

**EFFECTO DEL MOMENTO DEL DESTETE PRECOZ EN VACAS TRATADAS CON
PROGESTÁGENOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OVULACIÓN Y LA
EFICIENCIA REPRODUCTIVA**

Juan Sebastián Vittone

Trabajo de tesis presentado como requisito parcial para optar al Título de
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCION ANIMAL

Área de Producción Animal

**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS AGRARIAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS – UNIVERSIDAD NACIONAL DE MAR DEL
PLATA**

Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, Instituto Nacional de Tecnología
Agropecuaria

**Balcarce, Argentina
Mayo de 2009**

**EFFECTO DEL MOMENTO DEL DESTETE PRECOZ EN VACAS TRATADAS CON
PROGESTÁGENOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OVULACIÓN Y LA
EFICIENCIA REPRODUCTIVA**

Juan Sebastián Vittone

.....
Director de Tesis: Juan F. Aller, Méd. Vet., M. Sc.

.....
Asesor: Ricardo H. Alberio, Méd. Vet., Ph. D.

.....
Asesor: Carlos Scena, Méd. Vet., M. Sc.

.....
Asesor: Ariel R. Monje, Ing. Agr., M. Sc.

**EFFECTO DEL MOMENTO DEL DESTETE PRECOZ EN VACAS TRATADAS CON
PROGESTÁGENOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA OVULACIÓN Y LA
EFICIENCIA REPRODUCTIVA**

Juan Sebastián Vittone

Aprobada por:

.....
Director de Tesis: Juan F. Aller, Méd. Vet., M. Sc.

.....
Evaluador Externo: Santiago S. Callejas, Méd. Vet., MSc., Dr.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Índice de Cuadros	xii
Índice de Figuras	ix
Resumen	xi
Abstract	xiii
1. Introducción	1
1.1. Hipótesis	4
1.2. Objetivos	4
2. Revisión bibliográfica	5
2.1. Ciclo estral del bovino	5
2.2.1. Generalidades	5
2.1.2. Dinámica folicular	6
2.2. Anestro posparto	7
2.2.1. Generalidades	7
2.2.2. Mecanismos endocrinos del anestro posparto	8
2.2.3. Dinámica folicular en el posparto	9
2.2.4. Ciclos de corta duración	10
2.3. Factores que afectan la duración del anestro posparto	10
2.3.1. Amamantamiento	11
2.3.1.1. Mecanismos endocrinos que intervienen	11
2.3.1.2. El estímulo de succión y la presencia del ternero	11
2.3.2 Estado nutricional	13
2.3.2.1. Estado nutricional y dinámica folicular	14
2.3.2.2. Estado nutricional y secreción de gonadotrofinas	14
2.3.2.3. Estado nutricional y eficiencia reproductiva	15
2.3.3. Edad (número de partos)	16
2.3.4. Época de parición	16
2.4. Prácticas de manejo para mejorar el desempeño reproductivo posparto	17
2.4.1. Manejo de la lactancia	17
2.4.1.1. Amamantamiento restringido (una vez por día)	17
2.4.1.2. “Enlatado”	18
2.4.1.3. Destete temporario	18
2.4.1.4. Destete precoz	19

2.4.2. Estimulación por exposición a toros (Bioestimulación)	20
2.5. Hormonas utilizadas para mejorar el desempeño reproductivo posparto	21
2.5.1. Hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH)	21
2.5.2. Gonadotrofinas	22
2.5.3. Estrógenos	22
2.5.4. Antiestrógenos	23
2.5.5. Progesterona o progestágenos	23
2.6. Control de la lactancia y tratamientos hormonales en IATF	25
2.6.1. “Enlatado” asociado a tratamientos con progestágenos	25
2.6.2. Destete temporario asociado a tratamientos con progestágenos	26
2.6.3. Destete precoz asociado a tratamientos con progestágenos	27
3. Materiales y métodos	29
3.1. Experimento 1 (“ <i>Vacas de baja CC</i> ”)	29
3.1.1. Ubicación geográfica	29
3.1.2. Época	29
3.1.3. Animales experimentales	29
3.1.4. Tratamientos	30
3.1.5. Estudios ecográficos	31
3.1.6. Muestreo sanguíneo	32
3.1.7. Medición de progesterona plasmática	33
3.2. Experimento 2 (“ <i>Vacas de alta CC</i> ”)	33
3.2.1. Ubicación geográfica	33
3.2.2. Época	33
3.2.3. Animales experimentales	33
3.2.4. Tratamientos	34
3.2.5. Estudios ecográficos, muestreo sanguíneo y medición de progesterona plasmática	34
3.3. Experimento 3 (“ <i>Preñez en vacas de baja CC</i> ”)	35
3.3.1. Ubicación geográfica	35
3.3.2. Época	35
3.3.3. Animales experimentales	35
3.3.4. Tratamientos	35
3.3.5. Diagnóstico de gestación.	36
3.4. Análisis estadístico	36
3.4.1. Análisis de Experimentos 1 y 2	36

3.4.2. Análisis de Experimento 3	38
4. Resultados	39
4.1. Experimento 1 (<i>"Vacas de baja CC"</i>)	39
4.1.1. Peso vivo y condición corporal	39
4.1.2. Estado reproductivo	39
4.1.3. Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB	39
4.1.4. Diámetro del folículo ovulatorio	40
4.1.5. Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio	40
4.1.6. Tasa de ovulación	41
4.1.7. Momento de la ovulación	42
4.1.8. Distribución de las ovulaciones	42
4.1.9. Concentración de progesterona plasmática y vida media del CL de los vientres no preñados	43
4.1.10. Tasa de preñez	44
4.2. Experimento 2 (<i>"Vacas de alta CC"</i>)	46
4.2.1. Peso vivo y condición corporal	46
4.2.2. Estado reproductivo	46
4.2.3. Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB	46
4.2.4. Diámetro del folículo ovulatorio	47
4.2.5. Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio	47
4.2.6. Tasa de ovulación	48
4.2.7. Momento de la ovulación	49
4.2.8. Distribución de las ovulaciones	49
4.2.9. Concentración de progesterona plasmática y vida media del CL de los vientres no preñados	50
4.2.10. Tasa de preñez	51
4.3. Experimento 3 (<i>"Preñez en vacas de baja CC"</i>)	53
4.3.1. Peso vivo y condición corporal	53
4.3.2. Tasa de preñez	54
5. Discusión	55
6. Conclusiones	65
7. Implicancias	66
8. Bibliografía	67

ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro 1:</u> Peso vivo y condición corporal (promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 1	39
<u>Cuadro 2:</u> Diámetro (promedio \pm DE) del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	40
<u>Cuadro 3:</u> Diámetro (promedio \pm DE) del folículo ovulatorio en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	41
<u>Cuadro 4:</u> Tasa de ovulación (vacas que ovularon/vacas tratadas) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	42
<u>Cuadro 5:</u> Tasa de preñez (vacas preñadas/vacas tratadas) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	46
<u>Cuadro 6:</u> Tasa de concepción (vacas preñadas/vacas que ovularon) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	47
<u>Cuadro 7:</u> Peso vivo y condición corporal (promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 2	47

<u>Cuadro 8:</u> Diámetro (promedio \pm DE) del folículo dominante al retiro del DIB en “ <i>vacas de alta CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	48
<u>Cuadro 9:</u> Diámetro (promedio \pm DE) del folículo ovulatorio en “ <i>vacas de alta CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	48
<u>Cuadro 10:</u> Tasa de ovulación (vacas que ovularon/vacas tratadas) en “ <i>vacas de alta CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	50
<u>Cuadro 11:</u> Tasa de preñez (vacas preñadas/vacas tratadas) en “ <i>vacas de alta CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	53
<u>Cuadro 12:</u> Tasa de concepción (vacas preñadas/vacas que ovularon) en “ <i>vacas de alta CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	54
<u>Cuadro 13:</u> Peso vivo, condición corporal (CC; promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 3	54
<u>Cuadro 14:</u> “ <i>Preñez en vacas de baja CC</i> ” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	55

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>Figura 1:</u> Presentación esquemática de los tratamientos	30
<u>Figura 2:</u> Presentación esquemática de los muestreos de sangre y observaciones por ecografía	32
<u>Figura 3:</u> Evolución del diámetro promedio del folículo ovulatorio en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos)	41
<u>Figura 4:</u> Tasa de ovulación y diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	43
<u>Figura 5:</u> Distribución de las ovulaciones en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	44
<u>Figura 6:</u> Concentración media de progesterona plasmática en “vacas de baja CC” (vacas que ovularon y no resultaron preñadas) luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos)	45
<u>Figura 7:</u> Distribución de la preñez según el momento de ovulación en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos	46

- Figura 8: Evolución del diámetro promedio del folículo ovulatorio en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos. (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos) 49
- Figura 9: Tasa de ovulación y diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos 50
- Figura 10: Distribución de las ovulaciones en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos 51
- Figura 11: Concentración media de progesterona plasmática en “vacas de alta CC” (que no resultaron preñadas) luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos) 52
- Figura 12: Distribución de la preñez según el momento de ovulación en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos 53

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del momento del destete precoz (DP) en vacas tratadas con un progestágeno sobre las características de la ovulación y la eficiencia reproductiva en vacas con cría. Para ello se realizaron 3 experimentos (Exp) con animales de raza Hereford y Polled-Hereford: 1) 38 vacas de baja condición corporal ($3,3 \pm 0,8$ puntos; escala de 1 a 9) con $55,7 \pm 8,8$ días posparto; 2) 35 vacas de alta condición corporal ($5,4 \pm 0,9$) con $57,5 \pm 15,9$ días posparto; y 3) 34 vacas de baja condición corporal ($3,2 \pm 0,7$) con $52,8 \pm 7,2$ días posparto. El Día 0 todos los animales recibieron un dispositivo intravaginal impregnado con 0,5 g de progesterona más 2 mg de benzoato de estradiol (BE; im). El día 8 se retiró el dispositivo, se aplicó 500 µg de cloprostenol sódico (im) y 24 horas después se aplicó 1 mg de BE. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en 4 tratamientos: **DP-10**: DP 10 días antes de colocar el dispositivo; **DP0**: DP el día de colocación del dispositivo; **DP8**: DP el día del retiro del dispositivo y **C/cría**: Con cría al pie. Todas las vacas fueron inseminadas a tiempo fijo a las 56 hs del retiro de los dispositivos. En los Exp.1 y 2 se evaluó mediante ultrasonografía la dinámica folicular, el momento y distribución de las ovulaciones y la tasa de preñez; y se realizó dosaje de progesterona plasmática para evaluar la funcionalidad y vida media del cuerpo lúteo generado por la ovulación inducida. En el Exp. 3 no se instaló el tratamiento C/cría y solo se evaluó la tasa de preñez. En vacas de baja condición corporal (Exp.1) el diámetro del folículo dominante al retiro del dispositivo en el tratamiento DP0 ($11,2 \pm 2,5$ mm) fue mayor ($P < 0,05$) que en el tratamiento DP8 ($7,3 \pm 2,0$ mm), no registrándose diferencias con los tratamientos DP-10 y C/cría ($10,3 \pm 2,4$ y $8,2 \pm 2,8$ mm, respectivamente); la tasa de ovulación fue mayor ($P < 0,05$) en los tratamientos DP-10 y DP0 (77,8% y 88,9%, respectivamente) que en los tratamientos DP8 y C/cría (40% en ambos casos); y la tasa de preñez en el tratamiento DP0 (77,8%) fue superior ($P < 0,05$) al resto de los tratamientos evaluados (DP-10=55,6%, DP8=30% y C/cría=20%). En los Exp. 2 y 3 no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en ninguno de los parámetros evaluados. La vida media del cuerpo lúteo de las vacas no gestantes fue normal, independientemente de tratamiento aplicado y de la condición corporal de las mismas. Este estudio permitió determinar que, en vacas de baja condición corporal el DP realizado 10 días antes o al inicio de un tratamiento con progesterona/estrógenos produjo un mayor tamaño del folículo dominante (preovulatorio) y una mayor tasa de ovulación. Sin embargo, la tasa de preñez sólo fue mejorada cuando el destete se

realizó al inicio del tratamiento en las vacas de baja condición corporal asignadas al Exp. 1 y no se observó efecto del destete en el Exp. 3 con vacas de similar condición corporal.

Palabras claves: destete precoz, progesterona, dinámica folicular, tasa de preñez.

ABSTRACT

EFFECT OF EARLY WEANING TIME ON THE OVULATION CHARACTERISTICS AND THE REPRODUCTIVE EFFICIENCY IN SUCKLING BEEF COWS TREATED WITH A PROGESTAGEN

The objective of this study was determine the effect of early weaning time on the ovulation characteristics and the reproductive efficiency of treated beef cows with an intravaginal progesterone device. Three experiments were performed with Hereford and Polled Hereford cows: Exp. 1) 38 low body condition score cows (BCS; 3.3 ± 0.8 , mean \pm sd, range from 1 to 9) with 57.5 ± 8.8 days postpartum; Exp. 2) 35 high BCS (5.4 ± 0.9) cows with 57.5 ± 15.9 days postpartum; and Exp. 3) 34 low BCS (3.2 ± 0.7) cows with 52.8 ± 7.2 days postpartum. On Day 0, all cows received an intravaginal progesterone device (IPD) with 0.5 progesterone plus 2 mg of estradiol benzoate i.m. (EB). On Day 8 the IPD was removed and 500 μ g cloprostenol was injected i.m., followed by administration of 1 mg of EB i.m. 24 h later. Animals were assigned randomly to each of four treatments: **EW-10**) Early weaning at 10 days before the IPD insertion; **EW0**) Early weaning the same day the IPD insertion; **EW8**) Early weaning the same day of withdrawal IPD and **Control group**) No early weaning; the calves were left with their respective mothers during the period of study. All cows were fixed-time artificially inseminated 56 h after the IPD removal. In Exp. 1 and 2, the follicular dynamics, the time and distribution of the ovulation and the pregnancy rate were evaluated by means of ultrasonography; the plasma progesterone concentrations were determined to evaluate the functionality and lifespan of the corpus luteum generated by the induced ovulation. In Exp. 3, the Control group were not performed and only the pregnancy rate was evaluated. At the time that the IPD was removed, the dominant follicle diameter was larger ($P < 0.05$) in EW0 (11.2 ± 2.5 mm) than EW8 (7.3 ± 2.0 mm) in cows with low BCS (Exp. 1), but did not differ with EW-10 and Control group (10.3 ± 2.4 and 8.2 ± 2.8 , respectively); the treatments EW-10 and EW0 presented a higher ($p < 0.05$) ovulation rate than EW8 and Control group (77.8, 88.9%, 40 and 40% respectively); and the pregnancy rate was higher in EW0 (77.8%) than in the rest of treatments evaluated (EW-10=55.6%; EW8=30%; Control group=20%). In Exp. 2 and 3, differences were not found among treatments for all the evaluated parameters. In not pregnant cows the corpus luteum had a normal lifespan, independently of the treatment or the BCS. In summary, the early weaning performed 10 days before or the same day

of the beginning a treatment with progesterone/estrogen increase the dominant follicle diameter (pre-ovulation) and the ovulation rate in low BCS cows. Nevertheless, pregnancy rate was only improved when early weaning was done on the same day the IPD was inserted on the low BCS cows assigned to Exp. 1, but this effect could not be observed in the Exp. 3 with cows in similar BCS.

Key words: early weaning, progesterone, follicular dynamics, pregnancy rate.

1. INTRODUCCIÓN

El anestro es uno de los principales contribuyentes a la infertilidad posparto en rodeos de cría, y los ciclos cortos que suceden al primer estro posparto, prolongan este período infértil (Short *et al.*, 1990). La reparación del tracto genital y el restablecimiento de la funcionalidad del eje hipotálamo-hipófisis-ovario-útero condicionan la presentación del estro y ovulaciones fértiles durante este período (Rivera; Alberio, 1991).

El amamantamiento es el principal factor responsable del anestro posparto en los mamíferos. Otros factores como la nutrición deficiente, la época de parición, la edad, etc., pueden profundizar el anestro prolongando los períodos de inactividad sexual (Yavas; Walton, 2000b). Todos estos factores provocan ineficiencias productivas en las empresas de cría, impidiendo que la mayoría de los vientres produzcan regularmente un ternero por año (Monje, 1994).

Muchos grupos de investigación en el mundo han intentado resolver el problema de la interrupción de la actividad sexual durante el posparto. La mayoría de los estudios realizados se han centrado fundamentalmente en la utilización de productos hormonales exógenos (progestágenos, GnRH, estrógenos, etc.) para contrarrestar la situación endócrina negativa que se observa después del parto. Asimismo, han sido aplicadas las más diversas alternativas de manejo para suprimir el efecto negativo del amamantamiento.

En el primer caso, la progesterona o sus análogos (los progestágenos) han demostrado su potencialidad para inducir celo – ovulación en ausencia de cuerpo lúteo en vacas con cría (Alberio *et al.*, 1986b; Mapletoft *et al.*, 1999; Yavas; Walton, 2000a). Éstos actúan induciendo una ovulación de fertilidad normal imitando la formación de un cuerpo lúteo de corta duración que ocurre después de la primera ovulación. Este hecho es un proceso común debido sobre todo a la presencia de agentes luteolíticos endógenos remanentes en el endometrio durante el puerperio y a la falta de progesterona previo a la primera ovulación (Rivera; Alberio, 1991). Es así que la aplicación de progestágenos minimiza la baja fertilidad del primer celo. Estos tratamientos también son capaces de inducir sincronía de celo - ovulación facilitando la implementación de la inseminación artificial sistemática en rodeos de vacas y vaquillonas con funcionalidad ovárica deprimida (Thompson *et al.*, 1999; Mapletoft *et al.*, 1999).

