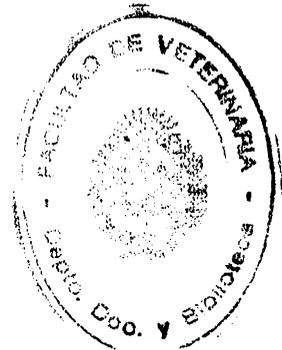


UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

**EFFECTO DE LA CONDICION CORPORAL Y LA EDAD SOBRE LA
RESPUESTA A LA SINCRONIZACION DE CELOS LUEGO DE LA
APLICACIÓN DE UNA DOBLE DOSIS DE PROSTAGLANDINAS EN
VAQUILLONAS HOLANDO**

por



**Santiago BONAUDI
Sebastián DOTI
Ignacio GARCIA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2004**

006 TG
Efecto de la co
Bonaudi, Santiago



FVI26128

TRABAJO FINAL aprobado por:

Presidente de Mesa:

Nombre completo y firma

Segundo Miembro (Tutor):

Nombre completo y firma

Tercer Miembro:

1.

Nombre completo y firma

Fecha:

Autores:

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Ana Meikle por la invaluable dedicación y tiempo dedicado en este trabajo .

Daniel Cavestany por el compromiso asumido en este trabajo.

Al grupo humano del INIA.

Al Laboratorio Fatro Uruguay por la donación de Dalmaprost®.

A nuestra casa de estudio, Facultad de Veterinaria.

A la Biblioteca de Facultad de Veterinaria.

A nuestras familias por habernos brindado el apoyo suficiente para seguir adelante todos estos años.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
TABLA DE CONTENIDO.....	IV
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMARY</u>	2
3. <u>INTRODUCCION</u>	3
4. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
4.1. EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN ESTABLECIMIENTOS LECHEROS.....	4
4.2. SINCRONIZACION DE CELOS.....	6
4.2.1. <u>Requisitos mínimos para el uso de la sincronización de celos</u>	6
4.2.2. <u>Ventajas de la sincronización de celos</u>	7
4.3. CICLO ESTRAL EN BOVINOS.....	7
4.4. PROSTAGLANDINAS.....	9
4.4.1. <u>Estructura y uso de las prostaglanindas</u>	9
4.4.2. <u>Respuestas a las prostaglandinas</u>	10
4.5. METODOS DE SINCRONIZACION DE CELOS.....	11
4.5.1. <u>Progesterona y Progestágenos</u>	11
4.5.2. <u>Prostaglandinas</u>	12
4.6. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION.....	12
4.6.1. <u>Una dosis de PG F 2 alfa</u>	13
4.6.2. <u>Doble dosis de PG F 2 alfa</u>	13
4.6.3. <u>Detección de celos e inyección de prostaglandina a los animales que no manifestaron celo</u>	13
4.6.4. <u>Palpación del cuerpo lúteo e inyección de prostaglandina</u>	14
4.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LAS PROSTAGLANDINAS EN LA SINCRONIZACION DECELOS.....	14
5. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
6. <u>RESULTADOS</u>	16
7. <u>DISCUSIÓN</u>	22
8. <u>CONCLUSIONES</u>	26
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	27

1. RESUMEN

Para evaluar el efecto de la edad y la condición corporal sobre la respuesta a la sincronización de celos en vaquillonas Holando, mediante la utilización de un protocolo de doble dosis de un análogo de prostaglandina (PG) con un intervalo de 12 días, se utilizaron 25 vaquillonas de 13.4 ± 0.1 meses de 3.3 ± 0.1 condición corporal y 46 vaquillonas de 23.9 ± 0.2 meses de 3.3 ± 0.1 condición corporal, medido en una escala 1-5. Los animales se clasificaron de acuerdo a la edad y condición corporal en ≤ 3.25 y > 3.25 . Se observó un efecto significativo de la edad sobre el número de animales en celo luego de la primera dosis de PG, no observándose un efecto de la edad luego de la segunda dosis. Se encontró un mayor porcentaje de animales en celo dentro del grupo con mejor condición corporal (>3.25) que en el de menor condición corporal luego de la segunda dosis de PG. Los intervalos administración PG-estro fueron significativamente más cortos luego de la primera PG (50 horas) que luego de la segunda PG (60 horas), $P < 0.05$. El intervalo segunda inyección de PG a celo fue más corto (≤ 65 horas) en vaquillonas de un año que en las de dos años (64% vs 20%). La condición corporal y la edad son variables que afectan la presentación y manifestación del celo luego de la aplicación de PG.

2. SUMMARY

The effect of age and body condition on the synchronization response of Holstein heifers after two injections of a prostaglandin analogue (PG) administered 12 days apart was evaluated. Twenty five heifers of 13.4 ± 0.1 months of age with a body condition score of 3.3 ± 0.1 and forty six heifers of 23.9 ± 0.2 months of age with a body condition score of 3.3 ± 0.1 (scale 1-5) were used. Animals were classified according to age and body condition score in ≤ 3.25 and > 3.25 . There was an effect of age on the number of animals in heat after the first dose of PG, but not after the second PG treatment. After the second treatment, there were more animals with a better body condition (>3.25) in heat than heifers with ≤ 3.25 . The interval from the PG administration to heat was shorter after the first PG (50 hours) than after the second PG (60 hours). The interval from the second PG treatment to heat was shorter (≤ 65 hours) in heifers of 13.4 months than in those of 23.9 months (64% vs 20%). Body condition and age are variables that affect the appearance of heat after PG administration.

3. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos en los sistemas de producción es aumentar la eficiencia reproductiva de los rodeos, siendo la nutrición y la detección de celos los factores más limitantes. El estado nutricional -que puede evaluarse a través de la determinación de la condición corporal- tiene efectos beneficiosos sobre el desempeño reproductivo (O'Callaghan y col. 1999). La mayoría de los estudios respecto al efecto de la condición corporal sobre aspectos reproductivos en vaquillonas fueron realizados en condiciones diferentes al régimen pastoril de la región sudamericana, habiendo escasos reportes de la importancia de la condición corporal sobre la manifestación de celos en nuestros sistemas productivos. En la sincronización de celo con PG existen diferentes esquemas, variando el número de las dosis o el intervalo entre ellas. Para obtener resultados satisfactorios en la sincronización del estro, Holy (1976) recomienda utilizar PG en dos inyecciones a intervalos de 8 a 10 días. En el esquema de dos dosis de PG a intervalos de 12 a 14 días, los animales que se encuentren entre los días 0 a 5 no serán receptivos a la primer dosis pero si serán receptivos a la segunda dosis. Como animales que no han culminado su desarrollo presentan ciclos estrales de más corta duración, se ha recomendado un intervalo de menor duración en vaquillonas (Cavestany 2002). En este trabajo se investigó el efecto de la edad y la condición corporal sobre la respuesta a la sincronización de celos luego de la aplicación de una doble dosis de un PG en vaquillonas Holando con el fin de proporcionar una herramienta practica en los esquemas de sincronización con PG dado la escasa información a nivel nacional con respecto a este tema.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1. EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN ESTABLECIMIENTOS LECHEROS

La importancia de una buena eficiencia reproductiva en la rentabilidad de la empresa agropecuaria fue reconocida hace mucho tiempo por Williams (1919), y 20 años más tarde, Spielman y col. (1939) definieron este concepto como una medida del logro biológico que representa el efecto integrado de todos los factores involucrados: estro, ovulación, fertilización, gestación y parto. En el ámbito nacional, se estima que el porcentaje de parición en rodeos lecheros es de 63 % y el intervalo parto-concepción de 267 días (Encuesta Reproductiva de CONAPROLE de 1988) lo cual refleja una baja eficiencia reproductiva. En un rodeo lechero una mala eficiencia reproductiva afecta las ganancias a través de su influencia en la pérdida en la producción de leche (aumento de los días abiertos e intervalo parto-parto), en la producción de vaquillonas de reposición y en la tasa de rechazo voluntario vs. rechazo involuntario (DeJarnette 2001).

