

**NIVELES DE FERTILIDAD EN HEMBRAS HEREFORD, INSEMINADAS  
ARTIFICIALMENTE Y SINCRONIZADAS CON PROSTAGLANDINA  
F<sub>2</sub>&\*, CON Y SIN GnRH<sup>1</sup>**

**Fertility levels in Hereford females, artificially inseminated and synchronized  
with prostaglandin F<sub>2</sub>&\*, with and without GnRH**

Carlos Pedraza G.<sup>2</sup>, Mario Duchens A.<sup>3</sup> y Walter Von Frey G.<sup>3</sup>

**S U M M A R Y**

A study was conducted to determine fertility levels when prostaglandin F<sub>2</sub>& (PGF<sub>2</sub>&) is used in estrous synchronization followed by artificial insemination (AI) at prefixed time, as well as to determine the effect of some environmental conditions over fertility.

The study was carried out at Hidango Subexperimental Station, VI Region, Chile. Rectal palpation was performed to determine all the cycling females; the cows with 50 to 70 days after calving and heifers over 280 kg of body weight were selected.

Two doses of PGF<sub>2</sub>& with 11 days interval were applied; after this, 4 treatments were established. T1: 25 heifers, with two AI performed at 55 and 72 hours post second dose of PGF<sub>2</sub>&; T2: 25 heifers, with a single AI at 63 hours after the last PGF<sub>2</sub>& administration, and a dose of buserelin intramuscular (IM) at the moment of AI; T3: 25 cows, artificially inseminated 72 and 96 hours after the last PGF<sub>2</sub>& dose; and T4: 25 cows, with a single AI, 72 hours post PGF<sub>2</sub>&, plus a dose of buserelin IM at AI.

For the statistical analysis, the t test and chi square test were carried out separately for the heifers and the cows groups.

The pregnancy levels obtained for T1, T2, T3 and T4 were 28, 32, 44 and 37.5%, respectively. No significant differences were observed between the heifers' groups and the cows' groups ( $P \geq 0.05$ ).

In all the treatments the pregnant females showed greater body weight than the nonpregnant ones, but this difference was significant ( $P \leq 0.05$ ) only in T2. The pregnancy rates for the females which presented estrous after the second PGF<sub>2</sub>& administration were 48 and 47% for heifers and cows, respectively, and for those females which didn't present estrous, were 0 and 23% respectively.

Significant improvements in fertility could be achieved by controlling management factors such as estrous detection and assuring a good overall condition at synchronization.

In this experiment, the use of bulls following insemination, raised the females' fertility level to 95.7%.

**INTRODUCCION**

En los sistemas de producción de carne, el factor que más afecta la eficiencia biológica y por lo tanto la rentabilidad, es la fertilidad. Los mejores indicadores de la eficiencia reproductiva son el peso y el porcentaje

<sup>1</sup> Recepción de originales: 12 de mayo de 1987.

<sup>2</sup> Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, U. de Chile, Casilla 49, Correo 15, Santiago, Chile.

\* & =  $\alpha$  (por dificultad de composición).

de los terneros destetados respecto a las hembras encastadas (Dziuk y Bellows, 1983). Un valor inferior a 100% indica que han ocurrido pérdidas de terneros en alguna etapa del ciclo de producción. La mayor proporción de estas pérdidas corresponde a hembras sin preñar al final de la estación de encaste. Para Chile, un estudio de FAO (1981) entrega un promedio de fertilidad al destete de 67,5%.

En los últimos años, se han efectuado notables avances en el campo de la biología de la reproducción, profundizando en el conocimiento de los mecanismos que rigen la actividad reproductiva en los animales domésticos, lo que ha significado contar con técnicas que facilitan el manejo y han permitido mejoras en el rendimiento reproductivo. Dentro de las biotecnologías más utilizadas, se encuentra la sincronización de celos, debido a que permite acortar la temporada de encaste y partos y principalmente porque facilita el uso masivo de la inseminación artificial (IA), ya que simplifica o evita la detección de celos. Considerando que en Chile la cobertura de la inseminación artificial en bovinos de carne es mínima, podría pensarse en una mayor aplicación de este recurso, a través de la sincronización de celos.