Por otra parte y como se mencionó anteriormente, el amamantamiento o incluso la sola presencia del ternero al pie de la madre es suficiente para prolongar el anestro posparto (Lamb *et al.*, 1999). Este mecanismo fisiológico mediado por endorfinas y su interacción con los bajos niveles de estrógenos observados durante el posparto temprano, reduce la liberación pulsátil de LH y, consecuentemente, el desarrollo de un folículo ovulatorio (Short *et al.*, 1990). La supresión temporal o definitiva de la lactancia interrumpe en buena medida este efecto negativo asociado al estado de anestro. Esto mejora las tasas de celo - ovulación tanto en condiciones de servicio con toros, como en inseminación artificial, presentando un mayor impacto en vacas con posparto corto (Alberio *et al.*, 1982; Mapletoft *et al.*, 1999; Geary *et al.*, 2001). Los destetes temporarios de 48 – 72 hs reducen los efectos del feed back negativo de esteroides sobre el eje hipotálamo-hipófisis, liberándolo de ese freno y posibilitando la reanudación de la actividad cíclica. Sin embargo, debido a que en estos casos la supresión del vínculo vaca-ternero es de corta duración, provoca una mejora en la restauración de la ciclicidad particularmente en los vientres con anestro de tipo superficial (Rivera; Alberio, 1991; Yavas; Walton, 2000a). El impacto observado con el destete definitivo es mayor, no sólo por suprimir los efectos negativos del amamantamiento sobre el sistema nervioso central, sino también debido a que se observa una mejora del estado corporal al reducir al mínimo el gasto energético necesario para la producción de leche (Bishop *et al.*, 1994; Yavas; Walton, 2000a; Monje *et al.*, 2004). Ambos factores favorecen la rápida aparición del celo y la ovulación.

Desde la década del '70 se han utilizado diferentes tipos de destete junto con protocolos de inseminación artificial. Asimismo se ha buscado una mejor respuesta en la inducción de la actividad ovárica, al asociar productos hormonales exógenos con la supresión del efecto negativo del amamantamiento.

Los destetes temporarios asociados a protocolos de inducción-sincronización de celos con progestágenos mejoraron las tasas de celo, ovulación y fertilidad en porcentajes variables (Alberio, 1986a; Callejas *et al.*, 1992; Salfen *et al.*, 2001), observándose una mejor respuesta en vientres con 30 a 40 días posparto y con condiciones corporales medianas a buenas (Bo *et al.*, 2005).

Por otra parte, en numerosos trabajos se ha demostrado que el destete precoz (60 días de edad) definitivo aplicado junto a progestágenos son una excelente herramienta cuando los vientres se encuentran en condiciones nutricionales deficientes, como las que se presentan durante un período de sequía o en vaquillonas de primer parto,

donde la lactancia deprime profundamente la actividad reproductiva. Asimismo, esta asociación ha demostrado una eficaz acción en su capacidad de inducir una mejora en la tasa de preñez y de reducir el intervalo parto – concepción, cuando es aplicada en vacas cola de parición (Schiersmann *et al.*, 1991; Scena *et al.*, 1994), obteniéndose una mayor respuesta cuando este tipo de destete se realiza al finalizar un tratamiento de inducción de celos con progestágenos (Bo *et al.*, 2005).

Sin embargo, existe poca información sobre cual es la asociación entre el destete y el tratamiento con progestágenos mas eficiente para lograr una reactivación la actividad sexual cíclica.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo se condujo con el propósito de generar información que explique los resultados biológicos al asociar el destete precoz a un tratamiento con progestágenos para la inducción/sincronización de celos en vacas con cría, como también cuál o cuáles son las mejores combinaciones en función del momento de aplicación del destete, para contar con indicaciones precisas al momento de recomendar la utilización de este tipo de práctica en rodeos comerciales.

1.1. Hipótesis

El destete precoz realizado 10 días antes, al momento de iniciar o al momento de finalizar un tratamiento con progestágenos, mejora la eficiencia reproductiva de vientres que presentan un corto período posparto.

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Mejorar la eficiencia reproductiva después de un tratamiento con progesterona para sincronización e inducción de la ovulación en vacas con cría al pie.

Objetivos específicos:

Evaluar el efecto del momento del destete precoz en vacas tratadas con dispositivos intravaginales impregnados con un progestágeno sobre:

- a) la dinámica folicular, el momento de ovulación, la sincronía de las ovulaciones y la vida media del cuerpo lúteo generado.
- b) el porcentaje de preñez a primo inseminación, luego de realizar inseminación artificial a tiempo fijo a las 56 horas de retirar los dispositivos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ciclo estral del bovino

2.1.1. Generalidades

Se define como ciclo estral al conjunto de cambios anatómicos y fisiológicos que ocurren en una hembra entre dos estros consecutivos. El bovino es una especie poliéstrica anual (presenta ciclos estrales todo el año), cada ciclo dura entre 17 y 23 días, el celo dura entre 6 y 18 hs y la ovulación se produce 24 a 30 hs después de comenzado el celo (Hafez, 1989).

Los cambios histológicos y fisiológicos ocurridos durante el ciclo estral se encuentran regulados por el efecto de hormonas sintetizadas y secretadas por el hipotálamo, la hipófisis, los ovarios y el útero.

El hipotálamo secreta la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), esta viaja a través del sistema porta-hipofisiario a la hipófisis regulando la secreción, en forma de pulsos, de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH). La FSH y la LH actúan sobre el ovario estimulando la secreción de los esteroides ováricos (estrógeno y progesterona). Estos últimos, a través de un sistema de retroalimentación, pueden tener un efecto inhibitor (progesterona) o inhibitor y estimulador (estrógenos) sobre el hipotálamo, dependiendo del momento del ciclo en que se encuentren.

El ciclo estral del bovino se puede dividir en dos fases: la fase folicular y la fase lútea. La fase folicular comienza con la luteólisis y culmina con la ovulación. Durante esta fase se produce la caída de los niveles plasmáticos de progesterona. En las células de la granulosa del folículo dominante aumenta el número de receptores para LH estimulando la síntesis de estrógenos (estradiol) y el crecimiento folicular (Mihm; Bleach, 2003). El incremento de los niveles plasmáticos de estradiol provoca el comportamiento de celo (Henricks *et al.*, 1971; Moham *et al.*, 2006) e incrementa la frecuencia de pulsos GnRH induciendo la descarga preovulatoria de LH (Rivera, 1992). El pico preovulatorio de LH favorece la maduración final del folículo dominante, la ovulación y la formación del cuerpo lúteo (Christensen *et al.*, 1971).

Una vez ocurrida la ovulación comienza la fase lútea. El cuerpo lúteo formado incrementa los niveles plasmáticos de progesterona alcanzando su máximo entre los días 9 y 12 del ciclo (Christensen *et al.*, 1971). Altos niveles de progesterona producen un feed-back negativo sobre la liberación hipotalámica de GnRH y consecuentemente disminuyen la frecuencia de pulsos de LH (Roche *et al.*, 1996).

De no producirse gestación, la prostaglandina $F_{2\alpha}$ secretada por el útero induce la lisis del cuerpo lúteo determinando la finalización del ciclo (Cunningham, 1995).

2.1.2. Dinámica folicular

El desarrollo de los folículos ováricos del bovino ocurre en ondas (Rajakoski, 1960; Sirois; Fortune, 1988). Las ondas foliculares son el desarrollo sincrónico de varios folículos (5 a 10) en cada ovario (Kastelic, 1994). La dinámica de las ondas foliculares incluye las fases de reclutamiento folicular, selección y dominancia.

Durante el reclutamiento un grupo de folículos es estimulado a continuar su desarrollo con niveles elevados de gonadotrofinas (FSH; Ginther *et al.*, 1997). Posteriormente, en la etapa de selección, algunos de los folículos reclutados continúan su crecimiento y sólo uno de ellos seguirá creciendo para convertirse en el folículo dominante (Diskin *et al.*, 2002). El folículo que alcanza la fase de dominancia inhibe el crecimiento de los folículos subordinados, estos no avanzarán a la siguiente fase de la onda y sufrirán apoptosis (Kastelic, 1994).

La emergencia de una nueva onda ocurre como consecuencia de un pico transitorio de FSH (dura 1-2 días) donde los folículos antrales alcanzan los 4 mm de diámetro. Las concentraciones de FSH comienzan a caer durante los 3 días posteriores donde los folículos crecen de 4,0 a 8,5 mm (Adams *et al.*, 1992; Ginther *et al.*, 1997). Esta etapa de crecimiento deja como resultado un único folículo dominante y un grupo de folículos subordinados (Diskin *et al.*, 2002). Luego el folículo dominante completa la desviación. La desviación es el momento que define el cambio en la tasa de crecimiento de dos folículos de gran tamaño. Esto ocurre cuando el folículo de mayor tamaño alcanza los 8,5 mm de diámetro (Diskin *et al.*, 2002; Mihm *et al.*, 2002; Mihm; Bleach, 2003).

El folículo dominante tiene la capacidad de producir estradiol, mantener bajas concentraciones de factores de crecimiento similares a insulina (IGF-1), inhibina y folistatina, inhibir la síntesis de proteínas fijadoras de factores de crecimiento parecidos a insulina (IGFBPs) e incrementar su tamaño (Driancourt, 2001).

El estradiol y la inhibina ejercen un efecto supresor de la síntesis de FSH a través de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre la hipófisis evitando el desarrollo de nuevas ondas de crecimiento folicular (Adams *et al.*, 1992).

La etapa final de crecimiento del folículo dominante depende de los patrones de secreción de LH. Cuando la frecuencia de pulsos de LH está incrementada, durante la

fase folicular del ciclo, el folículo dominante puede continuar con una alta tasa de crecimiento pudiendo alcanzar la maduración final y la ovulación. Esto sólo ocurre con los folículos reclutados durante, o posteriormente a la regresión del cuerpo lúteo. En presencia del cuerpo lúteo, con altos niveles de progesterona circulante, se producirá atresia del folículo dominante, eliminándose el efecto supresor del estradiol e inhibina sobre la síntesis y liberación de FSH hipofisiaria, dando lugar al inicio de una nueva onda de crecimiento folicular (Savio *et al.*, 1993).

Comúnmente se producen dos o tres ondas de crecimiento folicular durante cada ciclo estral (Ginther *et al.*, 1989; Knopf *et al.*, 1989; Fortune, 1993; Ahmad *et al.*, 1997; Starbuck-Clemmer *et al.*, 2007). La primera onda de crecimiento folicular emerge el día de la ovulación, la segunda onda a los 10 días pos ovulación y la tercera a los 16 días pos ovulación, para ciclos con dos y tres ondas respectivamente (Ginther *et al.*, 1996). El momento de la luteolisis afecta el número de ondas. Si la luteolisis es retardada, existe la posibilidad del desarrollo de una tercera onda de crecimiento folicular, modificando el intervalo interovulatorio de 20 a 23 días.

El estudio de la dinámica folicular puede contribuir a esclarecer los fenómenos que interfieren en la sincronización de celo y ovulación (Vale; Baruselli, 2008).

2.2. Anestro posparto

2.2.1. Generalidades

El anestro posparto es el proceso fisiológico caracterizado por la ausencia de ciclos estrales que ocurre luego del parto. Durante este período, tiene lugar la reparación anatómica del tracto genital y el restablecimiento de la funcionalidad del eje hipotálamo – hipófisis – ovario - útero (Rivera; Alberio, 1991).

Generalmente la involución uterina completa se produce entre 4 y 7 semanas (Lindell *et al.*, 1982) y la funcionalidad del eje hipotálamo – hipófisis – ovario - útero se restablece alrededor del día 20 posparto (Short *et al.*, 1990).

La eficiencia reproductiva óptima a menudo se encuentra limitada por la prolongación del período de anestro posparto, reduciendo el número de días que la vaca dispone para concebir durante la temporada de servicio (Ciccioli *et al.*, 2003).

2.2.2. Mecanismos endocrinos del anestro posparto

Durante la gestación, el eje hipotálamo – hipófisis se encuentra bajo el efecto del feedback negativo de los esteroides placentarios y ováricos (estrógenos y progesterona). Los esteroides inhiben la liberación de GnRH generando un acúmulo de GnRH en el hipotálamo y de FSH en la hipófisis, como también una depleción en la síntesis de LH en la hipófisis. Las concentraciones plasmáticas de FSH y LH son bajas y la actividad folicular en el ovario está deprimida (Yavas; Walton, 2000a).

En el momento del parto el feedback negativo ejercido por el estradiol de origen placentario y la progesterona producida por el cuerpo lúteo gestacional son suprimidos, y comienza a restablecerse la funcionalidad del eje hipotálamo – hipófisis – ovario - útero.

El contenido hipotalámico de GnRH es más alto durante el posparto que en vacas cíclicas, y no cambia hasta el día 30 a 45, esto demuestra que durante el posparto se encuentra afectada la liberación de esta hormona y no su síntesis (Wettemann *et al.*, 2003), posibilitando una rápida aparición de los pulsos de FSH con descargas de GnRH de baja frecuencia, una vez ocurrido el parto.

Los pulsos de FSH aparecen el día 4 posparto y se mantienen constantes con fluctuaciones equivalentes a las observadas en vacas cíclicas. La emergencia de una nueva onda de crecimiento folicular está asociada al incremento en las concentraciones circulantes de FSH (Roche *et al.*, 1996; Stagg *et al.*, 1998). La liberación de FSH requiere una estimulación mínima de GnRH y ésta es controlada por el feedback negativo que ejercen los esteroides ováricos (Yavas; Walton, 2000a).

Las concentraciones circulantes de estradiol se incrementan luego del día 9 posparto con variaciones relacionadas al crecimiento y regresión de los folículos dominantes. Los incrementos en la secreción de estradiol en el folículo dominante inducen el feedback positivo sobre la liberación de GnRH (Caratay *et al.*, 1995) y consecuentemente sobre las descargas de LH que precederán a la primera ovulación y al reinicio de la actividad cíclica.

Las concentraciones plasmáticas y la liberación pulsátil de LH son muy bajas en el posparto temprano (Lamming *et al.*, 1981; Gittlin *et al.*, 1983), siendo comparables al día de la ovulación en vacas cíclicas durante el primer día posparto. Las bajas concentraciones y la ausencia de pulsos de LH no son atribuidas a inadecuados niveles de GnRH, sino a la depleción de reservas en la hipófisis durante la gestación tardía (Yavas; Walton, 2000a).

Varios autores coinciden en que la recuperación de la liberación pulsátil de LH es un requisito necesario para la recuperación de la actividad cíclica luego del parto (Humphrey *et al.*, 1983; Stagg *et al.*, 1998; Duffy *et al.*, 2000). Durante el posparto el patrón de pulsos de LH tiene una baja frecuencia (<1 pulso/4hs) debiendo incrementarse a 1 ó 2 pulsos por hora previo a la ovulación (Short *et al.*, 1990). Estos valores se presentan entre los días 13 y 19 posparto en vacas lecheras y entre los días 25 y 32 en vacas de cría.

La duración del intervalo entre el parto y el momento en que la secreción pulsátil de LH es suficiente para inducir la maduración del folículo ovulatorio, está influenciada por el estado corporal, la ingesta de nutrientes y el amamantamiento (Wetteman *et al.*, 2003).

2.2.3. Dinámica folicular en el posparto

Luego del parto (2 a 7 días) hay un gran aumento de FSH que reclutará los folículos de la primera onda folicular (Wiltbank *et al.*, 2002). Sin embargo, durante el posparto existe una inadecuada frecuencia de pulsos de LH (Bó, 2002) y la ovulación del folículo dominante sólo ocurre cuando éste es expuesto a una frecuencia de LH, aproximadamente, 1 pulso/hora, que permite su crecimiento y el incremento en la producción de estradiol, pudiendo desencadenar el pico preovulatorio de LH y eventualmente la ovulación (Roche *et al.*, 1992; Wiltbank *et al.*, 2002).

La primera ovulación posparto ocurre más tarde en vacas de cría que en vacas lecheras (Driancourt, 2001). Savio *et al.* (1990a), observaron que la primera ovulación en vacas lecheras, en buenas condiciones nutricionales, ocurre ente los días 18 a 27 posparto, y el 74% de las mismas corresponden al folículo dominante de la primera onda de crecimiento. Por el contrario, vacas de cría que amamantan un ternero, raramente ovulan (11%) el folículo dominante de la primera onda de crecimiento (Murphy *et al.*, 1990). En la mayoría de las vacas con cría (78%), la ovulación ocurre a partir de la segunda, tercera, cuarta o quinta onda folicular posparto (Murphy *et al.*, 1990; Bó, 2002), pudiendo ser necesarias hasta 14 ondas en condiciones nutricionales deficientes (Driancout, 2001) y prolongándose el intervalo parto-ovulación por más de 100 días (Stagg *et al.*, 1995).

