

MISCELÁNEA**MÉTODOS DE USO DE PROSTAGLANDINA F2 α PARA
SINCRONIZAR CELOS Y OVULACIONES EN BOVINOS PARA CARNE:
UNA DISCUSIÓN CRÍTICA**Rodríguez Blanquet, J.B.¹

Recibido: 19/08/02 Aceptado: 10/04/03

RESUMEN

Este trabajo describe tres métodos de uso de PGF2 α para sincronizar celos. En el Método I se inyecta PGF2 α con diferencia de 11 días, comenzando la inseminación artificial (I.A.) luego de la segunda inyección. El Método II se detecta celo y se insemina por la regla A.M./P.M. por espacio de 4 días y al quinto (día 0= comienzo de la I.A.) luego de inseminar se inyecta una dosis luteolítica de PGF2 α siguiendo la I.A. convencional en los siguientes 6 días. En el Método III se detecta cuerpo lúteo por palpación rectal, se inyecta PGF2 α y luego se realiza I.A. convencional por espacio de 6 días. Se analizaron las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Se describe un cuarto método que evita algunas de las desventajas de los tres métodos citados. Se realizó una evaluación biológica y económica de 3 de los 4 métodos descriptos. La evaluación biológica sugiere que podría haber diferencia en porcentaje de celos y fertilidad de los mismos entre los métodos evaluados. La evaluación económica es altamente dependiente de los supuestos realizados.

PALABRAS CLAVE: Bovinos de Carne, Prostaglandinas F2 α , Sincronización de celos.

SUMMARY**USE OF PROSTAGLANDIN F2 α IN OESTRUS AND
OVULATION SYNCHRONIZATION PROGRAMS IN BEEF
CATTLE: A CRITIC DISCUSSION**

This study describes three methods of oestrus synchronization using PGF2 α . Method I consisted of 2 PGF2 α injections 11 days apart, followed by artificial insemination (AI) AM/PM. Method II consisted of oestrus detection during 4 days and on the fifth day a luteolytic dose of PGF2 α is given and followed by conventional AI for 6 days. Method III consisted of rectal palpation of a corpus luteum, a PGF2 α injection and conventional AI for 6 days. The advantages and disadvantages of each one are analysed. A fourth method is described which avoids some of the disadvantages the above mentioned methods. This biological and economical evaluation of three of the four methods was performed. The biological evaluation suggests that a difference in percentage of oestrus and fertility between the methods. The economical evaluation is highly dependent on the assumptions used in the analysis.

KEY WORDS: Beef Cattle, Prostaglandin F2 α , Estrus Synchronization.

¹Ing. Agr..Departamento de Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.

INTRODUCCIÓN

La mejora en la eficiencia biológica de un rodeo de cría se realiza disminuyendo el intervalo desde el comienzo del servicio hasta la concepción en las distintas categorías que lo componen. Esto se explica porque los vientres que paren primero en un período de parición son más productivos por el resto de sus vidas (Burris y Priode, 1958; Leismaster *et al.*, 1973; Mestre *et al.*, 1991; García Paloma *et al.*, 1992). Similares resultados se han obtenido en bovinos de leche (Louca y Legates, 1968). El rodeo de cría en Uruguay está formado por vaquillonas, vacas secas y vacas con cría al pie. Hay una alta probabilidad de que al llegar el período de servicio las vaquillonas y las vacas secas estén ciclando normalmente y las vacas con cría al pie se encuentren en distintos estados de anestro posparto.

Una de las formas de disminuir el intervalo comienzo del servicio-concepción es sincronizando y/o induciendo los celos y las ovulaciones. Estos procedimientos presentan varias ventajas. En primer lugar, facilita la utilización de inseminación artificial, evitando las enfermedades venéreas, permitiendo introducir material genético muy costoso y/o exótico y comprando y/o manteniendo menos toros anualmente. Además permite acortar el período de servicio y por lo tanto agrupar las pariciones (Odde, 1987) con la ventaja de que la vaca que pare temprano tiene terneros más pesados (Spitzer *et al.*, 1975) y un período más largo del parto al comienzo del servicio siguiente (Dunn y Kaltenbach, 1980).

La PGF2 α es una hormona utilizada para la sincronización de celos y ovulaciones en vientres con actividad sexual cíclica. No tiene efecto en los vientres en anestro (prepuberes, en anestro, etc). Asimismo se puede usar como abortiva en la especie cuerpo lúteo dependientes y también como una alternativa de rutina en la detección de celos en tambos.

Dos trabajos clásicos han revisado el uso de PGF2 α en programas de sincronización de celos y ovulaciones en bovinos para carne y leche (Odde, 1990; Larson y Ball, 1992). El objetivo de este trabajo es profundizar en el conocimiento del uso de la PGF2 α , analizando y comparando 4 métodos posibles de aplicación de la misma para sincronizar celos y ovulaciones de las vacas. Para poder cumplir este objetivo se partirá de los siguientes supuestos. El rodeo de vacas está ciclando normalmente, se considera que la duración del ciclo es de 20 días, por lo que todos los días 5% de las vacas deben manifestar celo. Los vientres que reciben PGF2 α manifiestan celo mayoritariamente entre el segundo y el cuarto día de aplicada la hormona.

Se comenzará realizando consideraciones generales del uso de la PGF2 α para poder entender las ventajas y desventajas de los 4 métodos que se analizarán.

Se harán una serie de cálculos teóricos para demostrar las ventajas y desventajas de los tres métodos recomendados desde hace más de 20 años frente al cuarto método propuesto.

CONSIDERACIONES GENERALES DEL EFECTO DE LA PROSTAGLANDINA F2 α (PGF2 α) SOBRE LA MANIFESTACIÓN DE CELOS Y SU FERTILIDAD

Se ha determinado que la PGF2 α y sus análogos son inefectivos en provocar la luteólisis en los primeros 5 días del ciclo estral (Lauderdale, 1972; Rowson *et al.*, 1972; Jackson *et al.*, 1979; Kiracofe *et al.*, 1985). Luego del día 16-18 del ciclo estral, la PGF2 α exógena no influencia el proceso de regresión luteal ya que el mismo se ha iniciado por efecto de la PGF2 α producida por el endometrio del útero al no existir un embrión que la inhiba.

Por mucho tiempo se consideró que la PGF2 α exógena era igualmente efectiva durante la totalidad del diestro (Fig. I; b-d). No obstante, actualmente, se ha determinado que esto no es así. Varios investigadores demostraron que el día del diestro en que es inyectada la PGF2 α afecta el porcentaje de celos y el intervalo tratamiento-celo (King *et al.*, 1982; MacMillan y Henderson, 1984; Tanabe y Hann, 1984; Watt y Fouquay, 1985; Rodríguez Blanquet *et al.*, 1996). Las hembras inyectadas en diestro tardío (días 10 a 16-18) muestran más porcentaje de celo y un intervalo tratamiento-celo más prolongado que las inyectadas en diestro temprano (día 5-10, b-c. Fig. I). Los vientres que se encuentran en diestro tardío son los que estén entre los días 10 a 16-18 (c-d). En este trabajo se consideraron solo los vientres entre los días 10 a 16 ya que aquellos que se encuentran en los días 17 y 18 mostrarán celo normal durante los siguientes 4 días porque simplemente les correspondía hacerlo (si fueran vientres adultos). El intervalo tratamiento-celo es más corto en vaquillonas que en vacas (King *et al.*, 1982). Estos investigadores mostraron intervalos de aplicación de PGF2 α - celo (horas) de 47.6 ± 1.4 , 59.7 ± 1.4 y 57.1 ± 1.4 , 66.7 ± 1.6 para vaquillonas y vacas en diestro temprano y tardío respectivamente.