Los niveles de fertilidad obtenidos en los diferentes esquemas de sincronización de celos e IA varían ampliamente (Kraemer, Massey y Menzies, 1980; Fogwell y otros, 1986), informándose en numerosos casos una fertilidad inferior a la de controles no sincronizados e inseminados de acuerdo a la presentación del celo. Sin embargo, la fertilidad a la IA en un celo sincronizado depende de una gran variedad de factores ambientales, que al no ser considerados adecuadamente por el usuario, han influido negativamente en la eficiencia de esta técnica.

Normalmente, se logra una mejor fertilidad en hembras en buen estado nutritivo (Troxel y otros, 1983) y reproductivo (Fogwell y otros, 1986). La IA según presentación de celo, parece ser más recomendable (Macmillan, 1983), pero complica el manejo, ya que requiere más tiempo y personal que la IA a tiempo predeterminado. Se ha utilizado la hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH) para disminuir la dispersión que se produce en la ovulación (Coulson y otros, 1980) y así permitir la inseminación a tiempo predeterminado.

En el presente estudio se utiliza prostaglandina F<sub>2α</sub> y GnRH para sincronizar el celo en un grupo de vaquillas y vacas Hereford, con el fin de utilizar diferentes esquemas de IA y medir la fertilidad obtenida, así como determinar la influencia de otros factores sobre esta fertilidad.

## MATERIALES Y METODOS

La experiencia se desarrolló en la Subestación Experimental Hidango (INIA), comuna de Litueche, VI Región, durante la primavera de 1981.

Se utilizó hembras de la raza Hereford, mantenidas en pastoreo de praderas constituidas, básicamente, por *Trifolium subterraneum* y *Phalaris aquatica*. Previo al inicio del estudio, los animales se sometieron a examen clínico reproductivo, para determinar funcionalidad ovárica y para detectar alteraciones en el puerperio de las vacas. Además, a las vacas se les exigió un período de postparto de 50 a 70 días. Todos los animales se pesaron, asignándose al grupo experimental vacas con un peso promedio de 417 ± 53 kg y vaquillas, con 323 ± 22 kg.

Se eligieron 50 vacas y 50 vaquillas, para ser incluidas aleatoriamente a los grupos experimentales. En cada tratamiento, se sincronizó el celo mediante la administración por vía intramuscular de dos inyecciones de 0,75 mg de tiaprost (Iilirén), un análogo sintético de la prostaglandina F<sub>2α</sub>, en dosis de 5 ml del fármaco, separadas por 11 días. Con posterioridad, se constituyeron los siguientes tratamientos:

- T1: 25 vaquillas, inseminadas a tiempo predeterminado, a las 55 y 72 hr después de la segunda dosis de prostaglandina.
- T2: 25 vaquillas, inseminadas una vez, a las 63 hr después de la segunda inyección de prostaglandina. Al momento de la IA, se suministró por vía intramuscular 0,01 mg de buserrelina, análogo sintético de la GnRH (Conceptal, 2,5 ml).
- T3: 25 vacas, que fueron inseminadas a tiempo predeterminado a las 72 y 96 hr posteriores a la segunda inyección de prostaglandina.
- T4: 25 vacas, inseminadas una vez, a las 72 hr después de la segunda dosis de prostaglandina. Al momento de inseminar, se aplicó la GnRH en igual dosis que T2.

A continuación de la segunda dosis de prostaglandina, los animales permanecieron en corrales de confinamiento, donde se realizó la observación de celos diariamente, desde las 8 a las 19 hr, hasta la finalización de las IA. Se consideró que una hembra estaba en celo, cuando se dejaba montar por otra.

Todos los animales fueron inseminados con dos toros Hereford, que se distribuyeron homogéneamente en los cuatro tratamientos. A fin de evitar posibles diferencias en la fertilidad por este concepto, el semen congelado se sometió a pruebas de movilidad progresiva y termoresistencia, constantándose su adecuada fertilidad potencial.

Quince días después de finalizadas las IA, se introdujo un toro de la raza Holstein Friesian, permaneciendo con el hato por un período de 60 días.