Esta diferencia entre vacas de cría y lecheras está dada por el efecto que ejerce la presencia del ternero sobre la secreción hormonal (Bó, 2002).

2.2.4. Ciclos de corta duración

La primera ovulación posparto generalmente ocurre en ausencia de estro y a menudo es seguida de una fase luteal de corta duración (Murphy *et al.*, 1990; Yavas; Walton, 2000a; Rhodes *et al.*, 2003). Esta fase luteal de corta duración está asociada a la presencia de un cuerpo lúteo de menor tamaño y a bajas concentraciones de progesterona circulante. La fase luteal de corta duración luego de la primera ovulación posparto, se produce como consecuencia de interacciones entre el útero, el cuerpo lúteo y posiblemente el folículo ovulatorio (Rhodes *et al.*, 2003).

La corta duración de estos ciclos estaría dada por la luteólisis anticipada a causa de una liberación prematura de $\text{PGF2}\alpha$ por parte del endometrio (Copelin *et al.*, 1987). La menor concentración de estradiol previo a la primera ovulación no sería suficiente para inhibir los receptores uterinos para oxitocina, y esto permitiría la liberación de $\text{PGF2}\alpha$ por parte del endometrio (Mann; Lamming, 2001).

No se han encontrado evidencias de que el menor tamaño del cuerpo lúteo (Perry *et al.*, 1991) o del folículo ovulatorio (Yavas *et al.*, 1999), tengan relación con la menor duración de estos ciclos.

Savio *et al.* (1990b) observaron que períodos anovulatorios más cortos fueron seguidos por ciclos de longitud normal (20,6 días) o largos (30 días), mientras que períodos anovulatorios más largos fueron seguidos por ciclos cortos (<14 días). En vacas de cría los ciclos cortos se presentan con mayor frecuencia que en vacas lecheras, este hecho podría estar relacionado con liberación de oxitocina inducida por el amamantamiento (Troxel; Kesler, 1984).

2.3. Factores que afectan la duración del anestro posparto

Existen varios factores que afectan la duración del período de reposo sexual posparto en vacas de cría. Entre los de mayor importancia se pueden mencionar el amamantamiento y el estado nutricional, siendo la época de parición, la raza, la edad de la madre y las características del parto factores de menor importancia (Short *et al.*, 1990).

Desde el punto de vista endocrino, todos estos factores ejercen su efecto sobre el sistema reproductivo afectando el funcionamiento del eje hipotálamo – hipófisis – ovario – útero para poder reiniciar la actividad ovárica cíclica posparto (Callejas; Alberio, 1988).

2.3.1. Amamantamiento

La falta de ovulación mediada por los efectos del amamantamiento representa uno de los mayores problemas reproductivos en los establecimientos productores de carne bovina a nivel mundial (Williams *et al.*, 1996).

El efecto del amamantamiento podría ser dividido en dos componentes distintos. El primer componente sería de tipo físico directo, establecido por el contacto del ternero con su madre a través de un mecanismo nervioso a nivel de la mama o de un estímulo táctil en la región inguinal. El segundo, relacionado al comportamiento materno o interacciones vaca-ternero donde están involucrados los sentidos auditivos, visuales y olfatorios que vinculan a la vaca con su ternero (Diskin, 1997).

2.3.1.1. Mecanismos endocrinos que intervienen

El principal déficit endocrino que genera la anovulación posparto en vacas que amamantan sus crías, es la falta de un patrón de secreción de LH que soporte el desarrollo y la maduración final de un folículo preovulatorio. Este déficit depende de mecanismos centrales asociados a las neuronas secretoras de GnRH (Montiel; Ahuja, 2005).

Se ha sugerido que la inhibición de la liberación de GnRH se debe a la acción directa de péptidos opióides endógenos (principalmente β - endorfinas) producidos en el cerebro y la hipófisis anterior, sobre las neuronas secretoras de GnRH (Yavas; Walton, 2000a). Este mecanismo fisiológico mediado por endorfinas y su interacción con los bajos niveles de estrógenos observados durante el posparto temprano, reducen la liberación pulsátil de LH (Myers *et al.*, 2008) y consecuentemente el desarrollo de un folículo ovulatorio (Short *et al.*, 1990).

A medida que el posparto avanza, el efecto supresor del amamantamiento es menos potente (Rund *et al.*, 1989; Stahringer *et al.*, 1994), permitiendo que los pulsos de LH se incrementen paulatinamente hasta inducir la ovulación.

2.3.1.2. El estímulo de succión y la presencia del ternero

Los primeros trabajos del efecto del amamantamiento estuvieron basados en la teoría que la glándula mamaria intervenía directamente en la inhibición de la ciclicidad posparto.

Short *et al.* (1972) observaron que, cuando la glándula mamaria era removida quirúrgicamente y las vacas eran mantenidas sin sus terneros, presentaban períodos de anestro más cortos (12 días) que vacas con la ubre intacta que no amamantaban (25 días). Las vacas mastectomizadas (sin el ternero al pie) y las vacas con la ubre intacta que no amamantaban, tuvieron pospartos más cortos que las vacas que amamantaban a sus terneros (65 días). La ablación de la glándula mamaria permitió la ocurrencia de la primera ovulación aproximadamente 2 semanas posparto cuando los terneros eran retirados de la madre al nacimiento (Short *et al.*, 1972; Viker *et al.*, 1989, 1993).

Más adelante, Viker *et al.* (1993) y Stevenson *et al.* (1994) observaron que, la duración del anestro posparto fue similar en vacas mastectomizadas y vacas con la ubre intacta cuando permanecían con sus terneros al pie. Con estos estudios se hipotetizó que la mímica del acto de mamar y el contacto del ternero con la región inguinal de la madre, aún cuando la mama había sido removida, demoraba la presentación de ciclos estrales a través de un estímulo eléctrico que viajaba por los nervios de la región inguinal. Sin embargo, la denervación completa de la región inguinal y de la mama de vacas que permanecían con su ternero no modificó la duración del anestro respecto de vacas que amamantaban con la ubre intacta (Short *et al.*, 1976).

De estos estudios se concluyó que la anovulación durante el amamantamiento no es mediada por mecanismos somatosensoriales (Williams *et al.*, 1993) y la sola presencia del ternero propio es suficiente para prolongar el anestro (Lamb *et al.*, 1997).

Los estímulos olfatorios, visuales y auditivos, son los responsables de mantener el vínculo vaca-ternero que retrasa la presentación de ciclos estrales (Stevenson *et al.*, 1997). Este vínculo y el comportamiento relacionado al acto de mamar son los responsables de la inhibición de la secreción de LH, y sólo se producen si el ternero es reconocido como propio (Griffith; Williams, 1996). El reconocimiento del ternero por parte de la madre se produce fundamentalmente por medio de la vista y el olfato, dado que la mutilación de los órganos responsables de ambos sentidos permite un incremento de liberación de LH.

Lamb *et al.* (1999), demostraron que la vigencia del vínculo entre la vaca y su ternero es mantenida en tanto la vaca pueda olfatear y/o ver a su cría.

2.3.2. Estado nutricional

Niveles nutricionales deficientes y una inadecuada reserva de energía al parto prolongan la duración del anestro posparto (Wettemann; Bossis, 2000). Durante el posparto temprano, la mala nutrición incrementa el porcentaje de vacas en anestro (Robinson, 1990) y reduce la posibilidad de que los vientres comiencen a ciclar durante la temporada de servicio (Richards *et al.*, 1986).

La ingesta de nutrientes antes y después del parto afecta la duración del intervalo entre el parto y la primera ovulación (Spitzer *et al.*, 1995). Stagg *et al.* (1995) compararon la duración del intervalo con diferentes niveles de aporte de energía, siendo más largo en vacas que recibían dietas pobres en energía (95 ± 12 días), respecto de vacas alimentadas con dietas ricas en energía (70 ± 12 días).

Una medida ampliamente difundida para estimar el nivel de reservas corporales en rodeos de cría es la evaluación de la condición corporal (Short *et al.*, 1990; Sampedro *et al.*, 2003).

Wright *et al.* (1992) observaron que la condición corporal al parto era determinante en el reinicio de la actividad ovárica. Vacas de condición corporal de moderada a alta ($CC \geq 5$; escala de 1 a 9) presentaban intervalos posparto más cortos que las de pobre condición corporal ($CC = 4$); y en vacas con condiciones corporales entre 6 y 7 los intervalos posparto eran aún más cortos.

Sin embargo, existe una variación considerable en el intervalo posparto asociada no sólo a la ingesta de energía posparto, o a la condición corporal al parto, sino también a las variaciones de ganancia de peso que ocurren antes y después del parto. En varios trabajos revisados por Dunn y Moss (1992), vacas de buena condición corporal ($CC = 7$), que no presentaron variaciones de peso antes o después del parto, tuvieron un intervalo posparto menor a 60 días; vacas de moderada condición corporal (CC de 4 a 6), un mayor porcentaje presentó celo a los 60 días posparto cuando registraban aumentos de peso durante el preparto, respecto de las que perdían peso durante el posparto; y sólo el 25% de las de pobre condición corporal ($CC < 3$) que habían perdido peso antes o después del parto, presentaron celo entre los 60 y 80 días posparto.

Las pérdidas de peso en el posparto temprano son la consecuencia de una asociación negativa entre el consumo de energía, los requerimientos corporales de mantenimiento y la producción de leche (Diskin *et al.*, 2003). Este estado fisiológico es conocido como balance energético negativo y se da tanto en vacas lecheras, como en vacas de cría. En vacas de cría, esta condición fisiológica se agrava cuando los

requerimientos energéticos de los vientres son cubiertos por pastizales naturales, debido a la dependencia climática de producción que estos tienen en volumen y calidad (Montiel; Ahuja, 2005).

2.3.2.1. Estado nutricional y dinámica folicular

La condición corporal al parto y el inadecuado consumo de energía durante el posparto afectan la dinámica folicular.

La condición corporal al parto incide sobre el número de folículos medianos y grandes (≥ 10 mm) que emergen entre los 5 y 17 días posparto. Vacas obesas (CC=8) presentan mayor cantidad de folículos medianos a los 5 días posparto, y mayor cantidad de folículos grandes a los 9 días posparto, que en vacas de condición corporal 3 (muy flacas), 4 (flacas) o 6 (óptima). A los 17 días posparto, las vacas muy flacas presentan una menor cantidad total de folículos que las de condición corporal 4, 6 u 8 (Wettemann; Bossis, 2000).

El inadecuado consumo de energía reduce la tasa de crecimiento, el diámetro máximo y la persistencia del folículo dominante previo a la ocurrencia de la ovulación (Rhodes *et al.*, 1995; Bossis *et al.*, 1999; Wetteman *et al.*, 2003); como también afecta el número de ondas foliculares que emergerán previo a la primera ovulación posparto (7 vs 11 ondas; para dietas ricas y pobres en energía, respectivamente; Stagg *et al.*, 1995).

Con niveles nutricionales relativamente bajos, los folículos dominantes alcanzan los 8 mm de diámetro sin llegar al tamaño preovulatorio, presentándose una condición anovulatoria conocida como “anestro superficial”. Si las condiciones nutricionales se vuelven aún más críticas y los folículos crecen por debajo de los 6 mm sobreviene otra condición anovulatoria más severa, el “anestro profundo” (Bó, 2002).

2.3.2.2. Estado nutricional y secreción de gonadotrofinas

Los efectos de la nutrición a nivel ovárico podrían estar dados por alteraciones en la secreción de GnRH, LH y FSH que afectarían el crecimiento folicular y la síntesis de esteroides (Diskin *et al.*, 2003).

Existen varias hipótesis que tratan de explicar los mecanismos por los cuales la nutrición puede afectar la ciclicidad. Una de estas hipótesis plantea que los bajos niveles de estradiol presentes durante el déficit nutricional ejercen feedback negativo

sobre la secreción de GnRH (Diskin *et al.*, 2003). Este efecto conduciría a pocos pulsos de LH afectando el crecimiento del folículo dominante (Savio *et al.*, 1990b).

Sin embargo, Diskin *et al.* (2003) encontraron que vacas restringidas nutricionalmente presentan altas concentraciones de GnRH en la eminencia media del hipotálamo. Además, se han explorado otros mecanismos de la inhibición de la liberación de GnRH que involucran metabolitos nutricionales (glucosa, ácidos grasos, aminoácidos), neurohormonas (neuropéptido Y) y hormonas metabólicas (Insulina, hormona de crecimiento, IGF-1, Leptina, Grelina) (Montiel; Ahuja, 2005; Hess *et al.*, 2005).

La FSH no parece estar afectada por la desnutrición (Palma, 2008). Bossis *et al.* (1999) realizaron un estudio en vaquillonas alimentadas a mantenimiento y en restricción nutricional, y encontraron elevadas concentraciones de FSH en ambos grupos, concluyendo que la secreción de FSH no es un factor limitante en animales restringidos nutricionalmente.

2.3.2.3. Estado nutricional y eficiencia reproductiva

El estado nutricional al momento del parto condiciona la duración del anestro posparto y la eficiencia reproductiva en vacas con cría (Wettemann *et al.*, 2003).

La duración del anestro posparto y el porcentaje de preñez a obtener durante la temporada de servicio pueden ser estimados mediante la evaluación de la condición corporal al parto y/o al inicio del servicio (Randel, 1990a; DeRoguen *et al.*, 1994; Ferrugen Moraes *et al.*, 2006 y 2007; Renquist *et al.*, 2006a).

Existe una relación lineal entre el porcentaje de preñez y la condición corporal (Renquist *et al.*, 2006a; Ferrugen Moraes *et al.*, 2007). Con condiciones corporales altas al parto (≥ 6) se puede esperar alrededor del 90% de preñez, con condiciones corporales medianas (4 – 5) entre el 65 y 70 % y con vacas de pobre condición corporal (<3) no más del 30% de preñez (Sampedro *et al.*, 2003; Ferrugen Moraes *et al.*, 2006).

De la misma manera se han obtenido relaciones entre la condición corporal al parto, la condición corporal al servicio y la duración del anestro; la condición corporal y el intervalo parto-parto y el peso de los terneros al destete (Renquist *et al.*, 2006a), asociando estos valores a las variables estacionales y climáticas.

La importancia práctica de establecer un indicador del estado nutricional como la condición corporal radica en poder hacer una mejor elección de las herramientas de manejo y farmacológicas disponibles para maximizar la producción de terneros en los rodeos de cría (Ferrugen Moraes *et al.*, 2006).

2.3.3. Edad (número de partos)

Las vacas primíparas presentan intervalos posparto más prologados que la multíparas (Short *et al.*, 1990; Browning *et al.*, 1994; Strauch *et al.*, 2001; Renquist *et al.*, 2006b). Esta diferencia es producto de los elevados requerimientos nutricionales de las vacas primíparas (Short *et al.*, 1990; Randel *et al.*, 1990a), dado que deben amamantar a sus crías y aún no han terminado su etapa de crecimiento.

2.3.4. Época de parición

La duración del anestro posparto en vacas de cría está influenciada por la época de parición, debido a que esta actividad se realiza en condiciones de pastoreo, donde la disponibilidad y calidad de forraje varía de acuerdo a la época del año.

Los animales tienden naturalmente a parir en el final de la primavera y principio del verano, donde los aportes nutricionales son mayores. Si las vacas parieran en el invierno tendrían un intervalo parto-celo y parto-concepción de mayor duración y si parieran en primavera – verano tendrían un intervalo entre partos más corto (Callejas; Alberio, 1988).

El efecto negativo de la estación del año sobre la función reproductiva es mayor en vacas que amamantan a sus crías (Peters; Riley, 1982), en vacas primíparas (Hansen; Hauser, 1983) y en vientres alimentados con dietas pobres en energía (Montgomery *et al.*, 1985).

Por otro lado, la estación del año no sólo afecta el intervalo parto – ovulación, sino también la duración del estro. White *et al.* (2002) observaron que, la duración del estro era mayor durante el verano (17 horas) que durante el invierno (15 horas) o la primavera (14 horas).

2.4. Prácticas de manejo para mejorar el desempeño reproductivo posparto

2.4.1. Manejo de la lactancia

Es bien conocido que el acto de amamantar en vacas para carne es uno de los factores que más afecta la duración del anestro posparto (Short *et al.*, 1990; Williams, 1990). Para contrarrestar los efectos negativos que el amamantamiento produce se han desarrollado técnicas de supresión o restricción de la lactancia para acortar el período de anestro posparto (Galina *et al.*, 2001). Estas técnicas de manejo son: el amamantamiento restringido, la restricción del amamantamiento mediante el uso de placas nasales (“*enlatado*”), el destete temporario y el destete precoz.

2.4.1.1. Amamantamiento restringido (una vez por día)

Esta práctica consiste en separar los terneros de sus madres, entre los 20 y 30 días de edad, permitiéndoles mamar una vez por día por un lapso de 30 a 60 minutos, hasta la aparición del primer estro posparto. El efecto más beneficioso con este régimen de mamado se observa particularmente en vacas primíparas, presentándose un retorno al celo más temprano que con el amamantamiento *ad libitum* (Bó, 2005).