Una de las limitantes importantes para lograr buenos índices reproductivos y productivos, es la alimentación en calidad y cantidad, siendo la energía la principal carencia nutricional (Krall y col. 1993). La ingesta inadecuada de proteínas puede causar celos silenciosos o irregulares (O'Connor 2003). También la deficiencia de fósforo, interferiría con la ovulación y llevaría a una pubertad tardía, celos silenciosos y posiblemente cesación del ciclo reproductivo. Las deficiencias de vitamina A y E también pueden alterar la función reproductiva (O'Connor 2003).

Las relaciones entre peso y/o estado corporal y la reproducción en la hembra bovina en condiciones de pastoreo han sido reconocidas y estudiadas (García Tobar 1983). La condición corporal estima en gran medida el estado nutricional del rodeo y es una herramienta económica de fácil aplicación (Krall y col. 1993). El "estado corporal" de un animal es, fundamentalmente, una evaluación subjetiva de la cantidad de grasa subcutánea que dicho animal posee (García Tobar 1983). Es así que la efectividad de un programa de alimentación puede ser fácilmente monitoreada a través de controles periódicos del estado corporal de las vacas (DeJarnette 2001). La evaluación del grado

de pérdida de reservas puede colaborar en estimar el balance energético y su posible incidencia en la eficiencia reproductiva (Krall y col. 1993). Rodeos mantenidos con un alto plano nutricional manifiestan estro con mayor frecuencia que aquellos mantenidos con un bajo plano nutricional. Se debe tener en cuenta además que las vaquillonas necesitan ingresos adicionales de energía para el crecimiento (Elhordoy 1987). Si se retrasa el crecimiento por baja alimentación, enfermedad, o parásitosis, la pubertad se demora. Asimismo, se ha encontrado una reducción en el tamaño del folículo dominante y menores niveles plasmáticos de estrógenos en vaquillonas con dietas bajas en energía comparada con dietas ricas en energía (Murphy 1991).

Una de las mayores limitaciones en la eficiencia reproductiva en bovinos lecheros es la detección de celos, comprometiendo el intervalo inseminación a ovulación (Rajamahendran y col. 1990). DeJarnette (2001) reporta que la causa más importante de las fallas en la fertilización es una detección de celos pobre y que ésta no solo significa la habilidad en detectar los signos de celo cuando éstos se expresan sino también el traducir estos signos en una apropiada elección del momento exacto de la inseminación. Para aumentar la eficiencia reproductiva mejorando el porcentaje de detección de celos, se puede aumentar el tiempo dedicado a la observación de éstos (Eerdenburg y col. 1996), ya que más períodos diarios de observación aumentan el porcentaje de detección. Otra medida es implementar medidas que permitan aumentar la cantidad de vacas en celo en un período menor de tiempo, para lo cual una herramienta posible es la sincronización (Cavestany 2002; Foote 1978). Por otra parte, al lograr una mayor actividad sexual en una población, se logra aumentar la sintomatología del celo lo que podría mejorar la eficiencia en su detección (Williamson y col. 1972)



4.2. SINCRONIZACION DE CELOS

La sincronización de celos y ovulación implica un tratamiento realizado sobre un grupo de animales con el objetivo de producir la precisa manifestación de ambos fenómenos en un corto período; cuando esta sincronización está más dispersa en el tiempo, el resultado entonces es un agrupamiento de los celos (Alberio 2003). En una población de animales sexualmente activa, con una distribución normal del ciclo estral, la frecuencia diaria de celos oscila entre un 3% y un 4% diaria (Smalley 1981). Por lo tanto una herramienta que facilita la incorporación de la inseminación artificial (IA) en los establecimientos de cría es la "sincronización de celos"; es decir, el empleo de tratamientos hormonales que permiten controlar el ciclo estral y por lo tanto el momento de inseminación (Marcantonio 2003).

Uno de los principales objetivos de los sistemas de manejo con pariciones y períodos de servicios estacionales es obtener el mayor número de animales preñados en el menor tiempo posible (Cavestany 2002). Para lograr esto se han desarrollado biotecnologías reproductivas que son las que actualmente están en uso en la producción de bovinos para el control del ciclo estral (Alberio 2003).

4.2.1. Requisitos mínimos para el uso de la sincronización de celos.

La sincronización del estro es una excelente herramienta dentro de un programa de control reproductivo que debe cumplir algunos requisitos mínimos tales como: identificación de los animales y registros precisos, buen nivel nutricional del rodeo, sanidad óptima, manejo, instalaciones y personal apropiados, eficiencia en la detección del celo, semen de alta calidad, planificación de los servicios, planificación de los futuros partos, examen ginecológico previo y uso correcto de diferentes drogas (Blanc y col. 1994). Otro de las restricciones de la sincronización de celos es que no se puede aplicar en rodeos con bajos porcentajes de celo diario, ya que su única función es agrupar estos en las hembras que se encuentran en condiciones de manifestarlos; la sincronización no aumenta la fertilidad de los celos ni la efectividad de una IA. (Bavera

2000).

4.2.2. Ventajas de la sincronización de celos.

El uso de la sincronización de los celos facilita la implementación y realización de la IA en períodos cortos (Callejas 1998). Este autor explica que en casos de establecimientos con poco empotramiento, con monte, sin inseminador, sin equipamiento, etc., es posible realizar la IA en períodos muy cortos y aún prescindiendo de uno de los aspectos más conflictivos de la técnica como es la detección de celos.

Una consecuencia de importancia económica está dada por el hecho de que animales sincronizados (por lo general vaquillonas) paren en su primer ciclo reproductivo en forma muy agrupada y muy temprano en el período de parición (Alberio 2003). La agrupación de estos servicios permite acortar en forma significativa el período de parición lo que constituye en un aprovechamiento secundario de la sincronización de celos, aunque no menos importante desde el punto de vista económico. Lo anterior se traduce en una productividad mayor a lo largo de la vida del animal (García Paloma y col. 1992; Burris y col. 1995), tanto por mejorar su propia performance reproductiva como por facilitar la obtención de un rodeo con parición muy agrupada.

Otra ventaja es el agrupamiento de las preñeces y por ende de las pariciones, que facilitan la realización de una mejor supervisión de estos períodos con la consiguiente disminución de pérdidas neonatales, obteniendo terneros más uniformes y en consecuencia, un mayor peso promedio al destete (Callejas 1998).

4.3. CICLO ESTRAL EN BOVINOS

La vaca es un animal poliéstrico anual y cada ciclo dura en promedio 21 días, el celo dura entre 6 y 18 horas y la ovulación tiene lugar entre 24 - 30 horas después de comenzado el celo (Bo y col. 1998). El ciclo estral del bovino se divide en tres fases: una fase folicular, una periovulatoria y una fase luteal. En la fase folicular se produce un aumento de la frecuencia de los pulsos de LH que a su vez estimulan el desarrollo del folículo dominante; éste folículo completa su crecimiento y produce altas cantidades de estradiol que provoca el comportamiento del celo e induce la descarga preovulatoria

de LH (fase periovulatoria) (Bo y col. 1998).

El cuerpo lúteo (CL) es un órgano temporal endócrino, que funciona pocos días en el animal cíclico no preñado. Durante la fase luteal el CL produce cantidades máximas de Progesterona (P4). Si no se encuentra un embrión viable en el útero la PG endometrial produce la regresión anátomo funcional del CL que llega por un mecanismo local de contracorriente arteriovenoso, es decir que pasa de la vena útero ovárica a la arteria ovárica directamente. Este mecanismo asegura que la PGF2 alfa llegue al CL ya que en un primer pasaje por el pulmón se degrada en un 90 %. De esta forma se produce una marcada disminución de los niveles de Progesterona (P4) en sangre (McDonald, 1991).