Cuatro meses después de las IA, se palparon todos los animales para detectar preñez. Sin embargo, el resultado definitivo se consideró al parto, al constatar el color de la cría y la fecha de éste. Fue eliminada del ensayo una vaca preñada correspondiente a T4, por muerte accidental, quedando entonces dicho grupo con 24 animales.

El análisis de las variables peso corporal y tiempo transcurrido desde la segunda dosis de prostaglandina hasta el inicio del celo, se realizó a través de la prueba de t y la fertilidad, por la prueba de Chi-cuadrado. Los análisis estadísticos se efectuaron separadamente para vaquillas y vacas, no estableciéndose comparaciones entre los cuatro tratamientos en conjunto.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Con la aplicación de prostaglandina, el 64 y 60% de las vaquillas y el 72 y 75% de las vacas, respectivamente, fueron detectadas en celo (Cuadro 1). Los valores para vaquillas son coincidentes con los encontrados por Graves y otros (1985), donde un 57% de ellas presentó el celo 64 hr después de la última aplicación de la prostaglandina. En vacas, el resultado difiere de valores informados en la literatura; así, Will (1979) constató que sólo el 43% de las hembras había entrado en celo hasta las 70 hr, mientras que Hafs, Manns y Drew (1975) informaron de un 40% de hembras en celo hasta las 72 hr.

En relación al tiempo requerido para que las vaquillas iniciaran su celo, existe coincidencia con valores citados en la literatura; así por ejemplo, Burfening y otros (1978) y Graves y otros (1985), encontraron un promedio de 51 y 63 hr, respectivamente, para el mismo lapso. En vacas, este tiempo resultó menor que los mencionados en otros trabajos; Burfening y otros (1978) y Will (1979) encontraron que el estro se inició a las 68 y 72 hr, respectivamente, después de la aplicación de prostaglandina. Este diferente comportamiento podría deberse a que la detección de celos se realizó con los animales confinados en un corral, donde podría haberse confundido el exacto momento del inicio del estro; sin embargo, las vaquillas tuvieron idéntico manejo y, no obstante, sus celos se circunscribieron en los lapsos normales de tiempo.

Siendo conocido el efecto que ejerce el estado nutricional sobre la actividad reproductiva (Lamond, 1970), en el presente trabajo se estudió el efecto del peso corporal, al inicio de la sincronización, sobre la presentación de celos (Cuadro 2). Considerando a las vaquillas en conjunto (T1 + T2), no se aprecian diferencias significativas en los pesos corporales, entre las que presentan celo y las que no lo hacen. La explicación radica en que todas las vaquillas pesaban sobre 280 kg y el promedio del grupo fue de 323 kg, lo que asegura un alto porcentaje de hembras ciclantes (Cohen, Garden y Langlands, 1980); además, se seleccionaron solamente vaquillas palpadas y determinadas como ciclantes. Por este motivo, no se manifestó el efecto del peso corporal sobre la respuesta estral, aunque hay una leve tendencia a un mayor peso en las que presentaron celo.

**CUADRO 1. Número de animales en celo y lapso de tiempo entre la 2a inyección de PG F<sub>2</sub>α y la aparición del celo, para vaquillas y vacas**

**TABLE 1. Number of animals in heat, time interval between the second shot of PG F<sub>2</sub>α and the beginning of oestrus, for heifers and cows**

Tratamientos <sup>1</sup> Nº Animales:	T1 25	T2 25	T3 25	T4 24
Nº hembras en celo	16	15	18	18
Tiempo al inicio del estro (hr) <sup>2</sup>	49,1 A	51,7 A	50,6 a	47,0 a
D.E. (hr)	4,9	9,8	8,7	7,1
CV (o/o)	10,0	19,0	17,2	15,1

<sup>1</sup> T1: vaquillas con IA a las 55 y 72 hr de la 2a. prostaglandina; T2: vaquillas con IA más GnRH a las 63 hr; T3: vacas con IA a las 72 y 96 hr de la 2a. prostaglandina; T4: vacas con IA mas GnRH a las 72 hr.

<sup>2</sup> Cifras seguidas de letras iguales, en cada fila y dentro de vacas (T1 y T2) y vaquillas (T3 y T4), no difieren estadísticamente ( $P \geq 0,05$ ).