No se debe inseminar a tiempo fijo pos-aplicación de la hormona teniendo tanta variación en el intervalo tratamiento-celo pues el porcentaje de concepción sería muy bajo. Para obtener un porcentaje de fertilización elevado no solo es necesario sincronizar la regresión luteal sino también el

crecimiento folicular. Kastelic *et al.* (1990) mostraron que la mayor o menor demora en la aparición de celo se debe a la etapa de desarrollo en que se encuentra el folículo ovulatorio al momento de la aplicación de la PGF2 α .

Por otro lado, Berardinelli y Adair (1989) encontraron una interacción entre dosis y el momento del diestro en que se inyecta la hormona. En diestro tardío obtuvieron mayores porcentajes de celo que en diestro temprano utilizando tanto la dosis comercial como dosis menores.

Watts y Fouquay (1985) y Figueroa *et al.*(1988) solo obtuvieron un 66% de los celos cuando se aplicaron dosis comerciales de PGF2 α en vientres con cuerpo luteo durante el diestro temprano (Fig.1; b-c). Es decir, en diestro temprano (5 días-25% del ciclo estral), un 34% de las vacas (100%- 66%) no mostrarán celo ni ovulación. Del total de esa etapa del ciclo estral (25%) solo 16.5% de los animales (25% x 66%) mostrarán celo, mientras que el resto (8.5%= 25% - 16.5%) seguirán desarrollando su ciclo estral.

Todos los trabajos concuerdan que la aplicación de PGF2 α en diestro tardío permite obtener alrededor del 100% de celos tanto a dosis comerciales (Tanabe y Hann, 1984, Macmilliam y Henderson 1984, Watts y Fuquay 1985, Bedardinelli y Adair,1989) como a dosis menores (Bedardinelli y Adair,1989; Rodríguez Blanquet *et al.* ,1996).

Estos últimos autores determinaron, en vaquillonas, que en diestro tardío se puede obtener un valor superior al 90% de celos inyectando un cuarto de la dosis comercial del análogo PGF2 α utilizado (Delprostenate. Laboratorio Universal).

Respecto a fertilidad de las ovulaciones producidas se han obtenido resultados discrepantes. Un trabajo mostró que había mayor fertilidad en los celos producidos por aplicar la hormona en diestro tardío con respecto a los de diestro temprano (Watts y Fuquay 1985). Otros investigadores no encontraron esa diferencia, obteniendo valores que no diferían estadísticamente (King *et al.*, 1982; Stevenson y col., 1984; Tanabe y Hann, 1984;). Así, Rodríguez Blanquet *et al.* (1996) obtuvieron valores de 64% (7/11) y 75% (24/32) (P>0.10) de fertilidad (medido como porcentaje de no retorno) en celos para diestro temprano y tardío respectivamente.

En conclusión, los diferentes autores coinciden en que al inyectar PGF2 α en diestro tardío se alarga el intervalo tratamiento-manifestación del celo, es mayor el porcentaje de celos (alrededor del 100%), momento en el cual es posible inyectar dosis menores a la indicada por el laboratorio. Respecto a la fertilidad de los celos los resultados en esta etapa han sido similares o superiores a los obtenidos al aplicar una dosis luteolítica en diestro temprano.

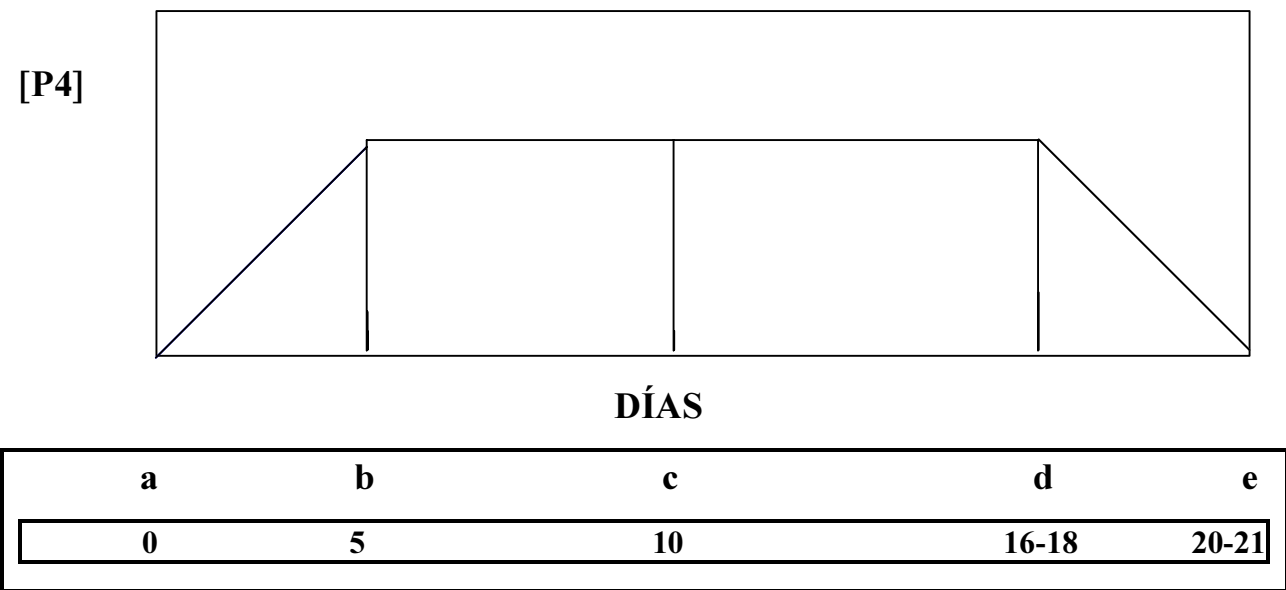


Figura 1. Variación en la concentración de progesterona (P4) durante el ciclo estral de un vientre (vaquillona o vaca). a y e: CELO; a-b: METAESTRO; b-d: DIESTRO; b-c: DIESTRO TEMPRANO; c- d: DIESTRO TARDÍO; d- e: PROESTRO.

MÉTODOS DE USO DE LA PROSTAGLANDINA F2 α

Hay varios métodos de aplicación de PGF2 α , que pueden ser resumidos en tres básicos. Sin embargo, un cuarto método fue publicado por Selk *et al.* (1988), Folman *et al.* (1990); Rodríguez Blanquet y col (1994b) y Rodríguez Blanquet *et al.* (1995a) y una modificación del mismo fue realizada por Rodríguez Blanquet *et al.* (1995b) y Rodríguez Blanquet *et al.* (2001) en vacas secas y vaquillonas.