El crecimiento folicular en el bovino ocurre simulando ondas (Ginther y col. 1989). El patrón de ondas de desarrollo folicular refiere al crecimiento periódico, sincrónico de un grupo de folículos antrales (Adams 1994). La aparición de la onda folicular, se caracteriza (en el plazo de 2 a 3 días) por el crecimiento repentino de 8 a 41 folículos pequeños con un diámetro de 3 a 4 mm (Ginther y col. 1989). El crecimiento es similar entre los folículos de la onda por dos días, después un folículo se selecciona para continuar el crecimiento (folículo dominante), mientras que el resto regresa llevando a la atresia a los folículos subordinados (Adams 1994). Estudios realizados (Ginther y col. 1989) demostraron que en los ciclos estrales con 2 ondas de desarrollo folicular, la emergencia ocurre el día 0 y el día 10 post ovulación; el folículo dominante es el que ovulará, ya que la regresión del CL ocurre el día 16-17 del ciclo, mientras que el folículo que comenzó su desarrollo el día 0 normalmente experimentará un proceso de atresia. Según el mismo autor, en ciclos con 3 ondas éstas emergen los días 0, 9 y 16 post ovulación, siendo las dos primeras anovulatorias debido a que la fase luteal se mantiene en estos casos hasta el día 19 del ciclo. La característica del folículo dominante de la primera onda entre el patrón de 2 ondas y el patrón de 3 ondas no es diferente, pero la segunda onda emerge 1 a 2 días más temprano en los animales con 3 ondas que en los de 2 ondas (Ginther y col. 1989). El CL comienza su regresión más temprano en los ciclos de dos ondas (día 16) que en los de tres ondas (día 19), afectando correspondientemente el intervalo interovulatorio (Ginther y col. 1989). En

ambos casos, el folículo dominante en el momento que ocurre la luteólisis se toma en folículo ovulatorio y la emergencia de la onda siguiente se produce el día 0 o muy cerca del día de la ovulación (Bo y col. 1998).

En estudios recientes realizados en vaquillonas prepúberes (Evans y col. 1994), se demostró que la composición de las ondas foliculares no ovulatorias fue muy similar a la de animales maduros y se concluyó que el fenómeno de emergencia de ondas se establece temprano, en el período prepuberal (alrededor de dos semanas de vida). Aplicando el uso de la ultrasonografía transrectal se han observado cambios diarios en el desarrollo del folículo en animales tan jóvenes como de dos semanas de edad, (Adams 1994). La edad con que llegan a la pubertad-primer estro esta influenciada por la nutrición y la estación del año en que se ha producido el nacimiento, estando comprendido entre los 7 y 18 meses (Arthur y col. 1991). Una pequeña proporción de vaquillonas no ovulan en el primer estro y en la gran mayoría la primer ovulación se produce con un celo silente (Morrow y col. 1969).

4.4. PROSTAGLANDINAS

4.4.1. Estructura y usos de las prostaglandinas.

Von Euler (1934) demostró que extractos de semen humano podían inducir la actividad de diversas preparaciones de músculo liso aislado; identificó también a la sustancia activa como un ácido graso, y lo diferenció de otras sustancias conocidas capaces de producir efectos idénticos, tales como la histamina y la acetilcolina. Recién en 1939, el mismo autor postula la existencia de un principio activo de naturaleza lipídica, al que denominó PGF2 alfa, por pensar que era secretado por la próstata. Más tarde, Eliasson (1959) demostró que la casi totalidad de las prostaglandinas del semen provenían de las vesículas seminales y no de la próstata, pero el nombre de PGF2 alfa ya se encontraba establecido.

Las PGF2 alfa son sustancias orgánicas extremadamente potentes que aparecen naturalmente en una gran variedad de tejidos y situaciones biológicas (Bavera 2000).

Las PGF₂ alfa provienen del ácido araquidónico, ácido graso insaturado de 20 carbonos. Todas las PGF₂ alfa contienen un anillo de 5 átomos de carbono que originalmente formaba parte de la cadena del ácido araquidónico (Lehninger y col. 1995). La PG se metaboliza rápidamente en los pulmones (McDonald 1991).

En la década de 1960, se conoció, no sólo su nombre y existencia, sino también de muchos de sus efectos fisiológicos (Nelson 1978). Este autor también se refería a que las PGF₂ alfa en la reproducción, ya que las tres áreas de aplicación corresponden al parto, interrupción de la gestación y control del estro. El rol de las PG consiste en una estimulación de la musculatura lisa o en un efecto luteolítico y en una combinación de ambos efectos.

En nuestro país, la sincronización del celo en bovinos con PG ha sido utilizada desde hace años, para la concentración de celos y de las pariciones, con las ventajas de utilizar mejor la oferta forrajera, para lograr mayor producción o mejor precio, y para optimizar algunos índices reproductivos y de atención al parto (Bonnevaux 1982; Bonnevaux 1983). Se ha utilizado fundamentalmente en vaquillonas y vacas secas (Blanc y col. 1994). La utilización en estas categorías se debe a que los costos de su empleo son menores en comparación con otros métodos de sincronización, además se obtienen buenos resultados en la presentación y concentración de celos.

4.4.2. Respuestas a las prostaglandinas

El requisito fundamental para que las hembras respondan adecuadamente a los protocolos con PG es que se encuentren ciclando (Marcantonio 2003).

Estudios realizados por Nelson (1978) demuestran que el CL de la vaca permanece, durante los 3 a 4 primeros días de existencia, relativamente libre del efecto luteolítico de la PGF₂ alfa; sin embargo a partir del 5º día ésta puede provocar una regresión luteal. La aplicación de dicha droga, alrededor del día 16 o 17 del ciclo, no ocasionaría ningún desplazamiento del estro siguiente, ya que en ese punto ocurre la liberación de

PGF2 alfa endógena y la luteólisis ya ha comenzado. Goram (1974) por su parte, comenta que el CL debe de tener más de 4 días para reaccionar ante la droga. Esto quiere decir que si se va a inyectar a los animales al azar va a haber un 60% que va a responder a la droga a la primera inyección, debido a que las PGF2 alfa no son efectivas durante los primeros días del ciclo, donde no hay CL, o en los últimos días en los cuales regresa normalmente el CL. Con respecto a las fallas en el uso de las PGF2 alfa la luteólisis es menos frecuente en los CLs recién formados de 5 a 6 días y no llega al 90 % de luteólisis hasta que el CL tiene 8 a 9 días de edad (Elhordoy 1987).

4.5. METODOS DE SINCRONIZACION DE CELOS

4.5.1. Progesterona y Progestágenos

La P4 y varios progestágenos sintéticos han sido utilizados para extender la fase luteal del ciclo estral y poder sincronizar el celo en bovinos (Dick 1998). Se da el nombre genérico de progestágenos a un grupo de compuestos que tiene acción similar a la P4; dentro de estos compuestos se encuentran los progestágenos de administración oral como el Acetato de Melengestrol, los implantes subcutáneos de Norgestomet y los dispositivos intravaginales con progesterona (Bo y col. 1998) o progestágenos (Medroxi progesterona, MAP) Cavestany (2000).

Los progestágenos inducen celos en las hembras que se hallan en anestro y sincronizan éstos en aquellas que están ciclando. Actúan simulando la acción de un CL natural, bloqueando la liberación de GnRH por el hipotálamo y el pico preovulatorio de LH durante el período de permanencia del implante. Otra característica de los progestágenos es que la sincronización que logran es más compacta que la obtenida con PG, por lo que facilitan la implementación de la IA sistémica (Scena, 1998). Con la introducción en el mercado de las PG, los progestágenos fueron utilizados con otros fines en algunos sistemas debido a que los tratamientos de 14 días, para esperar la regresión natural del cuerpo luteo, obtenían una baja fertilidad (Odde 1990).

La utilización de P4 y estrógenos para suprimir el desarrollo del folículo dominante y de ésta manera sincronizar el desarrollo de una nueva onda folicular fue investigado en



varios experimentos (Bo y col. 1996). Las conclusiones más importantes fueron que el tratamiento con progestágenos y estradiol-17 beta, administrados en cualquier momento del ciclo estral inducen el crecimiento sincrónico de una nueva onda folicular, aproximadamente 4 días más tarde (Bo y col. 1995).

4.5.2. Prostaglandinas

La PGF₂ alfa es un potente agente luteolítico en el bovino (Rowson y col. 1972; Inskoop, 1973), por lo que ha sido utilizada para controlar la vida media del cuerpo lúteo. Comercialmente existen diferentes PG: Clorprostenol – D, Tiaprost, Alfaprostol, Etiproston, Fenprostanelo, etc. Estos se definen como aquellas moléculas bases que se transforman en un molécula nueva con una actividad específica, (Elhordoy 1987) .