**CUADRO 2. Peso corporal al inicio de la sincronización y presentación de celos posterior a la segunda dosis de PG F<sub>2</sub> α****TABLE 2. Body weight at the beginning of sincronization and oestrus presence after the second dose of PG F<sub>2</sub> α**

Tratamientos <sup>1-2</sup>	T1	T2	T1 + T2	T3	T4	T3 + T4
Total:						
Nº animales	25	25	50	25	24	49
Peso $\bar{X}$ (kg)	321 ± 21	326 ± 22	323 ± 22	421 ± 50	412 ± 56	417 ± 53
C.V. (0/o)	6,5	6,8	6,8	11,9	13,6	12,7
Con Celos:						
Nº animales	16	15	21	18	18	36
Peso $\bar{X}$ (kg)	320 ± 19 a	331 ± 20 a	326 ± 20 a	438 ± 43 a	421 ± 57 a	430 ± 51 a
C.V. (0/o)	5,9	6,0	6,1	9,8	13,5	11,9
Sin Celos:						
Nº animales	9	10	19	7	6	13
Peso $\bar{X}$ (kg)	321 ± 26 a	317 ± 21 b	319 ± 23 a	377 ± 41 b	385 ± 44 a	381 ± 41 b
C.V. (0/o)	8,1	6,6	7,2	10,9	11,4	10,4

<sup>1</sup> T1: vaquillas con IA a las 55 y 72 hr de la 2a. prostaglandina; T2: vaquillas con IA más Gn RH a las 63 hr; T3: Vacas con IA a las 72 y 96 hr de la 2a prostaglandina; T4: vacas con IA más Gn RH a las 72 hr.

<sup>2</sup> Cifras seguidas por letras diferentes, dentro de cada tratamiento, indican diferencias estadísticas ( $P \leq 0,05$ ).

En las vacas (T3 + T4), se constató un efecto significativo ( $P \leq 0,05$ ) del peso corporal sobre la presencia de celo. Este efecto también fue observado por Troxel y otros (1983), quienes determinaron que vacas con mejores puntajes de condición corporal al momento de la sincronización, demostraron mayor actividad sexual. Es posible que esta influencia del peso corporal sea un efecto latente del parto anterior, en que las vacas de mejor condición al parto hayan reiniciado antes la actividad cíclica ovárica y por esto hayan respondido mejor a la administración de PGF<sub>2</sub>α.

Destaca el hecho que, en los diferentes tratamientos, a pesar que todos los animales fueron detectados inicialmente como ciclantes, algunos no hayan respondido a la inducción del celo por la prostaglandina. Esta situación ha sido descrita en otros trabajos, como los de Hyttel y Greve (1983) y Olivares (1983), donde un 12 y 50% de los animales, respectivamente, no presentaron celo, a pesar de haberseles detectado cuerpos lúteos en sus ovarios, antes de la aplicación de la prostaglandina. Al respecto, los diferentes investigadores no formulan una explicación satisfactoria.

Los resultados de fertilidad a la IA se presentan en el Cuadro 3. Se puede apreciar que no se detectaron diferencias significativas entre T1 y T2, y tampoco entre T3 y T4, situación que permitiría suponer que el uso de GnRH tuvo el efecto de adelantar las ovulaciones, haciendo posible el uso de una sola inseminación.

**CUADRO 3. Fertilidad de las hembras a la IA, según tratamiento****TABLE 3. Fertility of the females to artificial insemination, according to treatment**

Tratamientos <sup>1</sup>	n	Hembras gestantes	Fertilidad <sup>2</sup> 0/o
T1 vaquillas	25	7	28
T2 vaquillas	25	8	32
T3 vacas	25	11	44
T4 vacas	24	9	37,5

<sup>1</sup> T1: vaquillas con IA a las 55 y 72 hr de la 2a. prostaglandina; T2: vaquillas con IA más Gn RH a las 63 hr; T3: Vacas con IA a las 72 y 96 hr de la 2a prostaglandina; T4: vacas con IA más Gn RH a las 72 hr.