Método I

Este método de sincronización de celo consiste en dar dos inyecciones consecutivas de PGF2 α con un intervalo de 11 días entre sí. Si los vientres están distribuidos homogéneamente a lo largo de los días del ciclo estral (5% de celos en cada día), teóricamente, el 66.5% (75-8.5) de los vientres mostrarán celo después de la primera inyección (animales que se encuentran entre los días 5 al 20 del ciclo). Este 66.5% se explica porque al inyectar una sola dosis luteolítica de PGF2 α , ésta tendría efecto en los animales que están desde el día 5 al final del ciclo estral (75% de las vacas). Del día 5 al 16-18 tendría efecto la PGF2 α exógena y las vacas de los días 19 y 20 porque les correspondía entrar en celo. En diestro temprano (días 5-10) solo

muestran celo el 66% de las vacas. Por lo tanto en esa etapa del ciclo estral solo muestran celo el 16.5% (25% X 66%) del 25% (días 5-10) del ciclo estral. Entonces el 66.5% de las vacas que entran en celo por la primera dosis de la hormona estaría formado por las vacas que están en diestro tardío y proestro (días 10 al 20) (50%) y por el 16.5% del diestro temprano. De acuerdo a este razonamiento, el 8.5% (25%- 16.5%) de las vacas que están en diestro temprano no mostrarán celo ni ovulación. De acuerdo a esto, la totalidad de las hembras estarán en una etapa del ciclo estral (diestro) en la que responderían a la segunda inyección de PGF2 α , 11 días más tarde.

El protocolo que se utiliza normalmente con este método es el siguiente (Fig.2). El día cero corresponde a la primera inyección de PGF2 α .

A los 11 días se da la segunda y se comienza a detectar celo e inseminar en forma convencional durante los 6 días siguientes (días 11 al 17). A los 20 días (un ciclo estral en vaquillonas) de la segunda inyección (día 31) se detecta nuevamente celo y se insemina por 6 días más (hasta el día 38). Esto se denomina repaso. En los días 18 y 38 de mañana se inseminan los animales detectados en celo los días 17 y 37 de tarde respectivamente. En los métodos de doble dosis el uso de toros entre las dos dosis de PGF2 α tiene varias ventajas. Chenoweth y Lennon (1982) mostraron

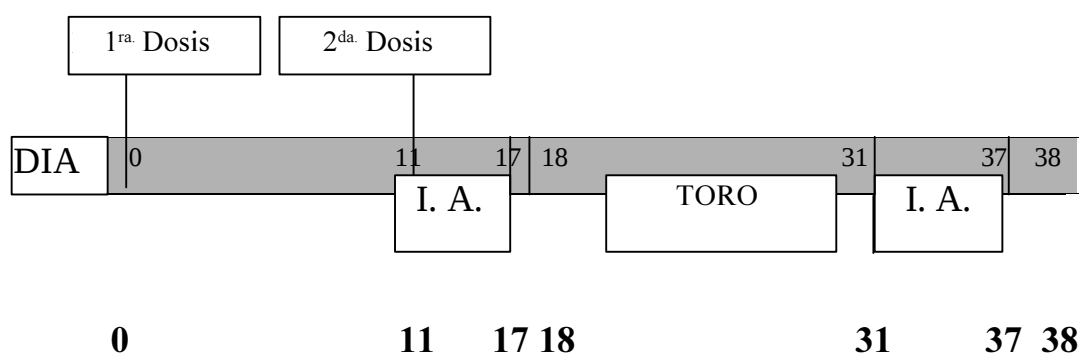


Figura 2. Método I.

Referencias:

- 1ra Dosis- Primera dosis de PGF2 α .
- 2da Dosis- Segunda dosis de PGF2 α .
- I.A.- Inseminación Artificial.
- DIA- Días correspondientes al Método.
- Toro- Uso de servicio natural en ese periodo.

que poniendo vientres androgeneizados entre la aplicación de los dos dosis de la hormona se mejoraba los celos y su fertilidad. También los toros podrían tener un efecto bioestimulador sobre vientres en anestro prepuberal superficial (Rodríguez Blanquet, 2002). Adicionalmente, entre los días 17 y 30 sería conveniente introducir toros al rodeo para no perder ningún celo, ya que pueden aparecer vientres en celo luego de los 6 días y/o mejorar los índices de preñez en el repaso (Bolaños *et al.*, 1998). Los vientres que se encontraban entre los días 5-9 del ciclo estral que no mostraron celo por efecto de la primera dosis de PGF2 α , lo mostrarán igualmente en el primer período de inseminación artificial (I.A.) por estar entre los días 16 (5+11) y 20 (9+11) a la segunda dosis de PGF2 α . En la mañana, antes de aplicar la 2 $^{\circ}$ dosis de la hormona es conveniente determinar celo ya que los vientres que a la primera dosis estarían en el día 9 del ciclo estral (9+11=20) podrían manifestarlo. El trabajo real de inseminación artificial es de 13 días con un período de servicio de 26.5 días. En otros términos, se observan dos celos en un período de 26.5 días lo que normalmente se producirían en un período de 40-43 días.

El problema principal de este método es que gran parte de los animales (56.5%) se encontrarían entre los días 7 al 9 del ciclo estral, al dar la segunda inyección teniendo una

menor respuesta en porcentaje de celos y posiblemente en fertilidad. Aún no se han determinado las causas exactas de esta menor respuesta a los celos (Wiltbank *et al.*, 1995).

Este protocolo ha presentado bajos resultados reproductivos en algunos trabajos (Burffening *et al.*, 1978; Rodríguez Blanquet *et al.*, 1995a). Más investigación es requerida para decidir si se puede seguir recomendando este método.

Método II

Este es el método más usado comercialmente y consiste en detectar celo e inseminar en forma convencional por 5 días. Al 5 $^{\circ}$ día (día 0 = día de comienzo de la I.A.), los animales que no fueron inseminados hasta el momento se inyectan con una dosis luteolítica de PGF2 α y se continúa la inseminación hasta el día 11. La introducción de machos del día 11 al 19 es recomendable por las mismas razones explicadas en el método anterior. Los días 12 y 32 de mañana se inseminan los animales detectados en celo en los días 11 y 31 de tarde respectivamente. (Fig.3). Con este método, el trabajo de inseminación artificial es de 23 días con un período de servicio de 31.5 días para cubrir dos celos.