La PG puede ser utilizada en combinación con GnRH para la aplicación de esquemas que sincronizan tanto la regresión del CL como el desarrollo folicular (Thatcher y col. 1996; Lucy y col. 1992; Wolfenson y col. 1994; Pursley y col. 1995; Schmitt y col. 1996). La administración de PG en el día 6 o 7 post GnRH produce un alto grado de sincronización de celos y la ovulación corresponde al folículo que surge a partir de una nueva onda de crecimiento folicular (Wolfenson y col. 1994).

Con respecto a los métodos de sincronización, podemos mencionar que aquellos que sincronizan ondas foliculares y ovulaciones, presentan la ventaja de desarrollar programas de IA a tiempo fijo. De esta manera se logra evitar una de las grandes limitantes en la eficiencia reproductiva, la detección de celos. Por otro lado la limitante del uso de los métodos de sincronización a tiempo fijo son los elevados costos.

4.6. PROTOCOLOS DE SINCRONIZACION

El tratamiento con PG puede ser empleado con distintos protocolos, que incluyen 1 o 2 dosis por animal seguidas por la inseminación con o sin previa detección de celo (Marcantonio 2003).

4.6.1 Una dosis de PGF2 alfa

Iglesias y col. (1979) obtuvieron elevados porcentajes en la presentación del estro al utilizar 1 sola dosis de PG. Aseguran que la utilización del tratamiento con 1 dosis de PG permite ahorrar la mitad del sincronizante empleado que en los tratamientos convencionales con 2 inyecciones. El porcentaje de respuesta, tras una sola inyección de PG entre los días 7 a 16 es de 60-70 % (Cavestany 2002).

4.6.2 Doble dosis de PGF2 alfa

Bosch (1976) y Alberio (2003) sugieren que la PG, administrada en un programa de 2 inyecciones con un intervalo de 11 días, puede constituirse en un eficiente método para controlar el estro en vaquillonas cuyos ciclos sexuales se distribuyen al azar. La aplicación de la segunda dosis produce la luteólisis en aquellos animales que no respondieron a la primera aplicación, (por encontrarse en fases donde la PGF2 alfa no ejerce su acción luteolítica), ya que los mismos al momento de la segunda dosis presentaran un CL funcional y por lo tanto responderán al efecto luteolítico de la PGF2 alfa. Nelson (1978), Cooper (1974) y Bavera (2000), utilizando dos dosis de PG aplicadas con un intervalo de 10-12 días, encontraron que era posible obtener una sincronización de celo prácticamente en todos los casos, o al menos, en aquellos en que había un ciclo normal. Esto explica que los animales al momento de la segunda inyección (10 a 12 días posteriores) tendrán un CL funcional, por lo que la luteólisis, luego de la segunda dosis de PG, será del 90 a 100 %, siempre que el rodeo esté ciclando regularmente y posea un buen plano nutricional.

4.6.3. Detección de celo e inyección de Prostaglandina a los animales que no manifestaron celo.

Este método consiste en detectar el celo e inseminar a los animales durante 5 a 7 días, inyectar PG al día siguiente y continuar con la detección de celo e IA por 5 a 6 días más (Callejas 1998). Al utilizar una sola dosis se agrupan los celos en un período de 10 a 13 días con un pico en los 3 a 4 días posteriores a la inyección de PG (Alberio y col. ,

4.6.4. Palpación del Cuerpo Luteo e inyección de Prostaglandina.

Teniendo en cuenta que la PGF2 alfa tiene su efecto ante la presencia de un CL funcional este método propone tratar con PG sólo a aquellos animales que se encuentren en tales condiciones. Los resultados de esta metodología se encuentran afectados por la eficiencia en la detección del CL funcional y por el grado de respuesta ante un CL detectable. Se ha encontrado diferencias en la precisión a la palpación transrectal de un CL que oscila entre un 71-96 % y en el grado de respuesta que oscila entre un 64-72 % (Fortín 1989). Es una alternativa que nos permite conocer el estado reproductivo del rodeo, reducir los tratamientos con PG.

4.7. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LAS PROSTAGLANDINAS EN LA SINCRONIZACION DE CELOS.

Una de las ventajas del uso de los PG es su costo y fácil aplicación. El método de doble aplicación de PG es una herramienta con la cual se obtienen mayor número de animales en celo y por lo tanto un mayor número de animales inseminados, con lo cual se aumenta la eficiencia reproductiva del establecimiento.

Una desventaja es que se debe de interpretar correctamente los signos del celo, a diferencia de lo que ocurre con la monta natural o inseminación artificial a tiempo fijo. Además, la totalidad del rodeo deberá estar ciclando, para obtener respuesta al tratamiento. Otra desventaja es que con este método no se puede realizar la sincronización de la onda folicular.

Las categorías para llevar adelante el método sobre la base de PG serían vaquillonas y vacas secas ciclando normalmente. En vacas posparto en anestro superficial, se pueden llevar a cabo programas de sincronización de celo mediante la utilización de progestágenos. La decisión de que programa de sincronización de celos utilizar deberá tomarse con la asesoría del veterinario quién tomará en cuenta el objetivo productivo del rodeo, la categoría, la sanidad y la condición corporal de los animales.



5. MATERIALES Y METODOS

Diseño experimental

El trabajo fue realizado en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuario (INIA) La Estanzuela, situado en el departamento de Colonia, ruta 50, KM 11, en los meses de abril - mayo del 2003. Se utilizaron un total de 71 vaquillonas de raza Holando de 13.4 ± 0.1 meses (Grupo I $n=25$) y 23.9 ± 0.2 meses (Grupo II $n=46$) de edad con una condición corporal de 3.3 ± 0.1 y 3.3 ± 0.1 , respectivamente (escala de 1= caquética a 5= obesa, Edmonson y col. 1989) ($\text{media} \pm \text{EEM}$). La condición corporal fue evaluada por un solo observador tomando los criterios de desarrollo corporal, grado de engrasamiento a nivel de grupa, inserción de cola. El Grupo: 1 tenía un peso vivo de 305 ± 6 y el Grupo: 2 de 378 ± 14 Kg. ($P < 0.0001$). Los animales se clasificaron de acuerdo a su edad –implica también de acuerdo al peso vivo- pero además fueron divididos de acuerdo a su condición corporal en \leq a 3.25 y $>$ a 3.25 (promedio de los dos últimos registros de condición corporal: día de aplicación de PG y 30 días antes. Las vaquillonas antes de comenzar el estudio pastaban en campo natural. Al comienzo del estudio, los animales pasaron a una alimentación en base a una pradera de 3 años asociada con alfalfa, trébol rojo y dactilys, realizándose un pastoreo rotativo. Se realizaron dos aplicaciones de un PG (D-cloprostenol, Dalmaprost®, Laboratorio Fatro, Uruguay) con una dosis de 0,15 mg con un intervalo de 12 días. Se realizó la detección de celos por observación visual a campo durante 45 minutos cada vez a las 7:00 AM y 5:30 PM durante 6 días consecutivos luego de la aplicación de cada PG. En cada ocasión, se juntaron los animales en una esquina del potrero, visualizándose los grupos sexualmente activos. Dos observadores registraron las vaquillonas en celo que se definieron como aquellas que manifestaron el reflejo de aceptación a la monta.

Análisis estadístico

El porcentaje de animales en celo y el intervalo tratamiento-celo se analizaron por medio del TEST CHI CUADRADO, por ser variables no paramétricas. Se consideró significativo cuando $P < 0,05$.

6. RESULTADOS

Porcentaje de animales en celo luego de la primera y segunda administración de PG

Luego de la primera dosis de PG, 30 de las 71 vaquillonas (42%) mostraron celo; mientras que luego de la segunda dosis se obtuvo una respuesta de 43 vaquillonas en celo (61%), $P < 0.05$. (Figura 1).

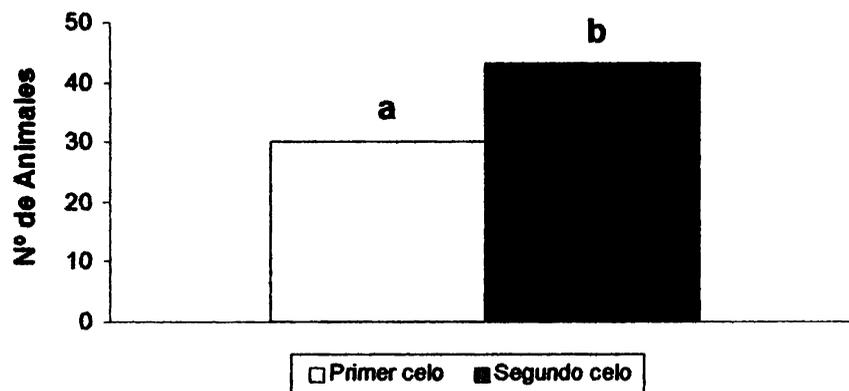


Figura 1. Número de animales en celo luego de la primera y segunda administración de PG. Barras con diferente letra difieren $P < 0.05$

Efecto de la edad sobre la respuesta a la sincronización con PG.