<sup>2</sup> N.S. ( $P \geq 0,05$ ) entre vaquillas y vacas.

Los niveles de fertilidad obtenidos en las vaquillas, se encuentran dentro del límite inferior de los valores citados en la literatura. Manns y otros (1977), determinaron en vaquillas Hereford de 15 meses, niveles de fertilidad entre 21 y 35%; Hardin y Beverly (1981), un 37% en vaquillas de raza Santa Getrudis; Fogwell y otros (1986), en 45 rebaños observaron una fertilidad promedio de 50,9%, variando ésta entre 0 y 100%.

En vacas, los niveles de fertilidad son coincidentes con los logrados en otros estudios: por ejemplo, Kraemer y otros (1980) obtuvieron 37,5% con vacas

Hereford, King, Burnside y Curtis (1983) lograron 39% con vacas de lechería; Manns y Hafs (1976), en vacas de leche y carne, lograron un 42% de fertilidad, y Will (1979), obtuvo fertilidades entre 40 y 66%.

Una de las situaciones que llamó la atención en el desarrollo del presente ensayo, fue la relación detectada entre presencia o ausencia de celo y la posterior gestación. Al analizar el Cuadro 4, es posible afirmar que la detección de celos en hembras sincronizadas es un factor que determina, en gran medida, la fertilidad a la IA, aun cuando ésta sea a tiempo predeterminado. Esto es más evidente en vaquillas, donde se aprecia que las hembras que no presentaron celo no quedaron preñadas a la IA (tasa de fertilidad de 0%) y, por el contrario, todas las que quedaron preñadas fueron detectadas en celo antes de la IA (tasa de 48%).

En las vacas, hubo tres que gestaron sin haber manifestado celo hasta la IA. Para ambos tratamientos, la fertilidad fue de 41%, pero sólo de 23% para las que no presentaron celo, aumentando a 47% para las que sí lo hicieron. La presencia de hembras que gestaron sin haber sido detectadas en celo, demostraría que hubo celos silentes, pero el hecho de que la mayoría de las vacas y todas las vaquillas que no mostraron celo no quedaron preñadas a la IA, indica que la falta de celo se debió más bien a una falla en la respuesta a la segunda dosis de prostaglandina.

Originalmente, se ha sugerido que el programa de doble inyección de PGF<sub>2</sub>& e IA a tiempo prefijado, podría eliminar la necesidad de la detección de celos y facilitar el manejo (Cooper, 1974; Manns y Hafs, 1976). Sin embargo, se hace evidente que se pueden lograr mejoras significativas en la fertilidad y disminución de costos, si se realiza detección de estros antes de la IA a tiempo predeterminado, ya que el hecho de

determinar ciclicidad estral antes de la sincronización, ya sea por detección de estros o palpación de ovarios, no indica con seguridad que la respuesta a la sincronización sea la deseada.

La detección de celos en programas de sincronización, significa una inversión extra en personal y medios técnicos y elimina una de las principales ventajas que se propugnaron para esta tecnología. Sin embargo, de acuerdo a los antecedentes de este estudio, si se desean tasas de fertilidad satisfactorias a la IA, necesariamente debe incluirse alguna forma de detección de celos, previa a la inseminación.

Otra variable que se relacionó con los niveles de fertilidad obtenidos, fue el peso corporal al momento de la sincronización. En todos los tratamientos se observó un mayor peso corporal en las hembras que gestaron a la IA, en comparación con las que no gestaron. Sin embargo, esta diferencia es significativa ( $P \leq 0,05$ ) solamente en T2, en que las hembras gestantes pesaron  $337 \pm 22$  kg, mientras que las que no gestaron pesaron  $319 \pm 21$  kg. Cabe mencionar que el efecto del peso o condición corporal se manifiesta con mayor énfasis cuando el plano nutritivo es bajo (Lamond, 1970). En planos intermedios a buenos, como el que tenían las hembras de este estudio al encaste, los efectos se manifiestan en menor grado. Es interesante recordar que las hembras de mayor peso, en general, fueron las que presentaron una mejor respuesta a la prostaglandina.