Este método presenta la ventaja de dar una sola inyección solamente al 75% del rodeo si éste está ciclando nor-

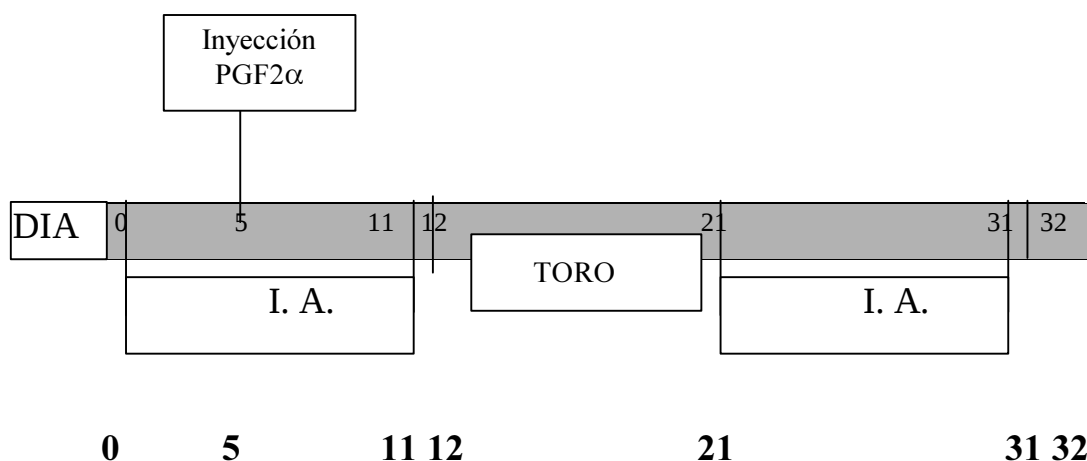


Figura 3. Método II.

Referencias:

- Inyección PGF2 α - Unica dosis de PGF2 α .
- I.A.- Inseminación Artificial.
- DIA- Días correspondientes al Método.
- Toro- Uso de servicio natural en ese período.

malmente (Fig.1; b-e). A su vez, con la detección de celo los 5 días previos a la única inyección, se podría tener una idea aproximada de cómo está ciclando el rodeo. Si el rodeo está ciclando normalmente y el celo es correctamente detectado (cosa que difícilmente se logra) se debería detectar en celo en esos 5 días alrededor de un 25% de las hembras (4-5 % de hembras en celo por día).

Los inconvenientes que presenta este método son un mayor número de días de trabajo (9) que en el Método I y que al dar la inyección de la hormona, un 25% de los animales se encuentra en diestro temprano (Fig.1; b-c) con lo cual aproximadamente un 8.5% de las hembras no presentarán celo en los 6 días siguientes. Esto permite obtener un valor teórico de 88% (66.5/75) de celos en los 6 días siguientes a la aplicación de la dosis luteolítica. Rodríguez Blanquet *et al.* (1992) obtuvieron un valor real del 86% utilizando este método en 344 vaquillonas Hereford que mostraron un 4.2 % de celo diario previo a la inyección de PGF2 α .

Chalkling (1995) mostró que se obtenían valores muy bajos en el porcentaje de celos en los días 5, 6 y 7 (día 0= comienzo de la I.A.) en vaquillonas Hereford. El porcentaje de celos se incrementó rápidamente entre los días 8 a 10, manteniéndose relativamente constante entre los días 10 a 15 con valores superiores al 90%.

La información proporcionada hasta ahora nos está sugiriendo que sería más conveniente administrar la dosis luteolítica de PGF2 α el día 7 en lugar del día 5. El inconveniente con esta estrategia sería que este método se alargaría en 4 días si se insemina el segundo celo.

Método III

Este método consiste en la detección del cuerpo lúteo por palpación rectal. Una vez detectados los animales con cuerpo lúteo se inyectan con la hormona y se inseminan convencionalmente (a celo detectado) por espacio de 6 días.

Esta técnica debe ser realizada por un técnico de amplia experiencia, ya que es muy común confundir el cuerpo lúteo con otras estructuras ováricas o simplemente no detectarlo.

Boyd *et al.* (1979); Watson y Munro (1980); Mortimer *et al.* (1983) y Ott *et al.* (1986) informaron que la exactitud de la detección del cuerpo lúteo varía entre 72-78%.

Ott *et al.* (1986) señalaron dos tipos de errores. El primero, que 1 de cada 5 vacas seleccionadas para aplicarle PGF2 α no tendría que haberse inyectado. El segundo, que 1 de cada 3 vientres no seleccionados tendría que haber sido tratado con PGF2 α por presentar cuerpo lúteo.

La mayor parte de los pocos estudios realizados, demuestran que la técnica de palpación rectal de cuerpo lúteo para asignar los animales a un tratamiento de PGF2 α no sería la más aconsejable por los errores que se producen y por no poder diferenciar cuerpos luteos "jóvenes" (días 5-9) y "viejos" (día 10-18). El uso de ecografía podría mejorar la detección del cuerpo lúteo, pero no diferenciaría entre esos dos tipos de cuerpos lúteos.

Si se pudieran determinar exactamente todos los cuerpos lúteos y todos los celos en un rodeo ciclando normalmente solo obtendrían un 66.5% (75%-8.5%) de los mismos en los 6 días siguientes a la aplicación de la hormona. Habría un 8.5% correspondientes a vientres que estarían en diestro temprano que no presentarían celo. Al sexto día se podría aplicar la hormona al resto de los vientres (33.5%). Este porcentaje está formado por el 8.5% que no mostró celo en los primeros 6 días (por estar en diestro temprano y que estarán en diestro tardío 6 días más tarde) y por un 25% de vientres que estaban en estro y metaestro. Luego de los 6 días estarían en diestro temprano (Fig. 1;b-c). Este grupo de animales, como ya fue dicho, mostrará celo solo el 66% (16.5%). Así, teóricamente, solo mostrará celo el 25% (8.5+16.5) del 33.5% inyectado con la hormona. Esto podría mejorarse pasando de 6 a 10 días la segunda dosis, evitando de esta manera la aplicación de PGF2 α en diestro temprano. La determinación de cuerpo lúteo por palpación rectal tiene normalmente baja exactitud, por lo que es de suponer que en la práctica se obtengan valores mucho menores de celos observables.

Este método es de una duración igual al Método II, si no damos una segunda dosis de la hormona.

Método IV

Este método trata de salvar todos los inconvenientes que presentan los métodos descritos anteriormente y está basado en que la aplicación de PGF2 α se da cuando todos los vientres se encuentran en diestro tardío. Con la aplicación de la hormona en este período se obtendrá un mayor porcentaje de celos, posiblemente mejor fertilidad y se podría realizar con dosis mucho menores a la comercial. Presenta la desventaja, como todo método de doble inyección, que hay que estar seguro que los vientres están ciclando y/o que no estén preñados. Esta hormona es abortiva en la mayor parte del período de gestación en los bovinos.

Para poder realizar este método se aplican 2 inyecciones consecutivas con intervalos de 14 días. La elección de un intervalo de 14 días se basa en que el número mayor de celos y ovulaciones se da hasta el 4º día luego de aplicada la primera dosis luteolítica de PGF2 α . Esto conduce a que

esos vientres estén en diestro tardío a la segunda inyección. Este intervalo haría que algunos vientres que a la primera inyección se encuentren en los días 7 a 9 del ciclo estral no respondan a esa aplicación de PGF2 α . Estos vientres manifestarán celo natural desde 3 días antes de la segunda dosis de PGF2 α . Por eso hay que comenzar la I.A. 3 días antes de la segunda dosis de PGF2 α . Otra alternativa es poner toros durante esos 3 días. Los vientres preñados en ese período no abortarían al aplicar la segunda dosis de PGF2 α (Britt *et al.*, 1979).