En la primera sincronización hubo un efecto significativo de la edad sobre la cantidad de animales que presentaron celo. Mas vaquillonas del Grupo II presentaron celo (24/46) que las del Grupo I (6/25), 52 vs 24% respectivamente, $P < 0.05$ (Figura 2). No hubo un efecto significativo de la edad en la cantidad de animales en celo luego de la segunda PG.

Primera Sincronización con PGF 2alfa

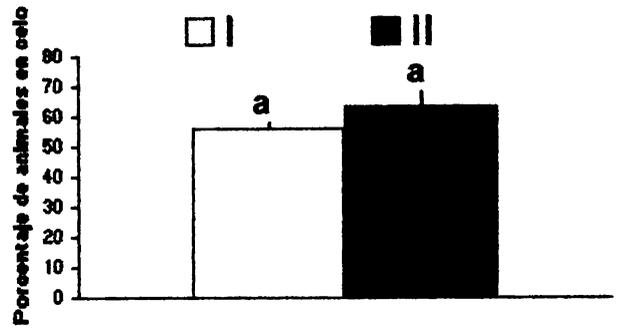
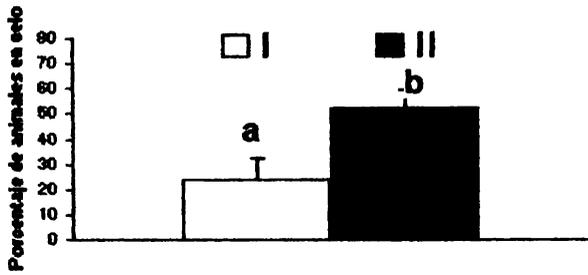


Figura 2. Efecto de la edad sobre el porcentaje de animales en celo en la primera (panel izquierdo) y segunda (panel derecho) administración de PG. Grupo I: 13.4 meses, Grupo II: 24.9 meses. Barras con diferente letra difieren $P < 0.05$.

Efecto de la condición corporal sobre la respuesta a la sincronización con PG.

No hubo un efecto de la condición corporal en el número de animales en celo luego de la primera PG, pero aquellos animales con mejor condición corporal (>3.25) presentaron mayor porcentaje de celo en la segunda administración de PG, $P < 0.05$. (Figura 3).

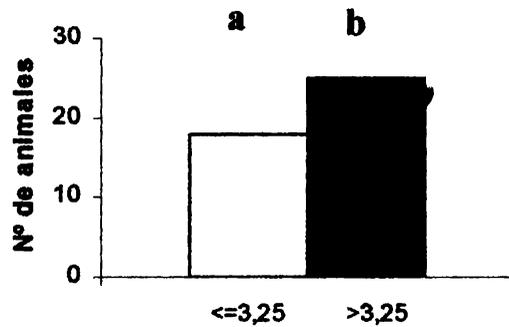
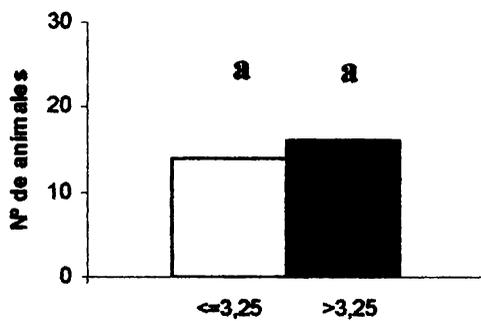


Figura 3. Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de animales en celo en la primera (panel izquierdo) y segunda (panel derecho) administración de PG. Barras con diferente letra difieren $P < 0.05$.

Distribución de celos en el día (AM vs PM).

En las dos sincronizaciones de las 50 vaquillonas que presentaron celo, 26 lo hicieron antes del mediodía (7:00 horas) y 24 pasado del mediodía (17:30 horas) (52% vs 48%), $P>0.05$.

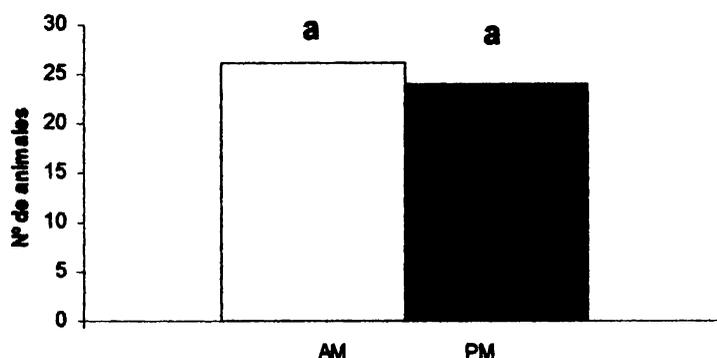


Figura 4. Número de vaquillonas que presentaron celo en la mañana (AM) y en la tarde (PM). Barras con iguales letras no difieren $P>0.05$.

No hubo un efecto significativo de la presentación del celo por edad en las horas 7:00 y 17:30 en la primera y segunda sincronización con PG, $P>0.05$ (Figura 4).

Intervalo tratamiento-celo.

La mayor concentración de celos luego de la primer PG se observó a las 50 horas, mientras que luego de la segunda administración se presentó a las 60 horas ($P<0.05$) (Figura 5).

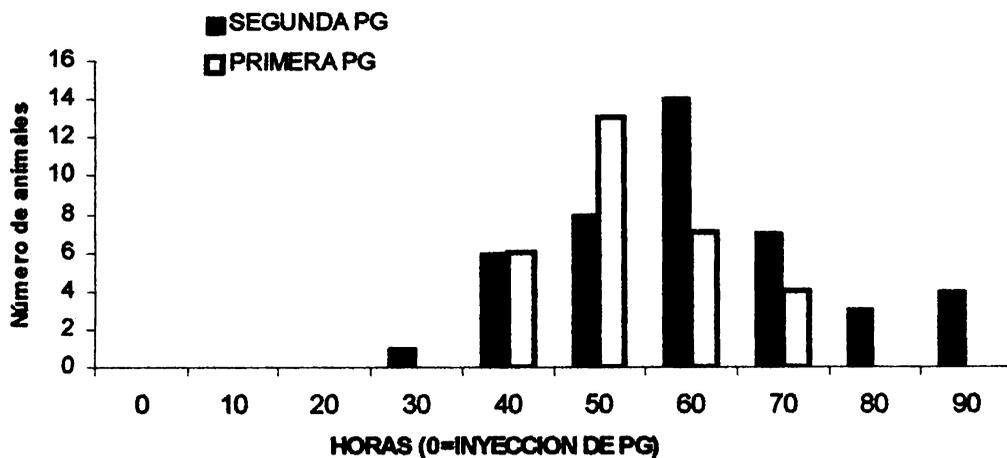


Figura 5. *Concentración de celos en vaquillonas luego de la primera y segunda administración de PG, $P < 0,05$.*

Efecto de la edad sobre el intervalo tratamiento-celo.

No hubo diferencia significativa de la edad sobre el intervalo tratamiento-celo luego de la primera inyección de análogo de PG (el intervalo primer tratamiento PG – celo fue similar en ambos grupos). El intervalo segundo tratamiento PG - celo fue más corto en vaquillonas del Grupo I que del Grupo II: 9 vaquillonas del Grupo I presentaron celo antes de las 65 horas de un total de 14, mientras que sólo 6 vaquillonas del Grupo II presentaron celo antes de este período de un total de 23 (64% vs 20%) ($P < 0.05$) (Figura 6).

