59: 777-783

Tanabe, T. Y. y R. C. Hann. 1984. Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with PGF₂α I. Influence of stage of cycle at treatment. *J. Anim. Sci.* 58: 805

Watts, T. L. y J. W. Fuquay. 1985. Response and fertility of dairy heifers following injection with PGF₂α during early, middle and late diestrus. *Theriogenology.* 23: 655

Welch, J. A., A. J. Hackett, C. J. Cunningham, C. P. Heishman, S. P. Ford, R. Nadaraja, W. Hansel y E. K. Inskeep. 1975. Control of estrus in lactating beef cows with PGF₂α and estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 41: 1686-1692

Williams, G. I. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.*, 68: 831 – 852

Williams, G. L., O. S. Gazal, G. A. Guzman Vega y R. L. Stanko. 1996. Mechanisms regulating suckling – mediated anovulation in the cow. *Anim. Rep. Sci.* 42: 289-297