En este método (Fig. 4) se da la primera inyección el día cero y se comienza a inseminar en forma convencional desde el día 11, en el caso que se quiera inseminar y no realizar servicio natural los 3 días previos a la segunda dosis de PGF2 α . Luego se aplica la segunda inyección el día 14 y se continúa inseminando hasta el día 20. Entre los días 21 y 31 también es recomendable introducir toros al rodeo. En los días 21 y 41 de mañana se inseminan los animales detectados en celo en los días 20 ó 21 y 40 ó 41 de tarde respectivamente. El retorno comienza 20 días luego de haber comenzado la I.A. (día 31 ó 34 dependiendo si se inseminó o se realizó servicio natural los 3 primeros días).

Con este método se realiza el trabajo en 19 días con un período de servicio de 29.5 días (11 a 40.5), si se realiza todo el protocolo usando I.A.. Si se realiza con toros los 3 primeros días, el período de trabajo sería igual al Método II.

USO DE DOSIS REDUCIDAS, RUTAS DE APLICACIÓN Y DIFERENTES ANÁLOGOS DE LA PGF2 α

El valor económico de los distintos productos hormonales en el mercado mundial es relativamente alto, variando entre U\$S 2 a 3. Sería muy interesante si se pudiera reducir la dosis recomendada por el Laboratorio y a la vez obtener los mismos resultados reproductivos (porcentaje de celos y fertilidad de los mismos) que con la dosis completa. Esto sería de particular importancia económica en los métodos en que se usa doble dosis de la hormona.

Los trabajos revisados han obtenido similares resultados reproductivos usando dosis menores a la comercial y con distintos análogos de la hormona (Marcas Comerciales) (Alberio *et al.*, 1985, Chauhan *et al.*, 1986, Plata *et al.*, 1989, Alvarez *et al.*, 1991, Rodríguez Blanquet *et al.*, 1992 y Rodríguez Blanquet *et al.*, 1994a).

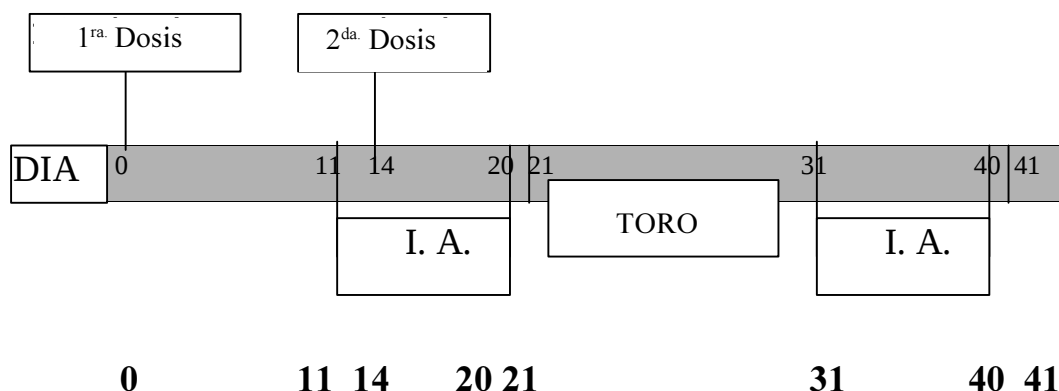


Figura 4. Método IV.

Referencias:

- 1ra Dosis- Primera dosis de PGF2 α .
- 2da Dosis- Segunda dosis de PGF2 α .
- I.A.- Inseminación Artificial.
- DIA- Días correspondientes al Método.
- Toro- Uso de servicio natural en ese período.

El efecto de la dosis reducida varía según en la categoría que se aplique. En vacas produciendo leche (Holstein) se han obtenido similares resultados con la dosis comercial y con la mitad de la misma (García-Winder y Gallegos, 1991). En vaquillonas hay resultados contradictorios. Chauhan *et al.* (1986), Plata *et al.* (1989), Alvarez *et al.* (1991). Rodríguez Blanquet *et al.* (1992); (1994a) obtuvieron similares resultados aplicando dosis comerciales y un cuarto de la misma con diferentes análogos de la PGF2 α . Rodríguez Blanquet *et al.* (1988); Rodríguez Blanquet *et al.* (1994a) también obtuvieron los mismos resultados reproductivos evaluados por ellos en vacas secas, determinando fertilidad como porcentaje de no retorno. Alberio *et al.* (1985) en vaquillonas, encontraron que solo fue efectiva la mitad de la dosis del análogo usado por ellos. Las variaciones de peso vivo antes de aplicar la hormona podrían estar determinando el resultado reproductivo de dosis menores a la comercial.

No se ha encontrado diferencia entre aplicaciones de PGF2 α en forma intramuscular o mucosa vaginal (Alberio *et al.*, 1985, Alvarez *et al.*, 1991, Rodríguez Blanquet *et al.*, 1992).

Por último, la información científica sobre la efectividad de los distintos análogos que hay disponibles en el comercio es escasa. Turner *et al.* (1987) y Plata *et al.* (1990) son los únicos trabajos encontrados por nosotros que

comparan distintos tipos de análogos de la PGF2 α , no encontrando diferencias en las variables reproductivas estudiadas por ellos, utilizando dosis comerciales.

EVALUACIÓN BIOLÓGICA COMPARATIVA DE DISTINTOS MÉTODOS DE USO DE PGF2 α .

Rodríguez Blanquet *et al.* (2001) realizaron una evaluación comparativa de los porcentajes de celos y fertilidad de los mismos (medidos como porcentaje de no retorno en 6 días) después de aplicar los Métodos I, II y IV (Cuadro I). El estudio se realizó en vaquillonas y vacas secas en 4 establecimientos cooperadores y en todos los casos se usó ¼ de la dosis comercial de un análogo sintético (Delprostenate. Laboratorio Universal).

Las variables reproductivas se analizaron de dos formas. En el Análisis 1 (A1), el porcentaje de celos fue el cociente entre el número de vientres detectados en celo en 11 días (Método I) del trabajo y 6 días (Método II y IV) del trabajo sobre el total de animales en cada tratamiento.

El porcentaje de no retorno correspondió a los vientres que no mostraron celo en el repaso sobre los que habían mostrado celo en la primera inseminación. Esta variable fue tomada hasta el día 31 (Método II) y 26 (Método I y IV) de comenzada la inseminación artificial.

Cuadro 1. Porcentaje de celos y porcentajes de no retorno para distintos tratamientos.

Experimento	I		II		III		IV	
Análisis	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Método I	79c	79b	81b	84b	50	50	77ac	78ac
Método II	100a	100a	48a	48a	67	67	66a	66a
Método IV	88c	100a	85b	86b	62	62	91c	95c

Método I: Se inyecta PGF2 α con diferencia de 11 días, comenzando la inseminación artificial luego de la segunda inyección.