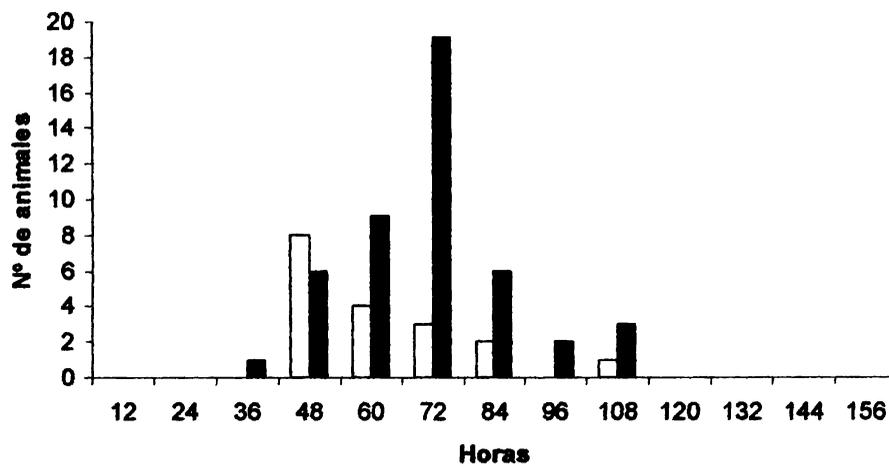


Figura 6. *Intervalo tratamiento - celos en vaquillonas Grupo I y Grupo II luego de la segunda administración de PG, $P < 0.05$. Blanco: Grupo I, Negro: Grupo II*

Efecto de la condición corporal sobre el intervalo tratamiento-celo.

No hubo un efecto significativo de la condición corporal sobre el intervalo tratamiento-celo. El porcentaje de celos en los grupos >3.25 y ≤ 3.25 fue de 56.3% vs 43.6% respectivamente ($P > 0.05$).

7. DISCUSION

Porcentaje de animales en celo luego de la primera y segunda administración de PG.

Al inyectar PG a un animal durante su ciclo estral se puede observar una respuesta diferencial según el momento del mismo en que se aplica (Callejas 1998); del día 1 al 4 (metaestro temprano) no se observaría respuesta dado que se ha producido la ovulación y el CL comenzaría su desarrollo, en los días 5 y 6 (metaestro tardío), la respuesta sería parcial, ya que se estaría llegando al final del desarrollo del CL, entre los días 7 y 17 (diestro), el CL estaría ya desarrollado y sería sensible al efecto luteolítico de la PG y, por último, entre los días 18 a 21 (proestro), el CL no sería funcional y no habría respuestas a la acción de la PG (Callejas 1998). Al igual que lo propuesto por el anterior autor en nuestro trabajo, al inyectar la primer dosis de PG, algunos animales respondieron con manifestación de celo y otros no. Los resultados obtenidos concuerdan con lo mencionado por Macmillan y col. (1984) , cuando se administra la primera dosis de PG habrá una respuesta menor debido a la existencia de animales cuyo cuerpo lúteo no será sensible a la acción de la misma (días 0-5).

En nuestro trabajo, los resultados de celos obtenidos en la primera y segunda administración de PG demuestran que existe un comportamiento diferente después de cada una de las aplicaciones. El porcentaje de animales en celo luego de la primera sincronización fue de un 42 %. Alcalá y col., (1988) obtuvieron porcentajes de 92 % luego de la primer dosis. Estos resultados tan diferentes se pueden deber a que: 1) en el estudio realizado por Alcalá y col., (1988) se inyectaron solo animales con presencia de CL, mientras que en nuestro estudio se inyectaron todas las vaquillonas; 2) las razas utilizadas en su estudio fueron Holando mestizas, mientras que en el nuestro se utilizaron Holando; 3) el promedio de las edades de las vaquillonas en ambos estudios difirieron (13.4 meses Grupo I y 23.9 meses Grupo II vs 26 meses (Alcalá y col. 1988); 4) y sus pesos oscilaron entre 305 kg, 378 kg vs 345 kg, respectivamente. Ambos estudios muestran que la edad y el desarrollo corporal son variables importantes a la hora de sincronizar. Los porcentajes de celos luego de la primera sincronización en

nuestro estudio no concuerdan con lo mencionado por Goram (1974) el cual comenta que si se inyectan animales al azar tendría que haber un 60% que respondieran a la primera inyección. Se puede concluir que las PG tienen un alto porcentaje de efectividad en presencia de un CL sensible a la misma y que el peso de las vaquillonas y sus edades son condicionantes importantes a la hora de aplicar este método de sincronización. Animales en buen nivel nutricional y ciclando son imprescindibles para obtener buenos porcentajes de sincronización. Por otro lado nuestros porcentajes de celo luego de la primera administración concuerdan con los obtenidos por Jochle y col. (1982). Este autor obtuvo porcentajes de celo del 50% a las 48 horas de administrada la primera PG.

El porcentaje de celo de la segunda administración fue de un 61 %, y esto no está de acuerdo con los resultados obtenidos por Alcalá y col., (1988) que obtuvo un 95 % luego de la segunda dosis. Esto se podría explicar por los distintos pesos de los animales y edades ya mencionados. Trabajos realizados por Jochle y col. (1982) obtuvieron un 60% de celo luego de la segunda administración de la PG al igual que nuestro estudio (61%).

Efecto de la edad sobre la respuesta a la sincronización con PG.

El efecto de la edad se observó sólo luego de la primera PG. A su vez Elhordoy (1987) reporta que se obtienen mejores resultados cuando se sincronizan vaquillonas con un peso corporal mayor al 65% del peso adulto. La pubertad está más estrechamente relacionada al peso corporal que a la edad (O'Connor 2003). Es posible que el menor porcentaje de celos en vaquillonas de un año en la primera sincronización se deba a que la maduración folicular no es suficiente para provocar los niveles de estrógenos necesarios para producir una manifestación marcada del celo (Adams 1994). Otra explicación está dada por la dinámica folicular durante el desarrollo; en animales jóvenes el folículo ovulatorio es más pequeño y alcanza su máximo desarrollo antes (Bergfeld y col. 1994) por lo que es esperable que las vaquillonas del Grupo I presenten celo antes que las del Grupo II. Como los animales más jóvenes muestran un celo menos manifiesto y más corto (Hafez 1987) es posible que luego de la segunda PG, al existir un grupo sexualmente activo mayor, los signos del celo se manifestaron

con más intensidad, por lo que se logró una mejor detección de celo en vaquillonas del Grupo I.

Efecto de la condición corporal sobre la respuesta a la sincronización con PG.

Resultados de nuestro estudio indican que la condición corporal fue importante en la presentación de celos en el segundo tratamiento con PG; animales con mejor condición corporal presentaron más celo. Animales mantenidos con un alto plano nutricional manifiestan estro con mayor frecuencia que aquel mantenido con un bajo plano nutricional (Elhordoy 1987). Murphy (1991) encontraron que vaquillonas con dietas bajas en energía presentan una reducción en el tamaño del folículo dominante y menores niveles plasmáticos de estrógenos. Esto podría estar indicando la baja presentación de celos que se observó en el grupo de vaquillonas con condición corporal ≤ 3.25 en la segunda administración de PG. Por último los resultados son consistentes con estudios en los que se demostró que la aparición de celos durante el desarrollo está determinada por el plano nutricional (Bergfeld y col. 1994).

Distribución de celos en el día (AM vs PM).

En este trabajo, un 52 % de las vaquillonas presentaron celo AM y el resto lo hicieron PM no encontrándose diferencias significativas. Se señala que, aparte de la deficiencia en la interpretación de los signos de celo, una de las causas en la falla de la detección es la ocurrencia de un alto porcentaje de los mismos por la noche (Cabrera 1988). De la misma manera se ha reportado que la ocurrencia de los celos es mayor en horas de la noche (70%, Foote 1978 y 73 % Nebel 1992). En este estudio no se realizó detección de celos en horarios nocturnos por lo que no se puede descartar una mayor manifestación de celos durante la noche.



Intervalo tratamiento-celo.