Randel (1990b) logró disminuir la duración del período parto-primer celo de 168 a 69 días en vacas de primera parición con ternero al pie restringiendo el amamantamiento a una vez por día. Otros investigadores han encontrado reducciones de la duración del anestro posparto de 20 días con esta práctica de manejo (Reeves; Gaskins, 1981; Browning *et al.*, 1994).

La restricción del amamantamiento causa un incremento en la concentración plasmática de progesterona (Browning *et al.*, 1994), siendo más evidente en vacas primíparas durante la primera fase luteal. Esto podría explicar el mérito adicional de la técnica en vacas primíparas (Ramírez, 2006).

La mayoría de los investigadores citados coinciden en que el amamantamiento una vez al día no mejora la tasa de concepción del primer celo posparto, pero sí aumenta la preñez global del rodeo. La eficiencia productiva de los terneros (ganancia diaria de peso y peso al destete) no se ve afectada por esta práctica.

2.4.1.2. “Enlatado”

La aplicación de placas nasales en los ollares del ternero (“enlatado”) es otra de las técnicas para restringir el amamantamiento. Esta práctica es factible de realizarse con terneros de más de 60 días de vida, edad en la cual el desarrollo de su sistema digestivo les permite digerir alimentos groseros (Stahringer, 2003).

La aplicación de la “lata” evita que el ternero pueda mamar suprimiendo el efecto negativo de la producción de leche, pudiéndose reducir la misma hasta el 50% pos tratamiento (Stahringer, 2003). Sin embargo, esta técnica no suprime el vínculo vaca-ternero, ya que la presencia del ternero al pie de la madre es constante y este intenta mamar imitando la posición de amamantamiento real, afectando negativamente el reinicio de la actividad cíclica posparto (Hoffman *et al.*, 1996).

La respuesta al enlatado puede ser extremadamente variable y está asociada a la condición corporal, al aumento de peso y al tipo de anestro (superficial o profundo) que presentan los vientres al momento de su aplicación.

En trabajos realizados en Argentina se ha encontrado un efecto positivo con enlatados de 14 días sobre la reproducción en vacas con condiciones corporales 2 y 3 puntos (escala de 1 a 9), pudiéndose obtener respuestas en la tasa de preñez del orden de 18% y 9%, respectivamente (Sampedro *et al.*, 2003).

Por otro lado, el uso de esta práctica presenta un costo adicional, ya que los terneros “enlatados” registran una pérdida de alrededor de 5 kg de peso vivo por cada 7 días de duración del tratamiento, generándose una merma de 10 kg en el peso al destete para tratamientos de 14 días (Sampedro *et al.*, 1998).

2.4.1.3. Destete temporario

El destete temporario ha sido una de las prácticas más utilizadas para reducir los efectos deletéreos de la lactancia por su bajo costo y facilidad de aplicación. Consiste en separar los terneros de sus madres por cortos períodos de tiempo (48 a 96 hs), en corrales alejados de los potreros donde se encuentran los vientres, suprimiéndose el amamantamiento, el contacto visual y auditivo de las vacas con sus terneros.

Si bien los resultados encontrados son variables, el uso de esta práctica reduce el intervalo parto-estro y mejora las tasas de ovulación y celo (Alberio *et al.*, 1984; Soto Belloso *et al.*, 2002; Quintans *et al.*, 2004).

La reducción del intervalo parto-estro aplicando un destete de 96 hs puede ser de hasta 35 días respecto de vacas que permanecen con sus terneros (Soto Belloso *et*

al., 2002). Con respecto a las tasas de celo, Arisnabarreta (1984) encontró que el porcentaje de celo diario se elevó de 1,65% a 4,03% durante los 12 días posteriores a un destete temporario de 48 hs. Esta mejora en la tasa de celo parece estar influenciada por la duración del posparto, presentándose una mayor respuesta a los destetes temporarios en vacas con pospartos de menos 40 días (Alberio *et al.*, 1984; Callejas *et al.*, 1992).

Este tipo de destete ha sido el más utilizado junto a protocolos de sincronización de celo desde la década del '70 (Bó, 2005) y en general se han obtenido buenos resultados en la inducción de la ovulación en vacas de buena condición corporal. Sin embargo, estos tratamientos son inefectivos en vacas de pobre condición corporal siendo necesario en estos casos, la utilización de destetes definitivos y altos niveles de suplementación nutricional para inducir la ovulación en vacas en anestro profundo (Williams, 1990).

2.4.1.4. Destete precoz

El destete precoz consiste en la supresión definitiva de la lactancia. La interrupción de la lactancia provoca un doble efecto sobre el comportamiento reproductivo de los vientres. Por un lado, la drástica reducción de los requerimientos nutricionales de los vientres se manifiesta en una rápida mejora de la condición corporal y, por otro lado, se anulan los procesos inhibitorios derivados de la presencia del ternero que afectan la reanudación de los ciclos estrales en el posparto (Monje *et al.*, 1996).

La magnitud del impacto del destete precoz está relacionada a la edad posparto, a la categoría (vacas primíparas o múltiparas) y al estado nutricional de los vientres en que se aplica. Todos estos factores y la interacción entre ellos generan resultados diferentes.

En un trabajo realizado por Shiersmann *et al.* (1991) en vacas primíparas “cola de parición” en buena condición corporal, se observó que la fertilidad de los celos fue afectada por la duración del posparto (posparto corto =100 días; largo = 120 días). En este caso, el destete precoz tuvo un efecto positivo sobre las vacas que presentaron posparto corto (29% vs 67%; con cría vs destete precoz, respectivamente).

Arthington y Kalmbacher (2003) destetando precozmente terneros de vaquillonas durante dos años consecutivos obtuvieron mayores tasas de preñez (89,5 vs 50 % y 96,7 vs 80 %; para el 1º y 2º año, respectivamente) respecto de las que amamantaban

sus crías. Las diferencias en preñez entre años estuvieron asociadas a la evolución de la condición corporal que presentaron los vientres pos destete.

El efecto positivo de esta práctica ha sido informado por varios autores a nivel internacional. La conclusión constante de estos autores es que el destete precoz reduce significativamente el intervalo parto-estro y mejora las tasas de concepción en vientres de cría (Bellows *et al.*, 1974; Lusby *et al.*, 1981; Callejas *et al.*, 1999; Arthington; Kalmbacher, 2003; Galindo-Gonzalez *et al.*, 2007).

En Argentina esta práctica ha sido estudiada en profundidad y ampliamente difundida a nivel comercial. El producto de estos estudios condujo a una metodología de aplicación ajustada a la condición corporal de los vientres, donde el mayor impacto del destete precoz se obtiene en vientres de condiciones corporales pobres y pospartos de 60 días o menos (Sampedro *et al.*, 1998; Stahringer, 2003; Galli *et al.*, 2005).

Estudios recientes muestran la factibilidad de destetar terneros a los 30 días de vida (Monje *et al.*, 2004; Galli *et al.*, 2005; Vittone *et al.*, 2006). Esta práctica conocida como destete “hiperprecoz o superprecoz” permitiría incrementar el impacto generado por la supresión de la lactancia en vacas con pospartos de menos de 40 días, pero la información respecto de cómo se modifican los eventos reproductivos luego de su aplicación aún no se conoce.

2.4.2. Estimulación por exposición a toros (Bioestimulación)

El efecto macho para inducir celos en hembras en anestro ha sido ampliamente estudiado en ovinos y caprinos (Ungerfeld *et al.*, 2004). En vacas, la duración del anestro posparto decrece cuando son estimuladas por toros (Custer *et al.*, 1990; Fernández *et al.*, 1993; Hombuckle II *et al.*, 1995; Landaeta-Hernández *et al.*, 2004).

El efecto bioestimulador parece estar mediado por feromonas presentes en los productos de secreción de los toros (Berardinelli; Joshi, 2005a). Factores como la condición corporal (Stumpf *et al.*, 1992; Larson *et al.*, 1994), el estado nutricional (Monje *et al.*, 1992), la estación del año (Alberio *et al.*, 1987) y el intervalo posparto (Berardinelli; Joshi, 2005b), modulan la respuesta al estímulo de los toros.

2.5. Hormonas utilizadas para mejorar el desempeño reproductivo posparto

Diferentes productos hormonales han sido probados para acortar el anestro posparto y mejorar la eficiencia reproductiva en vacas de cría. Los esquemas de aplicación en tratamientos con hormonas naturales o con sus análogos sintéticos se han basado en el funcionamiento de los mecanismos endocrinos fisiológicos, tratando de “imitar” y/o inhibir su acción endocrina natural.

2.5.1. Hormona liberadora de gonadotrofinas (GnRH).

La GnRH es una potente agonista que induce la liberación de FSH y LH en la hipófisis, alterando los patrones de pulsatilidad de estas hormonas (Roche *et al.*, 1998). Esta propiedad de la GnRH ha sido utilizada en vacas para elevar los deficientes niveles de LH presentes durante el posparto e inducir la ovulación.

La respuesta folicular a la GnRH depende del estado de la onda folicular al momento de la aplicación y sólo ovularán los folículos dominantes en fase de crecimiento o estática temprana. De no encontrarse en estas fases, los folículos regresan y se genera una nueva onda de crecimiento folicular (Twagiramungu *et al.*, 1992; Roche *et al.*, 1998).

La aplicación de una dosis de GnRH induce el pico de LH y la ovulación entre los 10 y 18 días posparto en vacas lecheras (Britt *et al.*, 1975; Fernández *et al.*, 1978; Foster *et al.*, 1980) y entre los días 21 y 31 en vacas de cría (Wettemann *et al.*, 1982; Randel *et al.*, 1996), generando la formación de estructuras luteales en el 75% de las vacas acíclicas (Thompson *et al.*, 1999). Con el propósito de mejorar esta respuesta se han aplicado múltiples dosis de GnRH de manera intermitente e incluso se han probado infusiones constantes. Con dosis intermitentes luego del día 20 posparto, se logró incrementar el número y tamaño de los folículos (Spicer *et al.*, 1986), las concentraciones plasmáticas de LH y estradiol (Riley *et al.*, 1981; Jagger *et al.*, 1987) y el porcentaje de ovulación sólo en algunas vacas. En cambio la infusión continua aplicada entre los 9 y 35 días indujo el pico de LH y la ovulación entre el 50 y el 100% en vacas con cría al pie (Lofstedt *et al.*, 1981; Jagger *et al.*, 1987).

Los cuerpos lúteos generados luego del tratamiento con GnRH, en cualquiera de los sistemas de aplicación, presentaron una vida media más corta que los generados espontáneamente (Jagger *et al.*, 1987; Copelin *et al.*, 1988; Crowe *et al.*, 1993).

Por otro lado, Mihm *et al.* (1998) encontraron respuestas diferentes en el desarrollo folicular ante la inyección de distintos volúmenes de GnRH.

En conclusión, la variabilidad en la respuesta obtenida con la utilización de GnRH es una limitante para su utilización como método práctico de inducción y sincronización de celos (Diskin *et al.*, 2002).

2.5.2. Gonadotrofinas

La aplicación de PMSG (Gonadotrofina sérica de yegua preñada), o eCG (Gonadotrofina coriónica equina), estimula el crecimiento folicular, la secreción de estradiol, la descarga de LH y la ovulación en vacas en anestro (Echternkamp, 1978; Wettemann *et al.*, 1982). La hCG (Gonadotrofina coriónica humana) induce la ovulación en la mayoría de los animales tratados, pero es seguida por la formación de un cuerpo lúteo de vida media corta y el regreso al anestro de una gran proporción de los mismos. La administración de FSH en vacas con cría estimula el crecimiento folicular sin llegar a inducir la ovulación (Yavas *et al.*, 1999).

Las gonadotrofinas como la FSH, PMSG y eCG pueden estimular el crecimiento y eventualmente producir la ovulación de los folículos dominantes que se desarrollan en el posparto, pero no inducen la maduración final de los mismos, hecho que requiere de la apropiada frecuencia de pulsos de LH (Yavas; Walton, 2000b).

2.5.3. Estrógenos

El mecanismo de feedback positivo que los estrógenos ejercen sobre la liberación de FSH y LH ha sido usado para inducir la ovulación posparto en vacas mediante aplicación exógena de estradiol (Yavas; Walton, 2000b).

La administración de estrógenos a vacas en anestro el día 21 posparto indujo la liberación de un pico LH (Forrest *et al.*, 1980). Este mismo efecto se observó aplicando un implante con estradiol entre los 10 y 17 días posparto (Peters, 1984). Resultados similares fueron obtenidos por García-Winder *et al.* (1988), donde lograron incrementar el porcentaje de ovulación aplicando un implante durante 21 días, a partir del día 26 posparto.

Sin embargo, Azzazi y Garverick (1984) observaron que la aplicación de una dosis de 20 mg durante 7 días luego del parto, inhibió la liberación de LH. En vacas lecheras, la inyección intramuscular de 10 mg de 17- β -estradiol en el posparto temprano, también redujo la liberación de LH y no logró inducir la ovulación (Manns; Richardson, 1976).

La respuesta a la inyección de 17- β -estradiol sobre la liberación de LH puede ser positiva o negativa en función de la dosis aplicada (Day *et al.*, 1990), y aquella puede ser influenciada por los efectos del amamantamiento (Randel *et al.*, 1981) y por el período posparto que presentan las vacas al momento de su aplicación (Saiduddin *et al.*, 1968).

2.5.4. Antiestrógenos

El eje hipotálamo-hipófisis de vacas que amamantan a sus crías es sensible al feedback negativo de los estrógenos ováricos, dando como resultado la supresión de los pulsos de LH (Yavas; Walton, 2000b). Callejas *et al.* (1997), exploraron la hipótesis de que el efecto negativo de los estrógenos podría ser bloqueado por antiestrógenos, imitando el efecto del destete y provocando la reactivación sexual de vacas con cría al pie. Pero los resultados obtenidos han sido controversiales. Utilizando implantes de enclomifeno entre los días 20 y 29 posparto, Chang y Reeves (1987) lograron acortar el período de anestro. Sin embargo, estos mismos autores observaron una prolongación del período de anestro cuando aplicaron citrato de clomifeno en forma inyectable durante 7 días a partir del día 21 posparto.

En trabajos realizados en Argentina en vacas primíparas y multíparas, con cría, no se encontraron efectos del citrato de clomifeno en la reactivación sexual posparto (Callejas *et al.*, 1997). Estos autores coinciden, en que la variabilidad de los resultados obtenidos podría explicarse por las diferentes dosis utilizadas y por propiedades inherentes a la droga, ya que el citrato de clomifeno puede actuar como agonista o antagonista estrogénico, dependiendo de la dosis utilizada.

2.5.5. Progesterona o progestágenos

Los tratamientos con progesterona o progestágenos han demostrado ser los métodos más efectivos para inducir la ciclicidad durante el posparto en vacas de cría. El nombre genérico de progestágenos se le da a un grupo de compuestos que son similares a la progesterona (Mapletoft *et al.* 1999). Dentro de estos compuestos se pueden citar los progestágenos de administración oral como el Acetato de Melengestrol (MAG), los implantes subcutáneos de Norgestomet (Syncro-Mate-B y Crestar) y los dispositivos intavaginales progesterona (CIDR-B, PRID, DIB, TRIU-B, Esponjas, etc.).

Estos tratamientos mantienen elevadas las concentraciones plasmáticas de progesterona (niveles subluteales) por un período de tiempo establecido (Fike *et al.*, 1997; Lucy *et al.*, 2001), provocando un aumento en la frecuencia de pulsos de LH (García-Winder *et al.*, 1986; Anderson *et al.*, 1996; Rhodes *et al.*, 2002), promoviendo el desarrollo folicular, maduración del folículo dominante y su capacidad ovulatoria (Roche *et al.*, 1998; Baruselli *et al.*, 2003). Además evitan la formación de un cuerpo lúteo de vida corta (Rivera *et al.*, 1998).

Durante algún tiempo estos tratamientos dejaron de usarse debido a que con tratamientos de 14 días (para esperar la regresión “natural” del cuerpo lúteo) se obtenía una buena sincronía de los celos pero de baja fertilidad (Macmillan; Peterson, 1993). Posteriormente se observó que si bien los progestágenos aumentaban la secreción de LH, no llegaban a imitar la acción de los niveles luteales de progesterona sobre la pulsatilidad de LH y esto hacía que el folículo dominante siguiera creciendo, impidiendo el desarrollo de una nueva onda folicular (Stock; Fortune, 1993). El estímulo de LH activaba el reinicio de la meiosis en el ovocito de manera que, cuando se retiraba la fuente de progesterona, el folículo dominante ovulaba un ovocito degenerado o en degeneración (Revah; Buttler, 1996).

El problema de la baja fertilidad en los programas de inducción de celo tuvo solución cuando se observó que la inclusión de estradiol o GnRH al inicio del tratamiento con progestágenos inducía la atresia u ovulación de los folículos dominantes existentes y promovía la emergencia sincrónica de una nueva onda de crecimiento folicular (Roche *et al.*, 1999; Burke *et al.*, 2000). De esta manera, todos los animales tratados generan un folículo dominante “nuevo”, con un ovocito viable en el momento de la remoción del dispositivo con progestágeno (Bó, 2002). A su vez, el uso de GnRH o estradiol luego de retirada la fuente de progestágeno induce el pico preovulatorio LH mejorando la sincronía de las ovulaciones (Day, 2004).