Método II: El Método II se detecta celo y se insemina por la regla A.M./P.M. por espacio de 4 días y al quinto (día 0= comienzo de la I.A.) se inyecta una dosis luteolítica de PGF2 α siguiendo la I.A. convencional en los siguientes 6 días.

Método IV: Se inyecta PGF2 α con diferencia de 11 días, comenzando la inseminación artificial 3 días antes o luego de la segunda inyección según corresponda.

A1: cociente entre el número de vientres detectados en celo en 11 días (Método I) del trabajo y 6 días (Método II y IV) del trabajo sobre el total de animales en cada tratamiento. El porcentaje de no retorno correspondió a los vientres que no mostraron celo en el repaso sobre los que habían mostrado celo en la primera inseminación. Esta variable fue tomada hasta el día 31 (Método II) y 26 (Método I y IV) de comenzada la inseminación artificial.

A2: incluye en el Método IV, los 3 días previos a la segunda dosis de PGF2 α . El porcentaje de no retorno se midió de la misma forma que el Análisis 1 pero por 9 días.

Valores en la columnas seguidas por distinta letra difieren significativamente entre sí. **a,b:** P<0.02; **a,c:** P<0.10.

En el Análisis 2 (A2) el porcentaje de celos incluye en el Método IV, los 3 días previos a la segunda dosis de PGF2α. El porcentaje de no retorno se midió de la misma forma que el Análisis 1 pero por 9 días.

Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las categorías usadas (vaquillonas y vacas secas).

Estos resultados muestran que con el Método IV, cuando se evalúan los 3 días previos a la segunda dosis de PGF2α, se obtienen similares o superiores resultados en porcentaje de celos que con los otros dos tratamientos de uso de la PGF2α. No se obtuvieron diferencias en fertilidad entre los tres protocolos evaluados (P>0.10).

Selk *et al.*, (1988) y Rodríguez Blanquet y Chiarino (1994) no obtuvieron diferencias significativas entre los Métodos I y IV en porcentaje de celos como en fertilidad (medida como porcentaje de no retorno) cuando se inseminan solamente luego de la segunda dosis. Por otro lado, Rodríguez Blanquet *et al.*, (1995 b) inseminando los 3 días previos a la segunda dosis de la hormona obtuvieron mayor porcentaje de celos en el Método IV que en el Método I (100% vs 79%) (P< 0.05) pero similar fertilidad. Folman y col. (1990), en bovinos para leche, obtuvieron más porcentaje de concepción en vacas tratadas con el método de 14 días que las tratadas con el intervalo de 11 días.

Rodríguez Blanquet *et al.* (1995a) compararon los Métodos I y IV del presente artículo usando ¼ de la dosis comercial (Delprostenate, Laboratorio Universal). Los resultados obtenidos por los autores confirman lo ya descripto anteriormente. El grupo de vacas en que se usó el Método IV manifestó mayor porcentaje de celos que el Met. I (86% vs 50%) (P=0.02). La fertilidad de esos celos fue similar en ambos métodos (P>0.10). En este trabajo no se inseminó los 3 días previos a la segunda dosis, lo que

podría haber producido una diferencia mayor del Método IV con respecto al I. Los días desde la fecha de inseminación hasta el día de parto no fueron diferentes (P>0.05) pero sí sus desviaciones estándar (5.6 vs 15.7) (P= 0.002). Esto nos puede estar sugiriendo que el Met. IV presentó mayor fertilidad de los celos en los primeros 6 días que el Met. I

Estos resultados están mostrando que podría haber diferencias en porcentaje de celos y fertilidad de los mismos entre los métodos evaluados. Para tener resultados contundentes sería necesario evaluar más estrictamente la fertilidad al primer servicio (diagnóstico de preñez por ecografía a los 30 días del servicio o determinación de concentración de progesterona el día 24 luego del último servicio) como también los kilos de ternero producidos a fecha fija dentro de cada método. Esto requiere más investigación.

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE DIFERENTES MÉTODOS DE SERVICIO

Guerra *et al.* (datos no publicados) realizaron un análisis de costos de 4 diferentes protocolos de servicio para bovinos (Cuadros 2 y 3). El programa utilizado permitió la combinación de diferentes variables y la comparación de los costos y de los márgenes brutos de los distintos protocolos de I.A. entre ellos y contra el servicio natural.

Los protocolos comparados fueron: servicio natural, I.A. convencional y dos métodos de I.A. sincronizada usando PGFα (Métodos II y IV en este trabajo).

Para determinar los costos por vientre en servicio natural se consideró el valor de compra (US\$ 800, 1100 y 1500), amortización, mantenimiento, sanidad y costos de oportunidad de los toros. En I.A. se tomó como variables el tamaño del rodeo (100, 300, 500 y 1000 vientres) y el precio del

Cuadro 2. Resumen de los costos de diferentes formas de servicios natural para bovinos (1).

Valor del Toro (U\$S)						
% de entore	800		1100		1500	
	3%	4%	3%	4%	3%	4%
U\$S/vientre	7.00	9.2	9.3	12.3	12.4	16.4
%(1)	100	131	133	176	177	234

Cuadro 3. Resumen de los costos en 3 tipos de servicios artificiales para bovinos (1).

<i>Nº de vientres /rodeo</i> <i>Precio del semen</i>	100			300			500			1000		
	3	5	10	3	5	10	3	5	10	3	5	10
<i>I. A. Convencional</i>												
U\$S/vientre	19.6	22.2	28.7	9.3	11.9	18.4	7.3	9.9	16.4	7.1	9.7	16.2
% (1)	280	317	410	132	170	263	104	141	234	101	138	231
<i>Método II</i>												
U\$S/vientre	12.5	15.1	21.6	7.6	10.2	16.7	6.5	9.1	15.6	5.8	8.4	14.9
% (1)	178	216	308	108	146	238	93	130	223	83	120	213
<i>Método IV</i>												
U\$S/vientre	12.0	14.6	21.1	8.1	10.7	17.1	7.1	9.7	16.2	6.5	9.1	15.6
% (1)	171	208	301	116	153	244	101	138	231	93	130	223

% (1): todos los valores se compararon con respecto a realizar servicio natural al 3% con un valor del toro de U\$S 800 (100%)(U\$S 7).

semen (U\$S 3, 5 y 10). Se asumió que los toros se utilizarían por 4 años y que se venderían a un peso de 800 kg. Se usó como base del análisis el costo por vaca en servicio natural a un precio del toro de U\$S 800 y a un porcentaje de entore del 3% (100%) (U\$S 7) (Cuadro 2). Todas las comparaciones se realizaron tomando en cuenta el valor citado (Cuadro 3).

La conclusión más general luego de observar el Cuadro 2, es que el costo por vientre es casi siempre menor al usar Servicio Natural, salvo en las I.A. sincronizadas con alto número de vientres por rodeo y semen con un valor de U\$S 3. Esto puede ser una de las razones de porque éste es el método de servicio más usado en bovinos de carne en todo el mundo.