El mayor porcentaje de celo en la primera sincronización se observó a las 50 horas. Otros estudios realizados en vaquillonas (Jochle y col. 1982; Cooper 1974), obtuvieron resultados similares a los nuestros en la primera sincronización de celos dándose el pico a las 48 horas. En nuestro estudio el pico de porcentaje de celos luego de la segunda PG, se obtuvo a las 60 horas. Tervit y col. (1973); Gordon (1974) y Testart, (1975) obtuvieron una aparición del celo aproximadamente entre las 35 y 70 horas. Si bien el rango de resultados obtenidos por dichos autores es amplio, nuestro pico de aparición de celos se encuentra dentro de dicho intervalo. En el experimento realizado por Cooper (1974) una gran mayoría (90 %) de los animales exhibieron estro entre las 48 y 72 horas luego del segundo tratamiento, al igual que en nuestro estudio. Bosch (1976) obtuvieron un 60% de los animales en celo entre las 48 y 72 horas a pesar de que el intervalo tratamiento-estro de PG fue menor que el utilizado en nuestro trabajo (11 días vs 12 días).

Comparando la primera y segunda sincronización, nuestros resultados indicaron que el intervalo tratamiento celo fue más corto en la primera sincronización que en la segunda, es decir que los celos se manifestaron aproximadamente unas 10 horas antes en la primera PG que en los de la segunda sincronización. Al momento de administrar la primer dosis de PG se logró una presincronización de los animales. Las vaquillonas que manifestaron celo luego de la primer PG se encontrarán en el día 9 o 10 post ovulación al momento de la segunda PG, coincidiendo con la emergencia de una nueva onda. Por lo tanto, sugerimos que el folículo ovulatorio de la segunda PG necesita más tiempo para crecer y ovular. Kastellic (1991) demostró que el momento de la manifestación del celo y ovulación en vaquillonas, depende de la fase de crecimiento en que se encuentre el folículo dominante. Es posible que la distribución de los celos después del tratamiento con PG esté sujeto a la variación que existe en la duración de la fase folicular entre un animal y el otro, es decir, el espacio que transcurre entre el final de la luteólisis y el comienzo del celo (Chupin 1977).

Los resultados en este trabajo indican que la variable condición corporal no tuvo un efecto en el intervalo tratamiento celo, es decir que el nivel nutritivo de las vaquillonas no incidiría en el tiempo de presentación de celos. En cambio se encontró un efecto de la edad sobre el intervalo tratamiento celo. Estos resultados concuerdan con trabajos ya realizados (Bo y col. 1998) en donde se observó que la concentración de celos en vaquillonas post administración de PG, ocurría entre las 48 y 60 horas mientras que las vacas adultas mostraban celo entre 72 a 178 horas

¶

8. CONCLUSIONES

Se pudo concluir que en tratamientos con doble dosis de PG, la segunda dosis fue muy eficaz en aumentar los porcentajes de vaquillonas que se alcanzan. Dos dosis de prostaglandina con un intervalo de 12 días producen un efecto sincronizante mayor que con una dosis en vaquillonas de uno y dos años.

Si las vaquillonas están con un buen plan nutritivo, la edad no tiene influencia en la manifestación del celo con una doble dosis de prostaglandinas con un intervalo 12 días, ya que los porcentajes de celo luego de la segunda dosificación separados por edad no difieren estadísticamente.

La condición corporal tuvo un efecto importante en la presentación de celo luego de la segunda dosis, por lo tanto, es un indicador importante al momento de aplicar un programa de sincronización con análogos de PG en vaquillonas.

El intervalo tratamiento en vaquillonas de un año fue más corto que la de dos años. Esto es importante ya que a la hora de aplicar la técnica de IA, el momento de la presentación de los celos juega un rol importante en la eficiencia reproductiva.



9. BIBLIOGRAFIA

- Adams. G.P. (1994). Control of ovarian follicular wave dynamics in cattle: implication for synchronization & superstimulation. *Theriogenology*, 41 (1), pp.19-24.
- Alberio. R. (2003). Nuevas Biotecnologías Reproductivas. Aspectos Biológicos y Económicos. 5 Simposio de Reproducción Animal. Ed. Comunicarte, Córdoba, Argentina, pp. 293-322.
- Alberio. R, Schiersmana. G, Conosciuto. G, Sanches. O. (1978). Control del ciclo estral en vaquillonas, vacas secas y vacas en lactancia de razas de carne por medio de clorprostenol. *Analcera Veterinaria* ; (10-11), pp. 225-245.
- Alcala. L, De Armas. R, Caral. J, Solano. R, Fuentes. D, Alejo. C, Herrera. R, Perez. R. (1988). Comparación de dos tratamientos de sincronización estral en novillas receptoras con cloprostenol (derivado sintéticos similar a la PGF2 alfa). *Rvta Cub Cienc. Vet*; 19: (4), pp. 293-298.
- Arthur. G.H, Noakes. D.E, Pearson. H . (1991). *Ciclo Estral y su Control*. 6° ed. Ed. Interamericana MC Graw-Hill. pp. 3-49.
- Bavera. G.A. (2000). El sitio de la producción bovina de carne. www.produccionbovina.com/e_meils_personales.htm.
- Bergfeld. E.G, Kojima. F.N, Cupss. A.S, Wherman. M.E, Peters. K.E, García-Winder. M, Kinder. J.E. (1994). Ovarian follicular development in prepubertal heifers influenced by level of dietary energy intake. *Biol Reprod*; 51: (5), pp. 1051-1057.
- Blanc. J, Moraes. J, Ferraris. A. (1994). Respuesta a la sincronización de celo con un análogo sintético de la prostaglandina F2 alfa (Delprostenate) en vacas en ordeño. *Jornadas Uruguayas de Buiatría, XXII, Paysandú, Uruguay*, pp. C.C.2.1-C.C.2.5
- Bo. G.A, Caccia. M, Martinez. M, Mapletoft. R.J. (1995). Exogenous control of follicular development in cattle. *Theriogenology*; 43: pp. 31-40.
- Bo. G.A, Caccia. M, Tribulo. H, Adams. G.P, Pierson. R.A, Mapletoft. R.J. (1996). Follicular wave emergence after treatment with estradiol benzoate and CIDR-B vaginal devices in beef cattle. *Prod 13° International Congress on Animal Reproduction*. Sidney, Australia.
- Bo. G.A, Adams. G.P, Caccia. M, Martinez. M, Colazo. M, Mapletoft. R. J. (1998). Actualización del control del ciclo estral bovino. *CABIA, IV Jornadas*, Buenos Aires, Argentina, pp. 13-24.
- Bonnevaux. J.J. (1982). Evaluación de la respuesta de un análogo sintético de la PGF2 alfa en un trabajo a tiempo corto de IA. *Vetrinaria*; 18: (79), pp. 13-17.

Bonnevaux. J.J. (1983). Prostaglandinas y analogos sintéticos-Generalidades y relación con el sistema reproductor. *Veterinaria*; 19: (84), pp. 40-43.

Bosch. A.R. (1976) Sincronización del estro, fertilidad en vaquillonas con un análogo sintético de la prostaglandina F2 alfa. *Gaceta veterinaria*; 38: (313), pp. 329-333.

Burris. M, Priode. B. (1995). Effect of calving date on subsequent calving performance. *J Anim Sci*; 17, pp. 527-533.

Butler. H, Scena. C, Voinea Delast. P. (1995). Comparación de tres agentes luteolíticos administrados a dos dosis diferentes en vaquillonas Abreeden Angus y Hereford. *Rev Arg Prod Anim*; 15, pp. 1978-1080.

Cabrera. D. (1988). Momento de inseminación artificial y actividad ovárica post- servicio mediante determinación de progesterona en leche en la cuenca lechera de Lima. Tesis Bachillerato. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor San Marcos, Lima; pp. 83-87.

Callejas. S. (1998). Programa de sincronización de celos con prostaglandinas. CABIA, IV Jornadas, Buenos Aires, Argentina; pp: 27-34.

Cavestany. D. (2000). Temas de Lechería: Reproducción. Serie Técnica 116. INIA, La Estanzuela; pp: 58-60.

Cavestany. D. (2002). Sincronización y/o inducción de celos con o sin inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos lecheros. Jornadas Uruguayas de Buiatría. XXX, Paysandú, Uruguay, pp. 143-150.

Chupin. D. (1977). Maitrise de la reproduction chez les bovins, principes, résultats et limites. *Ann Med Vet*; 121, pp. 329.

Cooper. M. J. (1974). Control of oestrus cycles of heifers with a synthetic prostaglandin analogue. *Vet Rec*; 95, pp: 200-203.