Si se consideran los bajos niveles de fertilidad obtenidos en este estudio y la información de otros trabajos, queda la duda sobre la conveniencia de instaurar esquemas de sincronización, mediante el uso de prostaglandina, y posterior IA a tiempo predeterminado. Sin embargo, al momento de una evaluación, se debe tener en cuenta que: debido a los altos niveles de mortalidad embrionaria en la especie bovina, una tasa

**CUADRO 4. Relación entre presencia o ausencia de celo y gestación posterior en hembras herefords con IA**

**TABLE 4. Relation between presence or absence of oestrus and gestation in Hereford heifers and cows with artificial insemination**

Tratamientos <sup>1</sup>	n	En celo	En celo y gestantes	Sin celo y gestantes	Total gestantes
T1 vaquillas	25	16	7	0	7
T2 vaquillas	25	15	8	0	8
T3 vacas	25	18	9	2	11
T4 vacas	24	18	8	1	9

<sup>1</sup> T1: vaquillas con IA a las 55 y 72 hr de la 2a. prostaglandina; T2: vaquillas con IA más Gn RH a las 63 hr; T3: vacas con IA a las 72 y 96 hr de la 2a. prostaglandina; T4: vacas con IA más Gn RH a las 72 hr.

de parición de 50–60% a la primera inseminación, debiera considerarse satisfactoria (Roche, Bolandl y McGead, 1981); es factible, a continuación de la IA, someter al grupo de hembras a un período de monta natural, asegurando un nivel de fertilidad normal para el rebaño (la fertilidad final, después de las inseminaciones y montas, fue de 96, 96, 100 y 91% para T1, T2, T3 y T4, respectivamente); el aporte genético

posible de efectuar mediante la IA, puede justificar ampliamente una maniobra de este tipo; es factible elevar la fertilidad, tomando en consideración aspectos tales como la detección de celos e inseminar contra celo y no a tiempo prefijado, y exigiendo un buen estado de los animales al momento de la sincronización.

## RESUMEN

El ensayo se realizó en la Subestación Experimental Hidango (INIA), comuna de Litueche, VI Región. Se eligieron hembras ciclantes a la palpación rectal, con 50 a 70 días postparto las vacas y sobre 280 kg de peso las vaquillas. Se administraron dos dosis de PGF<sub>2</sub>, separadas por 11 días, tras lo cual se establecieron cuatro tratamientos, T1: 25 vaquillas, con IA 55 y 72 hr después de la segunda dosis de PGF<sub>2</sub>; T2: 25 vaquillas, con una IA y una dosis de buserrelina vía intramuscular, 63 hr después de la PGF<sub>2</sub>; T3: 25 vacas, inseminadas 72 y 96 hr después de la PGF<sub>2</sub>; y T4: 25 vacas, con una IA y una dosis de buserrelina, 72 hr después de la PGF<sub>2</sub>.

El análisis de la información se hizo a través de pruebas de t y chi cuadrado, para los grupos de vaquillas y vacas separadamente.

Los porcentajes de preñez para T1, T2, T3 y T4 fueron de 28, 32, 44 y 37,5%, respectivamente. No se detectaron diferencias entre tratamientos, para vaquillas y vacas ( $P \geq 0,05$ ).

Todas las hembras que gestaron a la IA presentaron mayor peso corporal que las restantes (significativo sólo en T2;  $P \leq 0,05$ ). Las tasas de preñez en las hembras que presentaron celo fueron de 48 y 47% y en las que no, de 0 y 23%, para vaquillas y vacas respectivamente.

Se podrían lograr mejoras significativas en la fertilidad si se controlan factores como la detección de celos y exigiendo un buen estado de los animales en etapas previas a la sincronización. La introducción de toros, una vez realizada la IA, elevó a 95,7% la fertilidad de las hembras.