Otra conclusión importante es que las inseminaciones sincronizadas son siempre menos costosas que las inseminaciones convencionales. El mayor costo de las inseminaciones convencionales está dado fundamentalmente por los jornales de los inseminadores. Estos variaron entre el 22 al 82% del costo total del trabajo de I.A. dependiendo del protocolo y del número de animales usados. A menor número de vacas inseminadas, el jornal del inseminador era un porcentaje mayor del costo total de esta biotecnología. Por lo tanto, una de las formas de ha-

cer competitiva económicamente la inseminación artificial es que el propio responsable del establecimiento rural sea el inseminador. Cuando comparamos los dos protocolos que usan PGF2 α entre sí, se observa que a bajo número de animales (100) el método de doble dosis con diferencia de 14 días es más económico que el otro. Pero esta relación se invierte a mayor número de vientres. Pero para realizar correctamente un análisis económico hay que evaluar también los kilos de terneros producidos por cada método. Esto no se realizó en este análisis.

Dentro de los métodos en que se realiza I.A., aquellos que utilizan la sincronización de celos van a producir más kilos de terneros destetados por vaca servida que la I.A. sin celos sincronizados (Spitzer *et al.*, 1975). No es el objetivo de esta revisión realizar una comparación entre servicio natural e I.A. debido a la diversidad de factores que afectan a uno y otro sistema. Lo que sí se puede decir que es posible obtener resultados reproductivos similares entre servicio natural e I.A. sincronizada.

Otras ventajas de la I.A. con celos sincronizados son que se tendrían que comprar y mantener menos toros, que se trabajaría menos que en las I.A. convencionales poniendo más atención en la determinación de los celos y posiblemente realizándose mejor ese trabajo, se obtendrían

grupos de terneros más parejos y con mayor pesos al destete que en otros sistemas de servicio y se mejoraría la producción futura en los vientres por adelantar la fecha de parto.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha presentado las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos de aplicación de PGF2 α . El Método I podría tener resultados menores o similares en porcentaje de celos y concepciones al Método II y IV dependiendo de cómo se distribuyan los vientres a la primera inyección de PGF2 α en el ciclo estral.

El Método II permite determinar la proporción de vientres que estarían ciclando normalmente antes de aplicar la hormona, lo cual hace muy interesante su aplicación. Este método podría ser mejorado biológicamente si la única dosis de PGF2 α se inyectase el día 7 y no el 5 de comenzada la I.A. (día 0= comienzo de la I.A.).

El Método III podría tener aplicación en algunas circunstancias especiales pero se debe tener presente que es impreciso en la determinación del cuerpo luteo. Esto sería la razón por la cual no se obtienen con este método una mejor sincronización que con la obtenida con los otros métodos explicados.

El Método IV parecería tener resultados iguales o superiores a los otros métodos cuando el servicio (natural o artificial) comienza 3 días antes de la segunda dosis de la hormona. Un punto importante es que el Método IV se podría realizar a dosis menores de las que aceptan los otros protocolos.

Se requiere más investigación para determinar cual de los métodos son más productivos (kilos de ternero destetado por vaca expuesta) en ese año así como por el resto de su vida. Esto permitiría realizar un análisis económico más completo que el realizado por Guerra et al., (datos no publicados). El uso de uno u otro protocolo o combinación de alguno de ellos dependerá de la evaluación biológica y/o económica que realice cada técnico actuante

Agradecimientos

A los Ing. Agr. C. Gari y F. Guerra por los diagramas de los diferentes protocolos de uso de PGF2 α .

A los Revisores y al Editor quienes mejoraron notoriamente la primera versión de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERIO, R.; H. BUTTLER; G. SHIERSMANN, TORTONESE, S.; TORQUATI, O. 1985. Luteólisis inducida por un agente luteolítico en dosis reducida. *Producción Animal (Argentina)* 5 (7-8) : 467-472.
- ALVAREZ, R.H.; C. MEIRELLES; G.M. AMBROSANO; J. OLIVERA and J.R. POZZI 1991. The use of lower doses of the prostaglandin analogue, cloprostenol, for estrus synchronization in heifers. *Anim. Rep. Sci.* 25:93-96.
- BERARINELLI, J.G. and R. ADAIR 1989. Effect of prostaglandin F2 α dosage and stage of estrous cycle on the estrous response and corpus luteum function in beef heifers. *Theriogenology* 32 : 301-314.
- BOLAÑOS, J. M.; M. FORSBERG; H. KINDAHL and H. RODRÍGUEZ MARTINEZ 1998. Bioestimulatory effects of estrous cows and bulls on resumption of ovarian activity in postpartum anestrous zebu (*Bos Indicus*) cows in the humid tropics. *Theriogenology* 49: 629-634.
- BOYD, H. and C.D. MUNRO 1979. Progesterone assays and rectal palpation in pre-service management of a dairy herd. *Vet. Rec* 104: 341-345.
- BRITT, J. 1979. Prospects for controlling reproductive processes in cattle and swine from recent findings in reproduction. *J. Dairy Sci.* 62:651-659.
- BURFENING P.J.; D.C. ANDERSON; R. A. KINKIE; J. WILLIAMS and R.E. FRIEDICH 1978. Synchronization of estrus with PGF2 α in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 47:999-1003.
- BURRIS M.J. and B.M. PRIODE 1958. Effect of calving date on subsequent calving performance. *J. Anim. Sci.* 17: 527-533.
- CHALKLING, D. 1995. Efecto de la etapa del diestro y dosis de prostaglandina F2 α sobre la sincronización y fertilidad de los celos en vaquillonas Hereford. Tesis N° 2390. Facultad de Agronomía. Universidad de la República.
- CHAUMAN, F.S.; F.MGONGO; B. KESSY and S. GOMBE 1986. Effects of intravulvo-submucosal clopostrenol injections on hormonal profiles and fertility in subestrus cattle. *Theriogenology* 26:69-75.
- CHENOWETH, P. and P.E. LENNON 1982. Natural breeding trials in beef cattle employing oestrus synchronization and biostimulation. *Anim. Prod. in Australia* Vol 15: 293-299.
- DUNN, T.G. and C.C. KALTENBACH 1980. Nutrition and the postpartum interval of the sow, sheep and cow. *J. Anim. Sci.* 51 (Suppl.II): 29-39.
- FIGUEROA, M.R.; J.W. FUQUAY and S.N. SHIPLEY 1988. Synchronization of estrus in early diestral dairy heifers