En los tratamientos con inclusión de GnRH es obligatorio el uso de PGF_{2α} al momento del retiro del progestágeno para causar la regresión de los cuerpos lúteos GnRH-inducidos. Esto no es necesario en los tratamientos con estradiol aplicados a vacas en anestro (Day, 2004).

La duración del tratamiento con progesterona o progestágenos varía de 6 a 10 días, no encontrándose aún una duración óptima del mismo (Rhodes *et al.*, 2003). Esto se debe a que en todos los casos la respuesta a progesterona o progestágenos siempre es positiva, incrementando la probabilidad de ovulación de vacas en anestro con cría al pie (Fike *et al.*, 1997; Lucy *et al.*, 2001).

En conclusión, este tipo de tratamiento hormonal puede inducir la aparición de ciclos estrales en la mayoría de la vacas de cría en anestro posparto, pudiéndose obtener tasas de concepción similares a las de vacas cíclicas en programas de inseminación artificial. En vacas primíparas, de pobre condición corporal o con un corto período posparto, la respuesta puede ser menos efectiva, pero aún en estas condiciones resulta en preñeces y en la aparición de ciclos estrales en algunas de ellas. El uso de esta tecnología permite la inclusión de vacas en anestro en programas de sincronización con aceptables niveles de eficiencia reproductiva (Day, 2004).

2.6. Control de la lactancia y tratamientos hormonales en IATF

Para mejorar la eficiencia reproductiva en protocolos de inducción-sincronización de celos en sistemas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF), se han utilizado diferentes herramientas de manejo para minimizar los efectos deletéreos de la lactancia y el amamantamiento en vacas de cría.

2.6.1. “Enlatado” asociado a tratamientos con progestágenos

La interrupción del amamantamiento mediante la aplicación de tabillas nasales (“lata”) durante 10 días, asociado a un tratamiento de progesterona/estradiol para IATF en vacas de cría primíparas con un alto porcentaje de anestro y con 60 a 90 días posparto, no produjo diferencias estadísticamente significativas de preñez en el grupo con terneros enlatados (61%) respecto de un grupo control sin enlatar (55%; Castro *et al.*, 2006).

En otro trabajo donde se comparó el efecto del enlatado durante 14 días y dos años consecutivos en vacas cruzas cebú con cría al pie, de buena condición corporal, con 60 a 80 días posparto y con un alto porcentaje de animales en anestro, junto con un protocolo de sincronización con progestágenos para IATF, tampoco se observaron diferencias de preñez por efecto del enlatado entre años. Sin embargo se encontró una interacción año x lata, registrándose un 10% más de preñez en las vacas tratadas con “lata” durante el primer año. Este resultado estuvo relacionado al aumento de peso que registraron los animales durante el tratamiento, dado que durante el primer año se registró un aumento de peso y durante el segundo año una pérdida de peso (Bó, 2005).

La asociación del destete con tabillas nasales a tratamientos para IATF podría ser beneficiosa cuando se trabaja con un alto porcentaje de animales en anestro, pero la información de su uso es escasa y contradictoria (Bó, 2005).

2.6.2. Destete temporario asociado a tratamientos con progestágenos

El destete temporario es otra de las prácticas aplicadas junto a protocolos de inducción-sincronización de celos con progestágenos en vacas de cría en anestro. Generalmente, los terneros son separados de sus madres por el intervalo de tiempo comprendido entre el retiro de los dispositivos con progesterona o progestágenos y el momento de la inseminación artificial a tiempo fijo.

Una de las prácticas que combina destete temporario y progestágenos en IATF es conocida como el "Tratamiento o efecto de Shang" (Yavas; Walton, 2000b). Esta consiste en separar los terneros de sus madres por 48 hs luego del retiro de un implante con norgestomet y da como resultado un incremento en la tasa de preñez respecto de un tratamiento con progestágeno solo (Kiser *et al.*, 1980; McVey; Williams, 1987).

Scena *et al.* (1998) utilizaron un implante con progestágeno por 9 días y destete temporario por 56 hs desde el retiro del implante, en vacas multíparas en anestro y lograron superar ampliamente las tasas de concepción de la IATF (69%), respecto de vacas tratadas sólo con progestágenos (27%).

En otra experiencia, se observó que aplicando un destete de 72 hs luego del retiro de esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) se incrementó la tasa de celo en las primeras 36 hs luego de retiradas las esponjas, respecto de un tratamiento solo con esponjas. En este trabajo, la tasa de preñez a la IATF no fue mejorada por efecto del destete temporario (Doray *et al.*, 1996). Este resultado coincide con el obtenido por Borges *et al.* (2007), donde tampoco encontraron diferencias en la tasa de concepción utilizando esponjas con MAP y destetes de 96 hs e IATF.

La remoción temporal del ternero combinada con el uso de progestágenos es un método efectivo para inducir la ovulación y reducir el intervalo parto-ovulación. Pero estos tratamientos usualmente son seguidos de estros poco manifiestos y ciclos de corta duración (Rhodes *et al.*, 2003).

2.6.3. Destete precoz asociado a tratamientos con progestágenos

De todas las prácticas utilizadas para suprimir los efectos negativos del amamantamiento combinadas con protocolos de inducción-sincronización de celos, el destete precoz es la que mayor impacto provoca en los índices de preñez obtenidos después de una IATF.

Menchaca *et al.* (2005) compararon el efecto de progestágenos (DIB), el destete precoz y la combinación progestágenos con destete precoz, en un rodeo de buena condición corporal, con el 90% de vacas en anestro y entre 60 y 90 días posparto, sobre la fertilidad obtenida a la IATF. El destete se realizó en el mismo momento de la colocación del DIB y los animales fueron inseminados entre las 52 y 56 hs de retirado el DIB. En el tratamiento destete precoz solo, se realizó inseminación artificial a celo detectado durante 30 días a partir del momento del destete. La asociación del destete precoz y el tratamiento con progestágenos logró un 21,7% más de preñez a la IATF (56,5% vs. 34,8%; DIB + destete precoz vs. DIB solo, respectivamente) y cerca de 30 puntos porcentuales más de preñez a los 30 días de servicio comparado con la aplicación del destete precoz solo.

En otro trabajo realizado por Souza Neto *et al.* (2007) en vacas con 90 a 120 días posparto, se comparó destete precoz con inseminación a celo detectado e IATF después de destete precoz más progestágenos (CIDR-B). Se obtuvo un 48% de preñez a la IATF pero no existieron diferencias significativas a los 30 días de servicio, respecto del grupo con destete precoz solo (56%). En estos trabajos la supresión definitiva del amamantamiento y la aplicación de progestágenos fue realizada con pospartos de más de 60 días. Esto se debe a que la práctica del destete precoz originalmente se diseñó para destetar terneros con no menos de 60 días de edad y/o 70kg de peso (Monje *et al.*, 1996).

La posibilidad de realizar destetes, como el hiperprecoz, a edades más tempranas (30 a 40 días) permite aplicar la combinación de prácticas de destete y tratamientos hormonales con pospartos más cortos. En las primeras experiencias realizadas, utilizando este tipo de destete (30 días de edad; Hiperprecoz) y dispositivos intravaginales con progesterona/progestágenos (DIB, TRIU-B y Esponjas) en vacas multíparas con pospartos cortos, de 30 a 40 días, se ha logrado obtener entre el 40 y 50% de preñez a la IATF y un 90% de preñez global con toros de repaso en un servicio de 45 días totales (Galli *et al.*, 2005; Monje, 2006).

La supresión definitiva de la lactancia combinado a tratamientos de inducción/sincronización de celos con progestágenos mejora la respuesta reproductiva. Sin embargo, sería importante identificar cual es el momento mas indicado para realizar el destete durante un tratamiento con progestágenos para obtener el mejor resultado en la IATF.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Experimento 1 (“*Vacas de baja CC*”)

3.1.1. Ubicación geográfica

El experimento se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, Argentina (32° 29´ 28’’ latitud sur; 58° 20´ 49’’ longitud oeste).

3.1.2. Época

La experiencia se realizó en primavera entre el 11 de septiembre y el 12 de noviembre del año 2007.

3.1.3. Animales experimentales

Se utilizaron 38 vacas multíparas con cría al pie, de raza Hereford y Polled Hereford. El intervalo parto-inicio del tratamiento con progestágenos fue de $55,7 \pm 8,8$ días (promedio \pm DE). La condición corporal de los animales al comienzo del ensayo fue de $3,3 \pm 0,8$ puntos (promedio \pm DE; escala de 1 a 9; Herd y Sprott, 1986) y el peso de $398,0 \pm 37,4$ kg. En función de la calificación de la condición corporal (CC) se denominó a este experimento como “*vacas de baja CC*”.

Los animales se encontraban pastoreando sobre un potrero de campo natural característico de la zona (*Andropogon lateralis*, *Axonopus affinis*, *Bouteloua magapotámica*, *Stypa spp*, *Paspalum spp*, *Panicum spp*, *Piptochaetium spp*, *Setaria spp*, *Deyeussia icana*, *Galactia marginalis*) durante el transcurso del experimento y fueron suplementados con rollos de Moha (*Setaria itálica*) durante su permanencia en los corrales en los momentos de muestreos más intensivos.

Los terneros fueron destetados precozmente utilizando las prácticas de manejo y raciones con inclusión del modificador de flora ruminal Ruter[®] (Asociación de Cooperativas Argentinas) recomendadas en la publicación Destete Precoz en Cría Vacuna, Manual para la toma de decisiones y ejecución de la técnica, Volumen 2 (Galli *et al.*, 2005).

3.1.4. Tratamientos

Al inicio del experimento los animales fueron distribuidos según un diseño completamente aleatorizado en los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1 (n=9): Destete precoz 10 días antes de colocar el DIB (DP-10)
- Tratamiento 2 (n=9): Destete precoz el día de colocación del DIB (DP0)
- Tratamiento 3 (n=10): Destete precoz el día del retiro del DIB (DP8)
- Tratamiento 4 (n=10): Con cría al pie (C/cría)

Todas las vacas fueron tratadas durante 8 días con dispositivos intravaginales para bovinos (DIB, Syntex, Argentina) impregnados con 0,5 g de progesterona. Al momento de colocar los dispositivos (día 0) se aplicó una dosis de 2 mg de benzoato de estradiol (BE; Benzoato de estradiol, Syntex, Argentina; i.m.). Al retiro de los dispositivos (día 8) se aplicó una dosis de 500 µg de cloprostenol sódico (Ciclase DL, Syntex, Argentina; i.m.) y 24 horas posretiro se aplicó 1 mg de BE (Syntex, Argentina; i.m.). En la Figura 1 se presenta un esquema de los tratamientos instalados en función del protocolo de inducción/sincronización de celos utilizado.

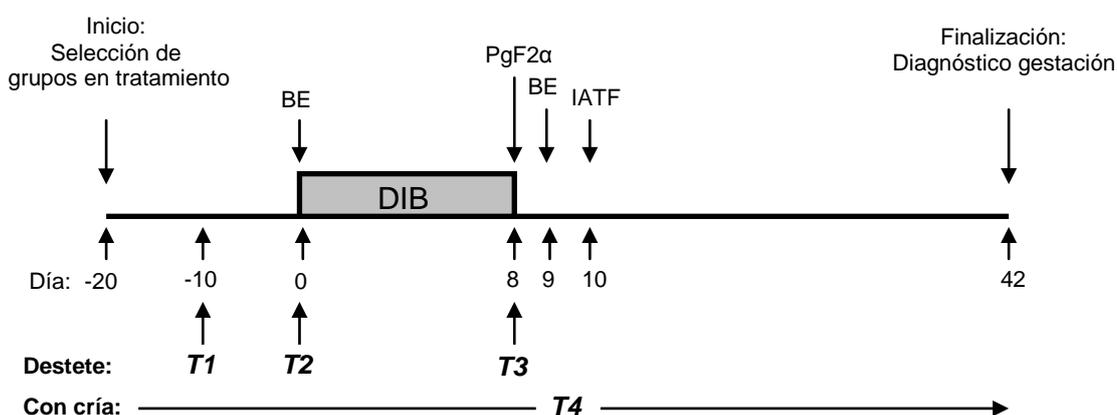


Figura 1: Presentación esquemática de los tratamientos.

Al momento de colocar los dispositivos (día 0) las vacas tenían un posparto de $55,1 \pm 10,6$ (38–67), $55,9 \pm 9,0$ (38–67), $56,1 \pm 7,9$ (40–65) y $55,5 \pm 9,2$ (37–65) días (promedio \pm DE; (rango)), para los tratamientos DP-10, DP0, DP8 y C/cría, respectivamente.

La edad de los terneros al destete fue de $45,1 \pm 10,6$ días para el tratamiento DP-10, $55,9 \pm 9,0$ días para el tratamiento DP0 y $64,1 \pm 7,9$ días para el tratamiento DP8. Los terneros pertenecientes al tratamiento C/cría permanecieron al pie de la madre hasta la finalización del experimento (día 42).

Todas las vacas fueron inseminadas a tiempo fijo (IATF) a las 56 horas del retiro de los dispositivos por un mismo operador con semen en pajuela congelado/descongelado de un toro Polled Hereford de fertilidad probada.

3.1.5. Estudios ecográficos

Con la finalidad de evaluar el estado ovárico previo al inicio del tratamiento con progestágenos, el tamaño del folículo dominante al retiro de los dispositivos, el tamaño del folículo ovulatorio, la ocurrencia y momento de ovulación, la formación del cuerpo lúteo (CL) y la preñez se realizaron ecografías por vía transrectal utilizando un ecógrafo de tiempo real FALCOVET 100 (PieMedical, Holanda) equipado con un transductor lineal de frecuencia variable de 6,0/8,0 MHz.

Los ovarios de cada vaca fueron monitoreados en varios planos. Un esquema con los folículos visibles ≥ 4 mm y del CL fue dibujado para cada ovario de cada vaca. El diámetro (mm) de los folículos fue calculado como el promedio de los diámetros vertical y transversal en su mayor sección.

Se realizaron ecografías ováricas los días -20, -10 y 0 para caracterizar el estado ovárico previo al inicio del protocolo de inducción/sincronización de celo/ovulación y se consideró como vacas con actividad cíclica a todas aquellas que presentaron un CL en cualquiera de esos tres momentos.

Al momento de retirar los dispositivos (día 8) se observaron los ovarios de cada vaca y se consideró folículo dominante al folículo de mayor diámetro observado.

Durante los días 9, 10 y 11 se realizaron las ecografías ováricas a intervalos de 12 horas. La ovulación se definió como la desaparición del folículo dominante seguido de la formación de un CL en el lugar donde se encontraba ese folículo y el diámetro del folículo ovulatorio al último registrado para esa estructura. El momento de la ovulación se estableció como la media en horas entre la última observación del folículo ovulatorio y la desaparición del mismo. La tasa de crecimiento (mm/día) de cada folículo ovulatorio fue calculada individualmente a través de una regresión lineal simple, tomando como variable dependiente el diámetro folicular y como variable

independiente el día de medición. Luego se calculó la tasa de crecimiento promedio como la media de las pendientes de regresión.

La formación y persistencia del CL fue observada durante los días 17, 22, 27 y 31 de ensayo, correspondiendo a los días 7, 12, 17 y 22 pos-ovulación. El diagnóstico de gestación se realizó el día 42 del ensayo (día 31 pos-ovulación).

3.1.6. Muestreo sanguíneo

Se tomaron muestras de sangre los días -20, -10 y 0 para determinar el estado reproductivo de los animales previo al inicio del protocolo de inducción/sincronización de celos. Se consideró animal en anestro a aquel que presentó concentraciones de progesterona plasmática por debajo de 1 ng/ml.

También se tomaron muestras los días 17, 22, 27 y 31 para evaluar funcionalidad y vida media del cuerpo lúteo de todos los animales que no resultaron preñados, considerándose normales aquellos que mantuvieron niveles elevados de progesterona (>1ng/ml) hasta el día 22, disminuyendo posteriormente a niveles basales (<1ng/ml).

Las muestras de sangre se tomaron en todos los animales por punción de la vena yugular. Luego de su extracción, la sangre fue colocada en tubos con anticoagulante (EDTA) y centrifugada a 2500 Xg durante 20 minutos, antes que transcurriera una hora desde el momento de su extracción. El plasma obtenido se conservó a -20 °C hasta el momento de realizar la determinaciones de progesterona.

En la Figura 2 se presenta un esquema de los momentos de toma de muestras de sangre y de las observaciones ecográficas realizadas.