Dejarnette. (2001). Eficiencia reproductiva en los establecimientos lecheros: factores que la influyen y su medición. *Rev Taurus*; Año 3, Nº 10, pp. 4-15.

Dick. A . (1998). Control de servicios artificiales en el tambo con el uso de progestágenos. CABIA, IV Jornadas, Buenos Aires, Argentina; pp. 67-76.

Edmonson. A.J, Lean. L.J, Weaver. L.D, Farver. T, Webster. G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*; 72, pp. 68-78.

Eerdenburg-Van. F.J.C.M, Loeffler. H.S.H, Vliet-Van. J.H. (1996). Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart*; 18, pp. 52-54.

Elhordoy. D, Hernandez. S. (1987). Preguntas y respuestas sobre las prostaglandinas en reproducción animal. Universidad de la República. Departamento de publicaciones, Montevideo, Uruguay.

Evans. A, Adams. G, Rawlings. N. (1994). Follicular and hormonal development in pre-puberatal heifers from 2 to 36 weeks of age. *J Reprod Fert*; 102, pp. 463-470.

Foote. R. (1978). Reproductive performance and problems in New York dairy ferd. *Searcha, Agriculture*; 8, pp.1-21.

Fortin. M.R. (1989). Sincronización de celo en bovino con PG. CABIA, Córdoba, Argentina, pp. 29 – 39.

Garcia Paloma. J, Alberio. R, Grondona. M, Carrillo. J, Schiersmann. G. (1992). Effect of calving date on lifetime productivity of cows in winter calving Aberdeen Angus herd. *Anim Prod*, 55, pp.177-184.

Garcia Tobar. J.A. (1983). Alimentación, Estado Corporal, Producción y Reproducción en la hembra bovina. Jornadas Uruguayas de Buiatria, XI, Paysandú, Uruguay, pp. C.1.-C.9.

Ginther. O.J, Knopf. L, Kastelic. J.P. (1989). Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrus cycles with two and three follicular waves. *J Reprod fertil*, 87, pp. 223-230.

Goram Astrom. (1974). Sincronización de celos. *Royal Veterinary*; pp. 19-21.

Gordon. (1974). A program with prostaglandin injection to oestrus cycle ovulatory regulation of cattle. *Theriogenology*; 1, pp. 3.

Hafez. E.S. (1987). Reproducción en animales de granja. Ed. Interamericana McGRAW-HILL, España, Madrid. pp. 694.

Holy. L. (1976). Sistema y regulacion de la actividad sexual de la hembra bovina según los conocimientos modernos. *Rvta Cub Cienc Vet*; 19 (4), pp. 293-298.

Iglesias. C, Solano. R, Caral. J. (1979). Sincronización estral de las hembras receptoras. *Rev Cub Reprod Anim*; 5, pp. 45.

Inskeep. E. K. (1973). Potential uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animals. *J Animal Sci*; 36: pp.1149.

Jochle. W, Kuzmanov. D, Vujosevic. (1982). Estrous cycle sincronization in dairy heifers with prostaglandin analog alpha prostol. *Theriogenology*, 18 (2), pp. 215-225.

Kastelic. (1991). Factors affectinf the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. *Anim Reprod Sci*; 26: pp. 13-24.

Krall. E, Cordoba. G, Blanc. J, Gil. J, Bentacor. O. (1992). Relación entre condición corporal y performance reproductiva en ganado lechero. Jornadas Uruguayas de Buiatría. XXI, Paysandú, Uruguay. pp. C.C.6.1-C.C.6.6.

Lheninger, Cox. N. (1995). Principios de Bioquímica. 2ª ed, Ed. Omega S.A, Barcelona; pp. 1-1013.

Lucy. M, Stevenson. J.S, Call. E.P. (1992). Controlling first service and calving interval by prostaglandin F2 alfa , gonadotropin – relasing hormone , and timed insemination . J Dairy Sci; 69, pp. 2186-2194.

Macmillan. K.L, Henderson. H.V. (1984). Analyses of variatin in the interval from and injection of prostaglandin F2 alfa to oestrus as a methd of studing patterns of follicular development during dioestrus in dairy cows. Anim Reprod Sc; 6 (4), pp. 245-254.

Marcantonio. S. (2003).

www.supercampo.volsinectis.com.ar/edicion_0108/nota_03.htm.

McDonald. L.E. (1991). Veterinary Endocrinology and Reproduction. 4 Ed. Ed. Interamericana, McGraw-Hill, España, Madrid; pp. 1-551.

Morrow. D.A, Roberts. R.J., McEntee, K. (1969). Gonadotropin-releasing homone improves reproductive performance. Cornell Vet; 59, pp. 134

Murphy, M.G. (1991). Effect of dietary intake on pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle in beef heiffers. J Reprod Fert, 92, pp. 333-338.

Nebel. R.L. (1992). Radiotelemetered measures of mounting activity for detection of estrus in lactating dairy cows. J Dairy Sci; 75, pp. 242.

Nelson. (1978). Posibilidad de empleo de las prostaglandinas. Gaceta Veterinaria; 60: (336), pp. 792-799.

O´Callaghan, Boland. (1999). Nutritional effects on ovulation, embryo development and the establishment of prenancy in ruminants Anim Sci; 68, pp. 299-314.

O´Connor. M.L. (2003). Manejo reproductivo de la vaca lechera.

www.manant.unt.edu.ar/Departamentos/pro_animal/General_I/Manejo.htm

Odde. K.G. (1990). A review of synchronizationof estrus in postpartum cattle J Animal Sci; 68: pp. 817-830.

Pursley. J.R, Kosoruk. M.R, Wiltbank. M.C. (1995). Synchronization of ovulationin dairly cows using PGF2 alfa and GnRH. Theriogenology; 44, pp. 915-923.

Rajamahendran. R, Taylor. C. (1990). Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone pofiles. Anim Rerpod Sci; 22, pp. 171-180.

Rowson, L, Tervit. R, Brand. A. (1972). The use of prostaglandin for synchronization of estrus in cattle .J Reprod Fertil; 29: pp. 145-148.

Scena. C. (1998). Uso de implantes progestagenos subcutaneo para inducir y sincronizar celos en rodeos de cría .CABIA, Buenos Aires , Argentina; pp. 59-68.

Schmitt. E.J.P, Drost. M, Diaz. T, Roomes. C, Thatcher. W.W. (1996). Effect of gonadotropin –releasing hormone agonist on follicle recritment and pregnancy rate in cattle .J Anim Sci; 74: pp.154-161.

Smalley. S.A. (1981). Managementprolems of largedaries. Large Anim Pract; 3, pp. 289-305.

Spiegel. M.R, Hernandez. R, Abellanas. L. (1991). Estadística, 2º ed. Ed. McGrow-Hill, españa, Madrid; pp. 268-289.

Spielman. A, Jones. I.R. (1939). The reproductive efficiency of dairy cattle. J Dairy Sci; 22: pp. 329-334.

Tervit. H.R, Rowson. L.E.A, Brand. A. (1973). Sincrhonization of oestrus in cattle using a prostaglandin F2 alpha analogue (ICI 7993a). J Reprod. Fert; 34: pp. 179.

Testart. (1975). Collection and transplantation of fertilized egg in cattle. Thesis. University of Paris; 6, pp.115.

Thatcher. W, Schmitt. E, De la Sota. R, Burke. J, Risco. C, Staples. C, Drost. M. (1996). Sincronización del estro en rodeos lecheros; manejo del desarrollo folicular con GnRH, inseminación a tiempo fijo, concepto de sincronización. II SIMPOSIO Internacional de Reproducción Animal; pp.109-130.

Williams. W.L. (1919). A standard for measuring the reproductive and dairying effeiciency of cattle. Cornell Vet; 9: pp. 204-213.

Williamson. N.B, Morris. K.S, Blood. D.C, Cannon. C.M, Wright. P.G. (1972). A study of oestrous behaviour and oestrous detection methods in large comercial dairy herds. Vet Rec; 9, pp. 50-58.

Wolfenson. D, Thatcher. W.W, Savio. J.D, Badinga. L, Lucy. M.C. (1994). The effect of a GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrusing lacting cyclic dairy cows . Theriogenology; 42, pp. 633-644.