- with Prostaglandin F2 α and Estradiol Benzoate. *Theriogenology* 30:1093-1097.
- FOLMAN, Y.; M. KAIM and M. ROSEMBERG 1990. Comparisson of Methods for the synchronization of estrus cycles in dairy cows. 2) Effects of progesterone and parity on conception. *J. Dairy Sci.* 73: 2817-2823.
- GARCIA PALOMA, J.A.; R. ALBERIO; M.C. MIQUEL; M.O.GRANDONA; J. CARRILLO and G. SCHIERSMANN 1992. Effect of calving date on lifetime productivity of cows in a winter-calving Aberdeen Angus herd. *Anim. Prod.* 55:177-204.
- GARCIA WINDER, M and J. GALLEGOS SANCHEZ 1991. Estrus synchronization in Holstein cows using reduced doses of prostaglandin F2 α . *Theriogenology* 36: 191-199
- JACKSON.P.S.; C.T. JOHNSON; B. FURR and J.F. BEATTIE 1979. Influence of stage of estrus cycle on time of oestrus following clopostrenol treatment in the bovine. *Theriogenology* 12: 153-157.
- KING, M.E.; G.H. KIRACOFE; J.S. STEVENSON and R.R. SCHELLES 1982. Effect of stage of the estrous cycle on interval to estrous after PGF2 α in beef cattle. *Theriogenology* 18 : 191-200.
- KIRACOFE, G; L.E. KEAY and K.G. ODDE 1985. Synchronization of estrus in cycle beef heifers with prostaglandin analog alfaprostol. *Theriogenology* 24: 737-745
- LARSON L.L. and P.J. BALL 1992. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: A Review. *Theriogenology* 38: 255-267.
- LAUDERDALE, J.W. 1972. Effects of PGF2 α on pregnancy and estrous of cattle. *J. Anim. Sci.* 35: 246-250.
- LESMEISTER, J. L.; P.J. BURFENING and R.L. BLACKWELL 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36:1-6.
- LOUCA, A and R. LEGATES 1968. Production losses in dairy cattle to days open. *J. Dairy Sci.* 51: 573-580.
- MACMILLAN, K. and R. HENDERSON 1984. Analysis of the variation in the interval from an inyection of prostaglandin F2 α to estrus as a method of studying patterns of follicle development during dioestrus in dairy cows. *Anim. Rep. Sci.* 6: 245-254.
- MESTRE, G; J.B. RODRIGUEZ BLANQUET; G.BELLO y D.LABUONORA 1991. Efecto del estado corporal sobre la actividad reproductiva de un rodeo Hereford. I) Efecto sobre la posibilidad de parición de 2 años. 2º Jornada Técnica de Facultad de Veterinaria. 14-16 de Noviembre. Universidad de la República. Pp 71.
- MORTIMER.C.; J.D. OLSON and F.M. HUFFMAN 1983. Serum progesterone concentration at normal pospartum dairy cows. *Theriogenology* 19: 647-655.
- ODDE, K.G.; D. G. LeFEVER; H. S. MAUK and R.E. TAYLOR 1987. Calving distribution of estrus synchronized beef cows .CSU. Beef Program Rep. pp 89-90. Fort Collins.
- ODDE, K.G. 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. *J. Anim. Sci.* 68 : 817-830.
- OTT, R. S.; K.N. BRETELAFF and J.E. HIXON 1986. Comparison of palpable corpora lutea with serum progesterone concentrations in cows. *JAVMA* 188 : 1417-1419.
- PLATA, N.I.; J.C. SPITZER; D.M. HENRICKS; C.E. THOMSON; B.B. PLYRER and T.J. NEWBY 1989. Endocrine, estrus and pregnancy response to varying dosages of luprostiol in beef cows. *Theriogenology* 31: 801-812.
- PLATA, N. I.; J. C. SPITZER;; C.E. THOMSON; D.M. HENRICKS ; M.P. REID and T.J. NEWBY 1990. Synchronization of estrus after treatment with luprostiol in beef cows and in beef and dairy heifers. *Theriogenology* 33: 943-952.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; O. FORNIO; C. PARIETTI; T. REVELLO y L. SALVARREY 1988. Sincronización de celos en vaquillonas y vacas secas con dosis reducidas de PGF2 α . Jornadas Científico Técnicas de Producción Animal de Facultad de Veterinaria. C 22-24. Montevideo. Uruguay
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; O. FORNIO; C. PARIETTI; T. REVELLO y L. SALVARREY 1992. Sincronización de celos en vaquillonas Hereford con dosis reducidas de PGF2 α . *Producción Animal* (Buenos Aires, Argentina), 12 : 437-441.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B. y H. CHIARINO 1994a. Sincronización de celos con dos dosis de PGF2 α en vacas Hereford y vaquillonas Hereford y Holando. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* 2(1): 9-12.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B. y H. CHIARINO 1994b. Comparación de dos métodos para sincronizar celos y concepciones usando PGF2 α . 18º Congreso Argentino de Producción Animal. RF 14 pp 118. Buenos Aires, Argentina. Comunicación.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; F. PEREIRA; J. BURGUEÑO; C. LOPEZ y D. GIMENO 1995a. Evaluación de dos métodos de utilización de PGF2 α para sincronización de ciclos estales en vaquillonas Hereford. XXXII Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Tomo I: 455-457. Brasilia. Brasil.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J. B.; J. BURGUEÑO y R. SEVERINO 1995b. Comparación de 3 métodos de sincronización de ciclos estales usando PGF2 α en vacas secas multíparas. XIV Congreso Latinoamericano de Producción animal. Mar del Plata. Argentina. pp 96-98.

- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B.; J.BURGUEÑO Y D.CHALKING 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. Memorias. Sección Reproducción. pp 219-222. Montevideo. Uruguay.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J. B. ;N. MONTESDEOCA; G. NOYA y J.BURGUEÑO 2001. Evaluación comparativa de 3 métodos de sincronización de ciclos estrales usando PGF2 α en vacas secas múltipara y vaquillonas de carne. XXVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. pp 548-549.
- RODRIGUEZ BLANQUET, J.B 2002. Bioestimulación: Una alternativa para incrementar la productividad del rodeo de cría. Serie de Actividades de Difusión 288. INIA pp 81-97.
- ROWSON, L. E.; R. TERVIT and A. BRAND 1972. The use of prostaglandin for synchronization of estrus in cattle. J. Reprod. Fertil. 29:145(Abst).
- SELK, G.E.; M.S. FINK and C.A. Mc PEAKE 1988. Estrus synchronization of cattle using 11 day or 14 day prostaglandin protocols. Anim. Sci. Res. Rep. Ag. Exp. Sta. Oklahoma State Univ. MP-125 : 34-37.
- SPITZER, J.C.; J.N. WILTBANK and D.G. LeFEVER 1975. Increase beef cow productivity by increasing reproductive performance. Colorado State University. Experiment Station. Fort Collins. General Series 949.
- STEVENSON J.S; M.C. LUCY and E.P. BALL 1984. Failure of timed inseminations and associated luteal function in dairy cattle after two injections of prostaglandin F2 α . Theriogenology 28: 937-946.
- TANABE, T.Y. and R.C. HANN 1984. Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin F2 α I.- Influence of stage of cycle at treatment. J.Anim.Sci. 58: 805-811.
- TURNER, T.B.; G.A. PETERSON; M.H. DAVIS, G.B. WILSON; K.M. IRWIN and J.T. FORRY 1987. Synchronization of estrus in beef cows and heifers with fenprostalene, clopostrenol sodium and prostaglandin F2 α . Theriogenology 28:15-24.
- WATSON E. O. and C. D. MUNRO 1960. A re-assessment of the technique of rectal palpation of corpora lutea in cows. Br. Vet. J. 136: 555-560.
- WATTS, T. L. and J .W. FUQUAY 1985. Respose and fertility of dairy heifers following injection with PGF2 α during early, middle and late diestrus. Theriogenology 23: 655-661.