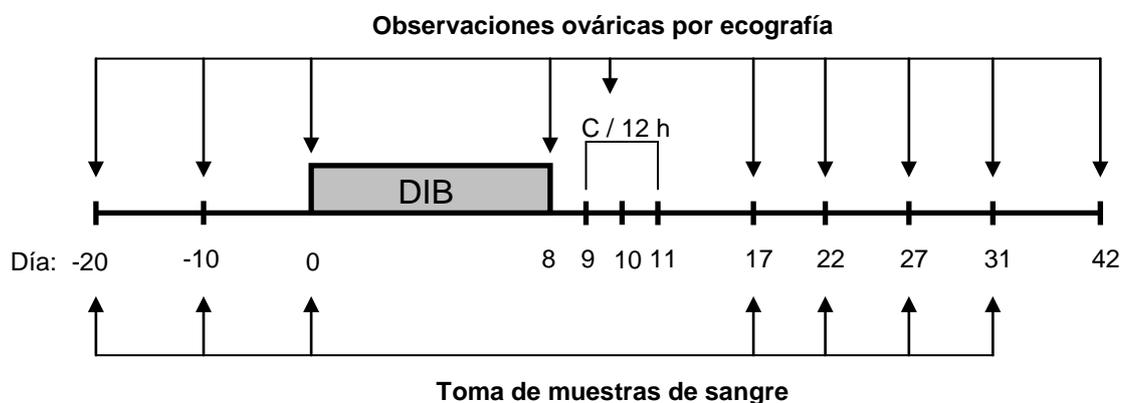


Figura 2: Presentación esquemática de los muestreos de sangre y observaciones por ecografía.

3.1.7. Medición de progesterona plasmática

El dosaje de progesterona plasmática se realizó mediante la prueba de radioinmunoensayo. Todas las muestras fueron analizadas por duplicado y el coeficiente de variación intraensayo fue < 9% para concentraciones comprendidas entre 0,1 y 40,0 ng/ml. La sensibilidad del método utilizado fue de 0,1 ng/ml.

3.2. Experimento 2 (“*Vacas de alta CC*”)

3.2.1. Ubicación geográfica

Este experimento se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, Argentina (32° 29´ 28’’ latitud sur; 58° 20´ 49’’ longitud oeste).

3.2.2. Época

La experiencia se realizó en otoño entre el 25 de marzo y el 26 de mayo del año 2008.

3.2.3. Animales experimentales

Se utilizaron 35 vacas multíparas con cría al pie, de raza Hereford y Polled Hereford. El intervalo parto-inicio del tratamiento con progestágenos fue de $57,5 \pm 15,9$ días (promedio \pm DE). La condición corporal de los animales al comienzo del ensayo fue de $5,4 \pm 0,9$ puntos (promedio \pm DE; escala de 1 a 9) y el peso de $507,1 \pm 43,6$ kg. En función de la calificación de condición corporal se denominó a este experimento como “*vacas de alta CC*”.

Los animales se encontraban pastoreando sobre un potrero de campo natural característico de la zona durante el transcurso del experimento y fueron suplementados con rollos durante su permanencia en los corrales en los momentos de muestreo más intensivos.

Los terneros fueron destetados y alimentados bajo las mismas normas de manejo y raciones indicadas en el experimento1.

3.2.4. Tratamientos

Todas las vacas recibieron el mismo tratamiento hormonal de inducción/sincronización de celos/ovulación descrito para el experimento 1 y fueron distribuidas según un diseño completamente aleatorizado en 4 tratamientos. Los tratamientos asignados fueron:

- Tratamiento 1 (n=9): Destete precoz 10 días antes de colocar el DIB (DP-10)
- Tratamiento 2 (n=9): Destete precoz el día de colocación del DIB (DP0)
- Tratamiento 3 (n=8): Destete precoz el día del retiro del DIB (DP8)
- Tratamiento 4 (n=9): Con cría al pie (C/cría)

Al momento de colocar los dispositivos (día 0) las vacas tenían un posparto de $57,1 \pm 17,2$ (37–85), $56,8 \pm 15,8$ (37–85), $58,0 \pm 15,2$ (42–86) y $58,1 \pm 18,5$ (41–86) días (promedio \pm DE; (rango)), para los tratamientos DP-10, DP0, DP8 y C/cría, respectivamente.

La edad al destete de los terneros fue de $47,1 \pm 17,2$, $56,8 \pm 15,8$ y $66,0 \pm 15,2$ días para los tratamientos DP-10, DP0 y DP8 respectivamente. Los terneros del tratamiento C/cría permanecieron al pie de la madre hasta la finalización del experimento.

Todas las vacas fueron inseminadas a tiempo fijo (IATF) a las 56 horas del retiro de los dispositivos por un mismo operador con semen en pajuela congelado/descongelado de un toro Polled Hereford de fertilidad probada.

3.2.5. Estudios ecográficos, muestreo sanguíneo y medición de progesterona plasmática

Los estudios ecográficos, los muestreos sanguíneos y las mediciones de progesterona plasmática se realizaron en los mismos momentos, con iguales procedimientos y equipos, descritos en el experimento 1.

3.3. Experimento 3 (“Preñez en vacas de baja CC”)

3.3.1. Ubicación geográfica

Este experimento se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Concepción del Uruguay, provincia de Entre Ríos, Argentina (32° 29´ 28’’ latitud sur; 58° 20´ 49’’ longitud oeste).

3.3.2. Época

La experiencia se realizó en primavera entre el 05 de octubre y 29 de noviembre del año 2007.

3.3.3. Animales experimentales

Se utilizaron 34 vacas multíparas, con cría al pie, de raza Hereford y Polled Hereford. El intervalo parto-inicio del tratamiento con progestágenos fue de $52,8 \pm 7,2$ días (promedio \pm DE). La condición corporal de los animales al comienzo del ensayo fue de $3,2 \pm 0,7$ puntos (promedio \pm DE; escala de 1 a 9) y el peso de $373,5 \pm 40,0$ kg.

Los animales de este experimento presentaron una condición corporal similar a los del experimento 1, pero como en este experimento sólo se evaluó la tasa de preñez se lo denominó como “preñez en vacas de baja CC” para diferenciar ambas experiencias.

Los animales se encontraban pastoreando sobre un potrero de campo natural característico de la zona.

Los terneros fueron destetados bajo las mismas prácticas de manejo indicadas en el experimento 1.

3.3.4. Tratamientos

Todas las vacas recibieron el mismo tratamiento hormonal descrito para el experimento 1 y fueron distribuidas según un diseño completamente aleatorizado en 3 tratamientos. Los tratamientos asignados fueron:

- Tratamiento 1 (n=12): Destete precoz 10 días antes de colocar el DIB (DP-10)
- Tratamiento 2 (n=10): Destete precoz el día de colocación del DIB (DP0)
- Tratamiento 3 (n=12): Destete precoz el día del retiro del DIB (DP8)

Los momentos de destete se corresponden con los aplicados en el experimento 1, aunque en este experimento no se instaló el tratamiento 4 correspondiente al grupo con cría al pie.

Al momento de colocar los dispositivos (día 0) las vacas tenían un posparto de $52,1 \pm 8,3$ (36–63), $52,5 \pm 6,5$ (42–63) y $53,8 \pm 7,1$ (41–63) días (promedio \pm DE; (rango)), para los tratamientos DP-10, DP0 y DP8, respectivamente.

La edad de los terneros destetados precozmente fue $42,1 \pm 7,2$, $52,5 \pm 6,5$ y $61,8 \pm 7,1$ días, para los tratamientos DP-10, DP0 y DP8, respectivamente.

A las 56 horas de retirados los dispositivos (DIB), todas las vacas fueron inseminadas por un mismo operador con semen en pajuela congelado/descongelado de un toro Polled Hereford de fertilidad probada.

3.3.5. Diagnóstico de gestación

Para evaluar la tasa de preñez (animales preñados/animales inseminados), se realizó el diagnóstico de gestación 32 días después de la inseminación artificial por medio de un ecógrafo FALCOVET 100 (PieMedical, Holanda) equipado con un transductor lineal de frecuencia variable de 6,0/8,0 MHz.

3.4. Análisis estadístico

3.4.1. Análisis de Experimentos 1 y 2

Las variables analizadas fueron:

- Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB
- Diámetro del folículo ovulatorio
- Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio
- Tasa de ovulación (vacas que ovularon / vacas tratadas)
- Momento de ovulación
- Distribución de las ovulaciones
- Concentración de progesterona plasmática
- Vida media del cuerpo lúteo en los vientres no preñados
- Tasa de preñez (vacas preñadas / vacas tratadas)

La vida media del CL y la concentración de progesterona plasmática se evaluaron en aquellos animales que ovularon y no resultaron preñados. El resto de los parámetros fueron evaluados en la totalidad de los animales incluidos en cada experimento.

Las variables categóricas fueron analizadas mediante el procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS (SAS, 9.1) indicado para modelos lineales generalizados con distribución binomial.

La distribución de las ovulaciones se comparó mediante el Test Exacto de Fisher.

El diámetro folicular fue analizado mediante análisis de la varianza utilizando el procedimiento GLM de programa estadístico SAS (SAS, 9.1). Para ello se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : Variable respuesta de la j-ésima observación correspondiente al i-ésimo tratamiento.
- μ : Media general.
- τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento sobre la variable respuesta.
- ε_{ij} : Error experimental.

La concentración de progesterona plasmática fue analizada como medida repetida en el tiempo utilizando el procedimiento MIXED de SAS (SAS, 9.1). Para ello se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- Y_{ijk} : Variable respuesta de la k-ésima observación correspondiente al i-ésimo tratamiento y al j-ésimo día.
- μ : Media general.
- τ_i : Efecto del i-ésimo tratamiento sobre la variable respuesta.
- α_j : Efecto del j-ésimo día sobre la variable respuesta.
- γ_{ij} : Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con el j-ésimo día sobre la variable respuesta.
- ε_{ijk} : Error experimental.

Como variable repetida se utilizó al día. La estructura de covarianza utilizada fue autorregresiva de orden 1.

El momento de ovulación no cumplió con los supuestos necesarios para realizar el análisis de la varianza, y fue analizado mediante el Test de Wilcoxon utilizando el procedimiento NPAR1WAY del programa estadístico SAS (SAS, 9.1).

El nivel de significancia estadística utilizado fue de 0,05.

3.4.2. Análisis de Experimento 3

La variable analizada fue la tasa de preñez. Para ello se utilizó el procedimiento GENMOD del programa estadístico SAS (SAS, 9.1) indicado para modelos lineales generalizados con distribución binomial.

4. RESULTADOS

4.1. Experimento 1 (“vacas de baja CC”)

4.1.1. Peso vivo y condición corporal

Los resultados de peso vivo y condición corporal, al inicio y al final del experimento, fueron analizados y se presentan en el cuadro 1 para caracterizar el estado de los vientres utilizados en el mismo.

Cuadro 1: Peso vivo y condición corporal (CC; promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 1.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>	<i>Valor P</i>
n	(n=9)	(n=9)	(n=10)	(n=10)	-
Peso Inicial (kg)	395,6 \pm 13,5	394,4 \pm 11,2	386,0 \pm 12,3	415,3 \pm 11,3	0,381
Peso Final (kg)	431,7 \pm 15,5	428,8 \pm 9,9	428,0 \pm 12,5	431,5 \pm 9,5	0,963
CC Inicial	3,2 \pm 0,3	3,3 \pm 0,3	3,1 \pm 0,3	3,6 \pm 0,2	0,480
CC Final	3,8 \pm 0,4	3,9 \pm 0,4	3,7 \pm 0,2	4,2 \pm 0,4	0,649

No se observaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos en el peso vivo y la condición corporal de los vientres, ni al inicio y ni al finalizar el experimento. Entre el inicio y el final del experimento los animales registraron un aumento de peso promedio de $32,0 \pm 23,5$ kg, pero no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos, constituyéndose grupos homogéneos para la observación de las variables respuesta.

4.1.2. Estado reproductivo

Al momento de iniciar el protocolo de inducción/sincronización de celos con progestágenos el 87% (33/38) de las vacas se encontraba en anestro.

4.1.3. Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB

El diámetro del folículo dominante al retiro del DIB presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos (Cuadro 2). El mayor diámetro registrado correspondió al tratamiento DP0 difiriendo estadísticamente con el tratamiento DP8.

En los tratamientos DP-10 y C/cría no se observaron diferencias respecto del resto de los tratamientos.

Cuadro 2: Diámetro (promedio \pm DE) del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>
n (total= 38)	(9)	(9)	(10)	(10)
Diámetro del folículo dominante (mm)	10,3 \pm 2,4ab	11,2 \pm 2,5a	7,3 \pm 2,0b	8,2 \pm 2,8ab

ab valores con letras diferentes difieren significativamente ($p < 0,05$).

4.1.4. Diámetro del folículo ovulatorio

El diámetro del folículo ovulatorio no difirió estadísticamente entre tratamientos (Cuadro 3), pero se observó una tendencia ($p=0,082$) a presentarse un mayor diámetro en el tratamiento con destete precoz al inicio del protocolo de inducción/sincronización de celos (DP0).

Cuadro 3: Diámetro (promedio \pm DE) del folículo ovulatorio en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>
n (total=23)	(7)	(8)	(4)	(4)
Diámetro del folículo ovulatorio (mm)	11,9 \pm 0,8	13,8 \pm 0,8	10,1 \pm 1,1	12,3 \pm 1,1

4.1.5. Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio

En la tasa de crecimiento promedio de los folículos desde el retiro del DIB hasta la ovulación no se observó efecto significativo ($p=0,328$) de los tratamientos (DP-10=1,1 \pm 0,2 mm/día; DP0=1,0 \pm 0,2 mm/día; DP8=1,7 \pm 0,3 mm/día; C/cría=1,2 \pm 0,3 mm/día). En la figura 3 se grafica la evolución del diámetro del folículo ovulatorio.

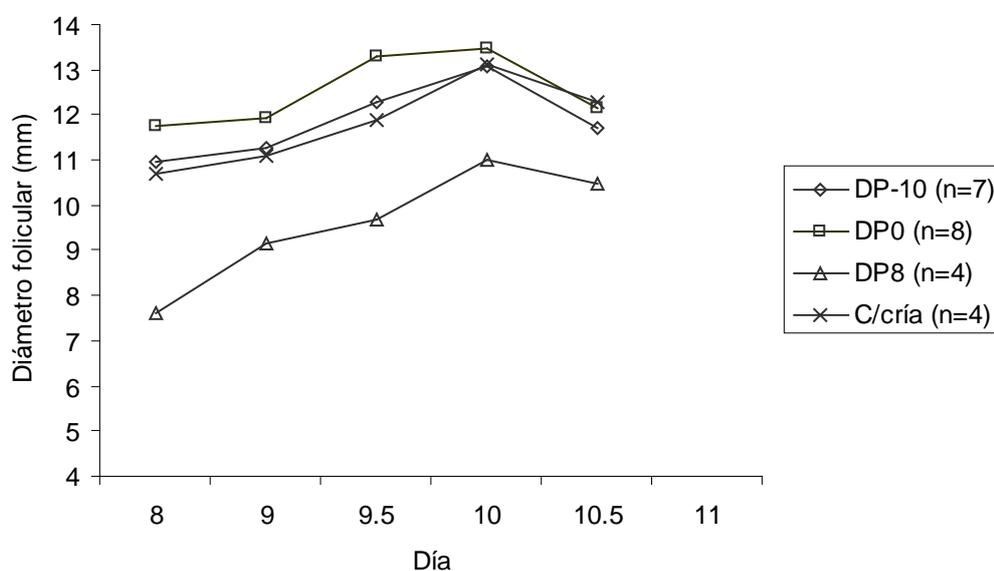


Figura 3: Evolución del diámetro promedio del folículo ovulatorio en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos).

4.1.6. Tasa de ovulación

Se observaron diferencias significativas ($p=0,041$) entre tratamientos en la tasa de ovulación (Cuadro 4). La mayor tasa de ovulación fue 88,9% y correspondió al tratamiento DP0 (Destete precoz al inicio del tratamiento con progestágenos).

Cuadro 4: Tasa de ovulación (vacas que ovularon/vacas tratadas) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

Tratamientos	DP-10	DP0	DP8	C/cría
Ovularon/Tratadas (n=38)	(7/9)	(8/9)	(4/10)	(4/10)
Tasa de ovulación (%)	77,8 ab	88,9 a	40,0 b	40,0 b

ab valores con letras diferentes difieren significativamente ($p<0,05$).

En el cuadro 4 puede observarse que, si bien las tasas de ovulación registradas para los tratamientos con DP-10 y DP0 superan a las registradas para los tratamientos DP8 y C/cría, el tratamiento DP-10 no registró diferencias significativas con ninguno de los tratamientos analizados.

En la figura 4 se grafica la tasa de ovulación en relación al diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB.

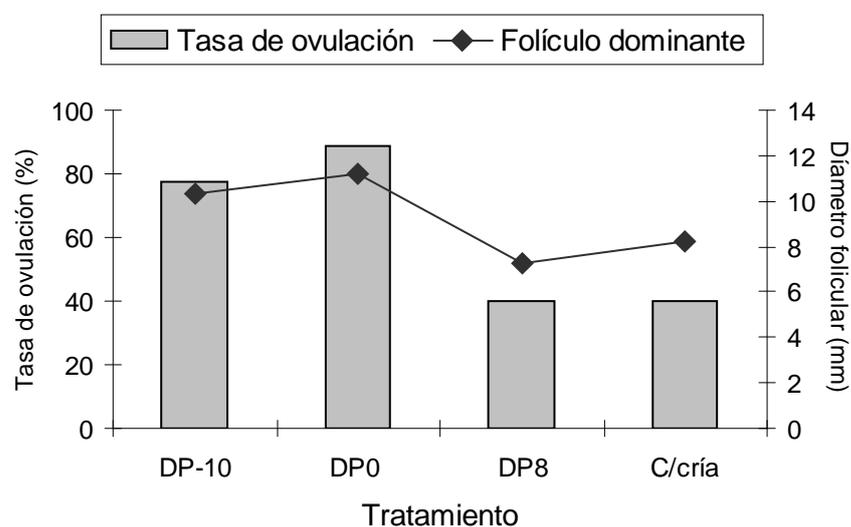


Figura 4: Tasa de ovulación y diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

4.1.7. Momento de la ovulación

No se encontraron diferencias ($p=0,161$) entre tratamientos en el momento de ovulación, siendo 54(30-66), 54(42-66), 66(54-66) y 66(66-66) horas (mediana (rango)) para los tratamientos DP-10, DP0, DP8 y C/cría, respectivamente.