## LITERATURA CITADA

- BURFENING, P. J., ANDERSON, D. C., KINKIE, R. A., WILLIAMS, J., and FRIEDRICH, R. L. 1978. Synchronization of estrus with PGF<sub>2</sub> in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 47: 999–1003.
- COHEN, R.D.H., GARDEN, D.L., and LANGLANDS, J.P. 1980. A note on the relationship between liveweight and the incidence of oestrus in Hereford heifers. *Anim. Prod.* 31: 221–222.
- COOPER, M.J. 1974. Control of oestrus cycles of heifers with a synthetic prostaglandin analogue. *Vet. Rec.* 95: 200–203.
- COULSON, A., NOAKES, D.E., HAMER, J., and COCKRILL, I. 1980. Effect of gonadotrophin releasing hormone on levels of luteinising hormone in cattle synchronized with dinoprost. *Vet. Rec.* 107: 108–109.
- DZIUK, P.J. and BELLOW, R.A. 1983. Management of reproduction of beef cattle, sheeps and pigs. *J. Anim. Sci.* 57 (Suppl. 2): 355–379.
- FAO—Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 1981. Proyecto PNUD/FAO CHI/80/001. Desarrollo del subsector carnes rojas en Chile. Informe final de la misión de asistencia preparatoria. Santiago de Chile. 143 p.
- FOGWELL, R.L., REID, W.A., THOMPSON, C.K., THOME, M.J., and MORROW, D.A. 1986. Synchronization of estrus in dairy heifers: a field demonstration. *J. Dairy Sci.* 69: 1665–1672.
- GRAVES, R.L., LUTZ, R.G., RIESEN, J.W., HOAGLAND, T.A., and WOODY, C.O. 1985. Factors influencing estrus and conception in dairy heifers after prostaglandin F<sub>2</sub>-alpha. *Theriogenology* 23: 733–742.
- HAFS, H.D., MANN, J.G., and DREW, B. 1975. Onset of oestrus after prostaglandin F<sub>2</sub> in cattle. *Vet. Rec.* 96: 134–135.

- HARDIN, R. and BEVERLY, J.R. 1981. Results from a typical controlled breeding program. En: Beef Cattle Research in Texas. College Station, USA. Texas Agricultural Experimental Station. p.: 84–85.
- HYTTEL, P. and GREVE, T. 1983. Heat synchronization in dairy cows. Nord. Vet. Med. 35: 122–128.
- KING, G.J., BURNSIDE, E.B., and CURTIS, R.A. 1983. Controlled breeding of dairy cows with cloprostenol. Can. Vet. J. 24: 105–107.
- KRAEMER, D.C., MASSEY, J.M., and MENZIES, C.S. 1980. Evaluation of a method for hormonal control of the bovine reproductive cycle. En: Beef Cattle Research in Texas. College Station, USA. Texas Agricultural Experimental Station. p.: 38–39.
- LAMOND, D.R. 1970. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. Anim. Breed. Abstr. 38: 359–372.
- MACMILLAN, K.L. 1983. Prostaglandin responses in dairy herd breeding programmes. N.Z. Vet. J. 31: 110–113.
- MANNNS, J.G. and HAFS, H.D. 1976. Controlled breeding in cattle: A review. Can. J. Anim. Sci. 56: 121–130.
- MANNNS, J. G., WENKOFF, M. S., ADAMS, W. M., and RICHARDSON, G. 1977. The effects of time of insemination on fertility in beef heifers synchronized with prostaglandin F<sub>2</sub>&. Can. J. Anim. Sci. 57: 47–51.
- OLIVARES, M.E. 1983. Sincronización de celos con prostaglandina F<sub>2</sub>&. Evaluación de fertilidad en vaquillas Hereford. U. de Chile. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. 30 p. (Tesis, Méd. Vet.).
- ROCHE, J.F., BOLANDL, M.P., and McGEAD, T.A. 1981. Reproductive wastage following artificial insemination of heifers. Vet. Rec. 109: 401–404.
- TROXEL, T.R., CMARIK, G.F., OTT, R.S., LOCK, T.F., and KESLER, D.J. 1983. The effect of method of GnRH administration and short-term calf removal on ovarian function and reproductive performance in postpartum suckled beef cows administered PGF<sub>2</sub>& for estrous synchronization. Theriogenology. 20: 417–433.
- WILL, C.D. 1979. Sincronización del estro con un análogo de PGF<sub>2</sub>& y la fertilidad posterior en ganado bovino de carne. U. de Chile. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. 49 p. (Tesis, Méd. Vet.).