4.1.8. Distribución de las ovulaciones

La distribución de las ovulaciones se presenta en la figura 5. No hubo diferencias en la distribución de las ovulaciones entre tratamientos ($p=0,431$). Puede observarse en los tratamientos DP8 y C/cría una mayor concentración hacia las 66 horas pos-retiro del DIB, pero se debe tener presente el bajo número de ovulaciones registrado para estos tratamientos.

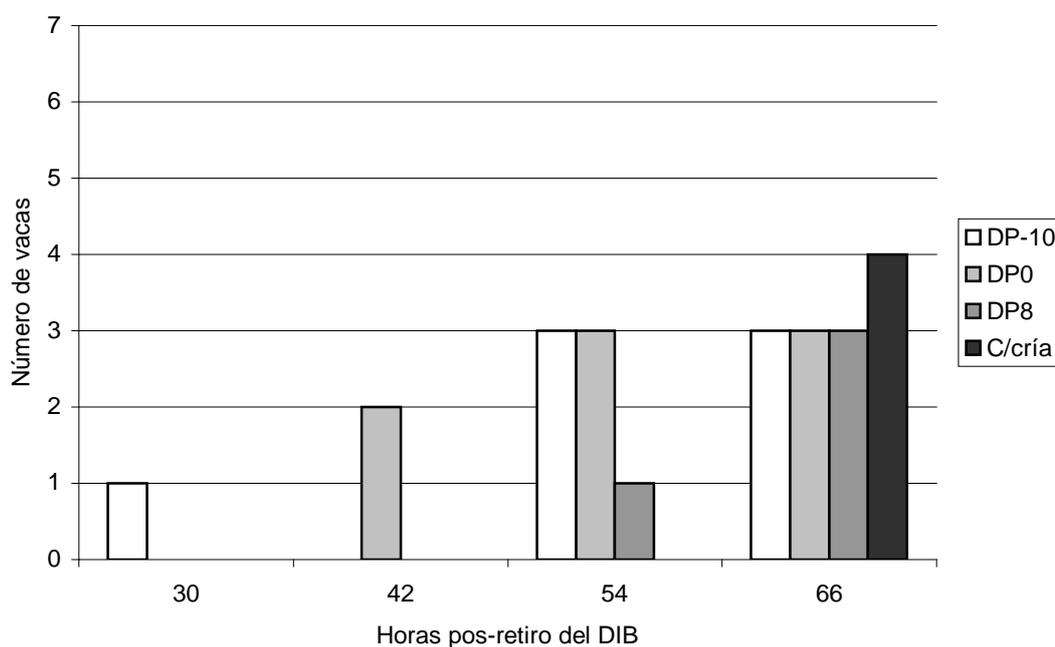


Figura 5: Distribución de las ovulaciones en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

4.1.9. Concentración de progesterona plasmática y vida media del CL de los vientres no preñados

En las vacas que ovularon y no resultaron preñadas, se observaron niveles crecientes de progesterona (>1 ng/ml) hasta el día 22 del experimento (día 12 pos-ovulación; Figura 6), determinándose de esta manera la ausencia de ciclos cortos. Sin embargo, el bajo número ($n=6$) de animales en esta condición imposibilitó la realización del análisis estadístico correspondiente.

Adicionalmente, se realizó una determinación el día 17 del experimento (día 9 pos-retiro del DIB) en las vacas que no ovularon ($n=15$), observándose a dos animales (DP8 $n=1$; C/cría $n=1$) con niveles de progesterona mayores a 1 ng/ml. Estos dos casos fueron considerados como ovulaciones tardías (> 72 hs pos-retiro del DIB; no detectadas en las observaciones ecográficas).

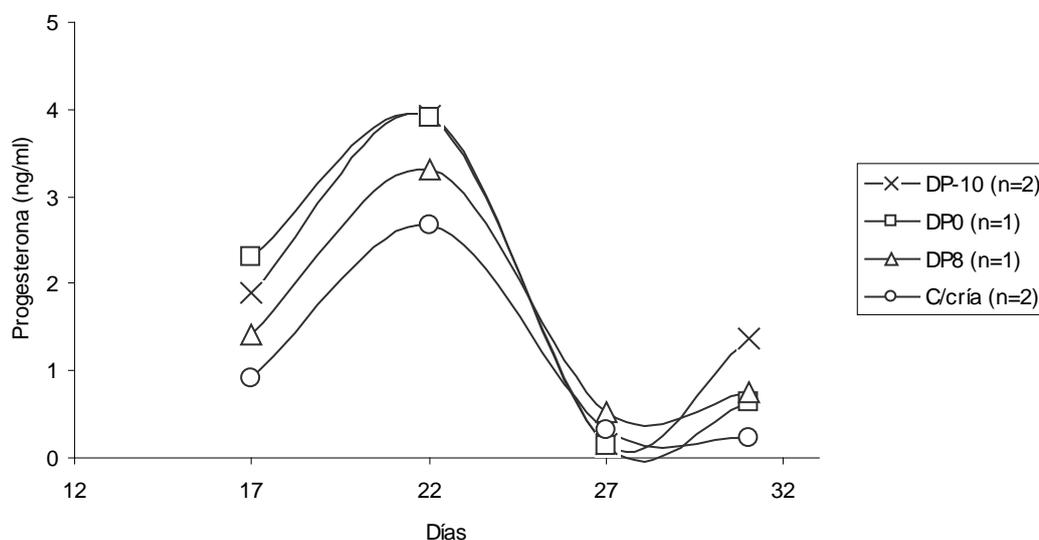


Figura 6: Concentración media de progesterona plasmática en “vacas de baja CC” (vacas que ovularon y no resultaron preñadas) luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos).

Todos los cuerpos lúteos tuvieron vida media normal (> 12 días). Sin embargo, los resultados de esta variable carecen del análisis estadístico de soporte por la misma razón que se mencionó anteriormente.

4.1.10. Tasa de preñez

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,043$) en la tasa de preñez entre tratamientos (Cuadro 5). El tratamiento DP0 registró la mayor tasa de preñez siendo su diferencia significativa sólo con los tratamientos DP8 y C/cría.

Cuadro 5: Tasa de preñez (vacas preñadas/vacas tratadas) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

Tratamientos	DP-10	DP0	DP8	C/cría
Preñadas/Tratadas (n=38)	(5/9)	(7/9)	(3/10)	(2/10)
Tasa de preñez (%)	55,6 ab	77,8 a	30,0 b	20,0 b

ab valores con letras diferentes difieren significativamente ($p<0,05$).

En la figura 7 se presenta el número de vacas preñadas en relación al momento de ovulación (horas) y se indica el momento de la inseminación artificial (I.A.).

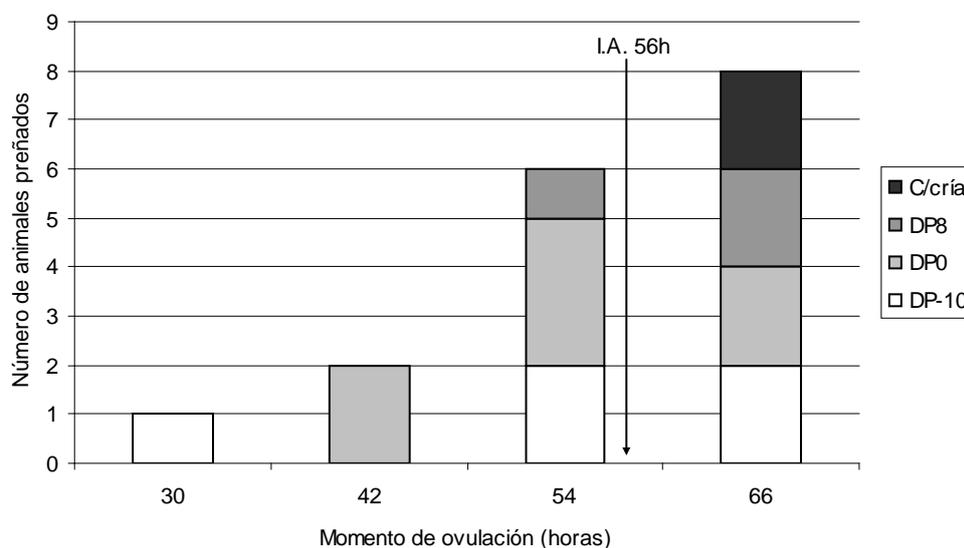


Figura 7: Distribución de la preñez según el momento de ovulación en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

La tasa de concepción (preñadas/ovuladas) no mostró diferencias ($p=0,581$) entre tratamientos por efecto del momento de aplicación del destete (Cuadro 6).

Cuadro 6: Tasa de concepción (vacas preñadas/vacas que ovularon) en “vacas de baja CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

Tratamientos	DP-10	DP0	DP8	C/cría
Preñadas/Ovuladas (n=23)	(5/7)	(7/8)	(3/4)	(2/4)
Tasa de concepción (%)	71,4	87,5	75,0	50,0

4.2. Experimento 2 (“vacas de alta CC”)

4.2.1. Peso vivo y condición corporal

Los resultados de peso vivo y condición corporal, al inicio y al final del experimento, fueron analizados y se presentan en el cuadro 7 para caracterizar el estado de los vientres utilizados en el mismo.

Cuadro 7: Peso vivo y condición corporal (CC; promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 2.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>	<i>Valor P</i>
n	(n=9)	(n=9)	(n=8)	(n=9)	-
Peso Inicial (kg)	516,1 \pm 12,9	496,7 \pm 19,2	506,9 \pm 17,0	508,9 \pm 10,6	0,804
Peso Final (kg)	502,2 \pm 12,7	476,7 \pm 16,1	475,0 \pm 13,6	495,0 \pm 11,6	0,490
CC Inicial	5,3 \pm 0,2	5,4 \pm 0,4	5,2 \pm 0,3	5,6 \pm 0,2	0,886
CC Final	5,1 \pm 0,2	5,0 \pm 0,5	4,6 \pm 0,3	5,3 \pm 0,2	0,456

No se observaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos en el peso vivo y la condición corporal de los vientres ni al inicio ni al finalizar el experimento. Entre en inicio y el final del experimento los animales registraron una pérdida de peso promedio de 19,6 \pm 16,0 kg, pero no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos, constituyéndose grupos homogéneos para la observación de las variables respuesta.

4.2.2. Estado reproductivo

Al momento de iniciar el protocolo de inducción/sincronización de celos con progestágenos el 60% (21/35) de las vacas se encontraba ciclando.

4.2.3. Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB

En el cuadro 8 se presenta el diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB. No se observaron diferencias significativas ($p = 0,486$) en el diámetro del folículo dominante al retiro del DIB entre tratamientos.

Cuadro 8: Diámetro (promedio \pm DE) del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>
n (total= 35)	(9)	(9)	(8)	(9)
Diámetro del folículo dominante (mm)	10,2 \pm 0,7	11,0 \pm 0,7	9,2 \pm 0,7	10,2 \pm 0,7

4.2.4. Diámetro del folículo ovulatorio

El diámetro promedio del folículo ovulatorio no difirió estadísticamente ($P=0,770$) entre tratamientos. Las medias del diámetro del folículo ovulatorio se presentan en la cuadro 9.

Cuadro 9: Diámetro (promedio \pm DE) del folículo ovulatorio en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>
n (total= 28)	(8)	(7)	(5)	(8)
Diámetro del folículo ovulatorio (mm)	13,3 \pm 0,6	13,3 \pm 0,6	12,3 \pm 0,8	13,1 \pm 0,6

4.2.5. Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio

En la tasa de crecimiento promedio de los folículos desde el retiro del DIB hasta la ovulación no se observó efecto significativo ($p=0,554$) de los tratamientos (DP-10=1,5 \pm 0,2 mm/día; DP0=1,0 \pm 0,2mm/día; DP8=1,2 \pm 0,3mm/día; C/cría=1,2 \pm 0,2 mm/día).

En la figura 8 se grafica la evolución del diámetro promedio de los folículos ovulatorios.

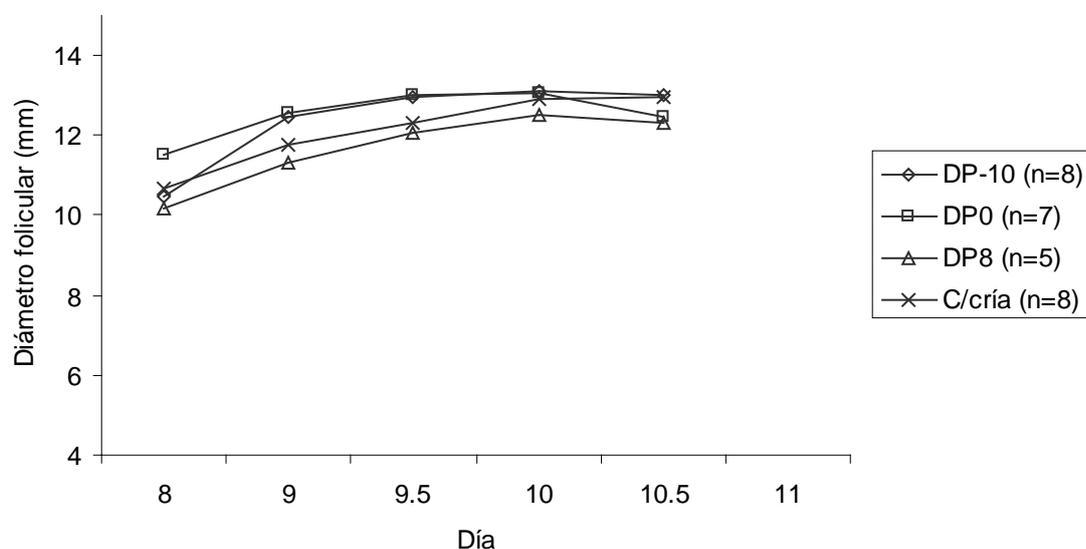


Figura 8: Evolución del diámetro promedio del folículo ovulatorio en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos. (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos).

4.2.6. Tasa de ovulación

No se observaron diferencias significativas ($p=0,502$) entre tratamientos en la tasa de ovulación (Cuadro 10). La tasa de ovulación promedio de este experimento fue del 80%.

Cuadro 10: Tasa de ovulación (vacas que ovularon/vacas tratadas) en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

Tratamientos	DP-10	DP0	DP8	C/cría
Ovularon/Tratadas (n=35)	(8/9)	(7/9)	(5/8)	(8/9)
Tasa de ovulación (%)	88,9	77,8	62,5	88,9

En la figura 9 se presenta la tasa de ovulación en relación al diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB.

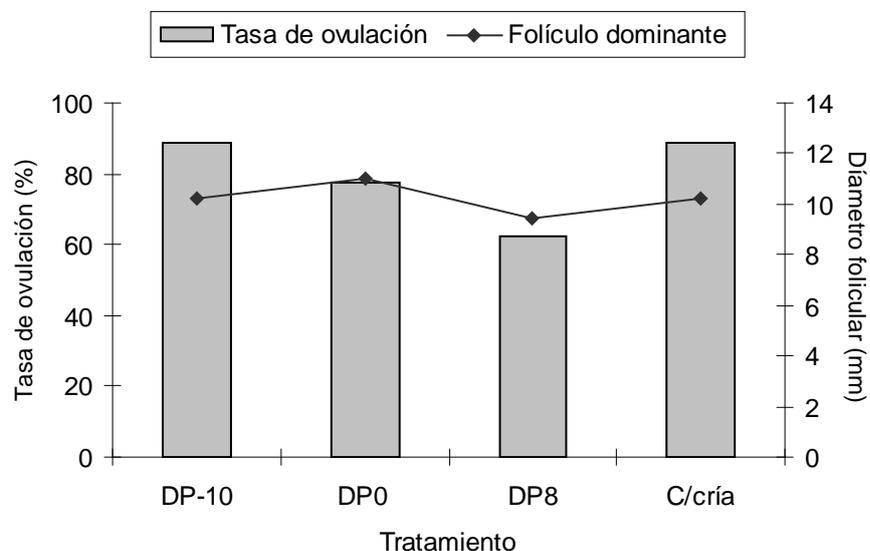


Figura 9: Tasa de ovulación y diámetro promedio del folículo dominante al retiro del DIB en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

4.2.7. Momento de la ovulación

No se encontraron diferencias estadísticas ($p=0,366$) entre tratamientos en el momento de ovulación, siendo 66(54-66), 66(42-66), 66(66-66) y 66(42-66) horas (mediana (rango)) para los tratamientos DP-10, DP0, DP8 y C/cría, respectivamente.

4.2.8. Distribución de las ovulaciones

La distribución de las ovulaciones se presenta en la figura 10. No hubo diferencias en la distribución de las ovulaciones entre tratamientos ($p=0,727$). Las ovulaciones tendieron a concentrarse hacia las 66 horas posretiro del DIB en todos los tratamientos.

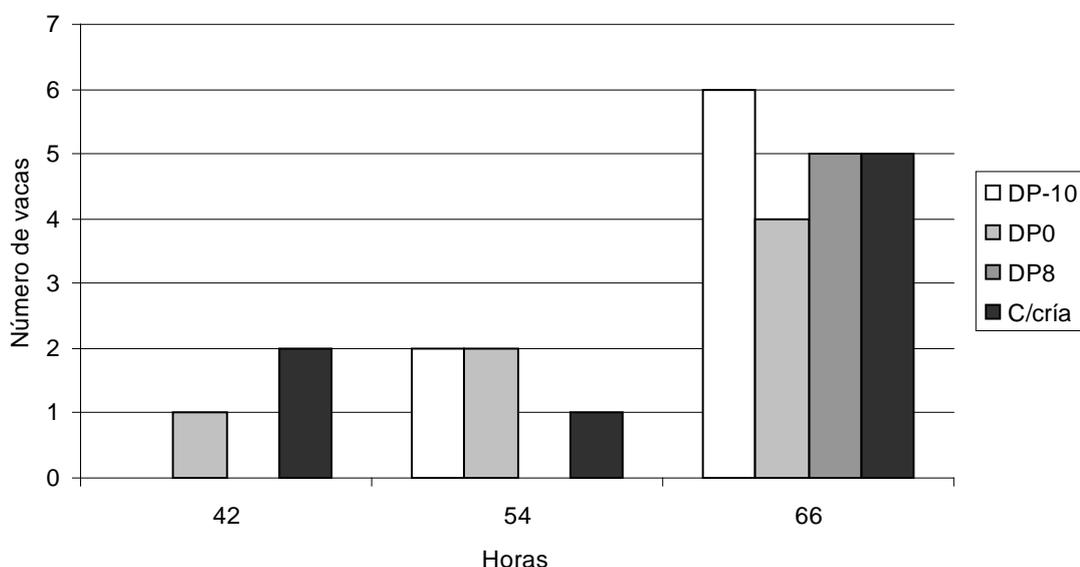


Figura 10: Distribución de las ovulaciones en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

4.2.9. Concentración de progesterona plasmática y vida media del CL de los vientres no preñados

La concentración de progesterona plasmática en los animales, que ovularon y no se preñaron, no presentó diferencias ($p=0,618$) entre tratamientos por efecto del momento de aplicación del destete. Por otro lado, se hallaron diferencias ($p<0,05$) entre los diferentes momentos en que se realizaron los muestreos, presentando niveles crecientes de la hormona hasta el día 12 posterior al retiro del DIB. La presencia de una concentración plasmática mayor a 1 ng/ml en el día 12 posterior al retiro del dispositivo en la totalidad de las vacas, permitió determinar que no se presentaron animales con ciclos cortos.

En este experimento también se realizó dosaje de progesterona de los 6 animales (DP-10 $n=1$; DP0 $n=2$; DP8 $n=2$; C/cría $n=1$) considerados como “sin ovulación” en las observaciones ecográficas. Esto permitió determinar la ocurrencia de ovulaciones tardías (> 72 hs pos-retiro del dispositivo) en todos ellos, dado que se hallaron niveles crecientes de progesterona (> 1 ng/ml), propios de un CL funcional de vida media normal, hasta el día 12 pos-ovulación.

En la figura 11 se grafica la evolución de la concentración media de progesterona plasmática de todos los vientres que no resultaron preñados (vacas que ovularon + vacas que no ovularon).

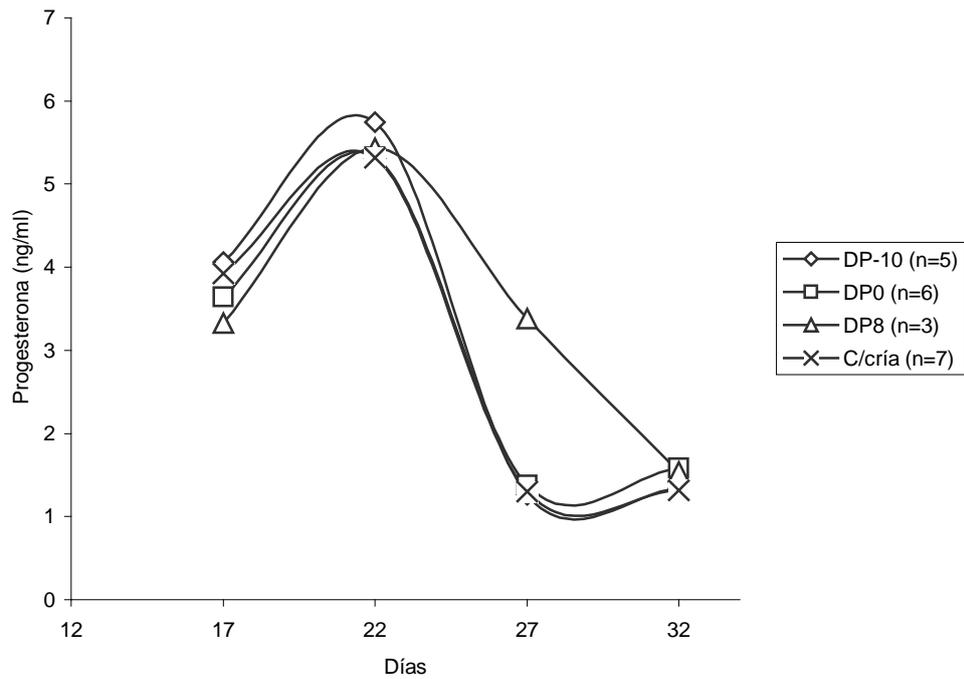


Figura 11: Concentración media de progesterona plasmática en “vacas de alta CC” (que no resultaron preñadas) luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos (Día 8 = fin del tratamiento con progestágenos).

La totalidad de cuerpos lúteos de los vientres no preñados tuvieron vida media normal (> 12 días), no registrándose diferencias ($p < 0,05$) entre tratamientos por efecto del momento de aplicación del destete.

4.2.10. Tasa de preñez

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,366$) en la tasa de preñez entre tratamientos (Cuadro 11).

Cuadro 11: Tasa de preñez (vacas preñadas/vacas tratadas) en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

Tratamientos	DP-10	DP0	DP8	C/cría
Preñadas/Tratadas (n=35)	(4/9)	(3/9)	(5/8)	(2/9)
Tasa de preñez (%)	44,4	33,3	62,5	22,2

En la figura 12 se presenta la cantidad de vacas preñadas en relación al momento de ovulación (horas) y se indica el momento de la inseminación artificial (I.A.).

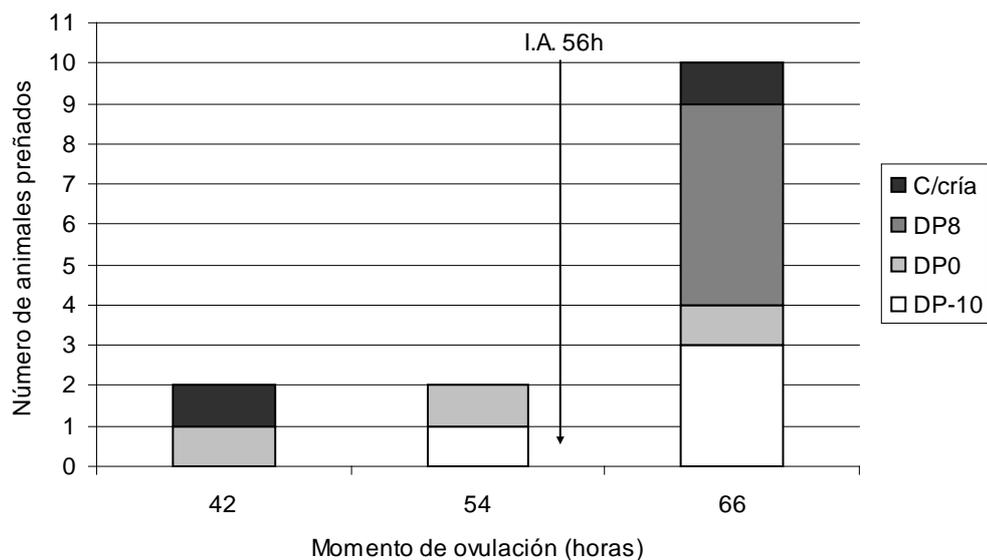


Figura 12: Distribución de la preñez según el momento de ovulación en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

La tasa de concepción (Cuadro 12) no pudo ser analizada estadísticamente debido al bajo número de animales y al resultado obtenido en el tratamiento DP8 (100% de preñez).

Cuadro12: Tasa de concepción (vacas preñadas/vacas que ovularon) en “vacas de alta CC” luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio del tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>C/cría</i>
Preñadas/Ovuladas (n=28)	(4/8)	(3/7)	(5/5)	(2/8)
Tasa de concepción (%)	50,0	42,8	100,0	25,0

4.3. Experimento 3 (“preñez en vacas de baja CC”)

4.3.1. Peso vivo y condición corporal

Los resultados de peso vivo y condición corporal, al inicio y al final del experimento, fueron analizados y se presentan en el cuadro 13 para caracterizar el estado de los vientres utilizados en el mismo.

Cuadro 13: Peso vivo, condición corporal (CC; promedio \pm EEM) al inicio y al final del experimento de vacas asignadas al experimento 3.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>	<i>Valor P</i>
n	(n=12)	(n=10)	(n=12)	-
Peso Inicial (kg)	370,4 \pm 10,9	372,5 \pm 11,7	377,5 \pm 13,6	0,879
Peso Final (kg)	366,2 \pm 10,2	379,0 \pm 10,6	373,3 \pm 10,7	0,798
CC Inicial	3,1 \pm 0,2	3,0 \pm 0,2	3,5 \pm 0,2	0,155
CC Final	2,9 \pm 0,2	3,0 \pm 0,2	3,5 \pm 0,2	0,088

El peso vivo y la condición corporal de los vientres, al inicio y al finalizar el experimento 3 no varió ($p > 0,05$) entre tratamientos, constituyéndose grupos homogéneos para la observación de las variables respuesta.

4.3.2. Tasa de preñez

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,454$) en la tasa de preñez entre tratamientos (Cuadro 14).

Cuadro 14: "Preñez en vacas de baja CC" luego de realizar el destete precoz en diferentes momentos respecto del inicio de un tratamiento de inducción/sincronización de celos con progestágenos.

<i>Tratamientos</i>	<i>DP-10</i>	<i>DP0</i>	<i>DP8</i>
Preñadas/Tratadas (n=34)	(7/12)	(5/10)	(4/12)
Tasa de preñez (%)	58,3	50,0	33,3

5. DISCUSIÓN

➤ Diámetro del folículo dominante al retiro del DIB

Un requisito necesario en los tratamientos de sincronización de celos/ovulación es que todos los animales presenten un folículo dominante “saludable” (recientemente dominante y estrógeno-activo) al finalizar el período del tratamiento, que garantice una alta tasa y ajustada sincronización de la ovulación para facilitar la inseminación a un tiempo predeterminado sin detección de celos, asegurando altas tasas de concepción y preñez (Diskin *et al.*, 2002).

Lucy *et al.* (1991) generaron un sistema de clasificación por las características bioquímicas, fisiológicas y funcionales para los diferentes tamaños foliculares de bovinos de razas lecheras. En el mismo establecieron que los folículos de 6 a 9 mm de diámetro pertenecen a la fase de reclutamiento y selección de una onda de crecimiento folicular y potencialmente pueden alcanzar la ovulación, pero presentan una falta de receptores de LH en las células de la granulosa. Por otro lado los folículos entre 10 y 15 mm, son considerados dominantes y con la suficiente cantidad de receptores de LH para continuar su crecimiento y alcanzar la ovulación.

Al momento de retirar los dispositivos el tamaño de los folículos fue diferente entre tratamientos en las “vacas de baja CC” (Exp.1). De acuerdo a la clasificación antes descrita, sólo dos de los grupos en tratamiento (DP0 = $11,2 \pm 2,5$; DP-10 = $10,3 \pm 2,4$ mm) presentaron folículos dominantes potencialmente ovulatorios. Por el contrario, los tratamientos DP8 y C/cría no superaron los 9 mm (DP8 = $7,3 \pm 2,02$; C/cría = $8,2 \pm 2,81$), por lo que la probabilidad de continuar su desarrollo podría verse afectada por ser menos sensibles a LH. La relación entre el diámetro del folículo dominante al finalizar el tratamiento hormonal y la capacidad ovulatoria del mismo, puede verificarse en el presente trabajo al observar las tasas de ovulación del experimento 1. Los tratamientos que tuvieron folículos > 10 mm lograron mayores tasas de ovulación (DP-10 = 77,8%; DP0 = 88,9%), respecto de aquellos con folículos por debajo de 9 mm, donde ovuló sólo el 40% de los animales (DP8 y C/cría).

El mayor tamaño del folículo dominante observado en el tratamiento DP0 en “vacas de baja CC” (Exp. 1) podría explicarse como consecuencia del efecto de la supresión del amamantamiento sobre la liberación de LH. Bishop *et al.* (1994) concluyeron que, la frecuencia de pulsos de LH luego de realizar destete precoz en vacas de cría en anestro era influenciada por la condición corporal. Pero en este caso sería una explicación parcial, ya que todos los grupos evaluados fueron tratados con

progéstágenos y éstos también promueven el desarrollo folicular a través del incremento en la frecuencia de pulsos de LH una vez retirados (Roberson *et al.*, 1989; Savio *et al.*, 1990b).

Según Nett (1987) en vacas que amamantan sus crías, los folículos que se desarrollan no alcanzan el tamaño ovulatorio como consecuencia de la inhibición del pico de LH inducido por el amamantamiento. El escaso desarrollo folicular en vacas con actividad ovárica deprimida no sólo resulta de la insuficiente secreción de LH sino también del inadecuado balance energético presente durante el posparto temprano (Lucy *et al.*, 1991).

Generalmente las vacas que presentan pobres condiciones corporales durante la lactancia están en balance energético negativo, donde la frecuencia de pulsos de LH disminuye, afectando el tamaño final del folículo dominante (Roche *et al.*, 2000). La mejora en el balance nutricional por efecto del destete podría ser otra de las razones que explique el mayor tamaño folicular observado en el tratamiento con destete al inicio (DP0) en “vacas de baja CC” (Exp.1).

Cuando se aplicó destete precoz a “vacas de alta CC” (Exp.2) no se presentaron diferencias en el tamaño del folículo dominante en ninguno de los tratamientos, presentando diámetros foliculares mayores a 9 mm.

En un trabajo de Mackey *et al.* (2000), donde utilizaron un protocolo de sincronización con progesterona/estradiol restringiendo el amamantamiento a una vez por día (60 min) en vacas de buen estado corporal, no se observaron diferencias en el tamaño del folículo al finalizar el tratamiento hormonal entre las vacas con amamantamiento restringido y vacas sin tratamiento hormonal que amamantaban *ad libitum* (11,4±1,5 vs 11,0±0,8 mm, respectivamente). En concordancia con estos autores, en el presente estudio la supresión de la lactancia no ejerció ningún efecto sobre el tamaño de los folículos dominantes al finalizar el tratamiento con progesterona en “vacas de buena CC” (Exp.2).

➤ Diámetro del folículo ovulatorio

El folículo adquiere su capacidad ovulatoria alrededor de los 10 mm de diámetro. El diámetro del folículo ovulatorio es un fuerte indicador de su madurez (Martinez *et al.*, 1999; Sartori *et al.*, 2001) y el tamaño de éste influirá sobre el tamaño y funcionalidad del CL (Vasconcelos *et al.*, 2001).

Vacas que son inducidas a ovular folículos < 11,5 mm, mediante el uso de tratamientos hormonales, tienen CL más pequeños y secretan menos cantidad de

progesterona que vacas con folículos de mayor tamaño (Vasconcelos *et al.*, 2001). Santos *et al.* (2004) sugirieron que la inducción de la ovulación de folículos pequeños puede resultar en una reducida supervivencia embrionaria producida por una inadecuada función luteal.

Con respecto al diámetro folicular preovulatorio observado en el presente trabajo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, ni en las “vacas de baja CC” (Exp.1), ni en las “vacas de alta CC” (Exp.2), aunque el promedio de los diámetros de todos los folículos que alcanzaron la ovulación fue algo mayor cuando se trató de “vacas de alta CC” (Exp.2 = $13,0 \pm 1,7$; Exp.1 = $12,3 \pm 2,5$ mm).

Perry *et al.* (2007) analizaron la relación entre el tamaño del folículo ovulatorio y la tasa de preñez en vaquillonas sincronizadas e inseminadas a tiempo fijo y encontraron que las mayores tasas de preñez se obtuvieron con folículos de 10,8 a 15,6 mm de diámetro.

Como se mencionó anteriormente, no se registraron diferencias entre tratamientos pero existió una tendencia ($p=0,082$) a presentarse un mayor diámetro del folículo ovulatorio en el tratamiento DP0 (13,8 mm) cuando se trató a “vacas de baja CC” (Exp.1), respecto de los tratamientos DP-10 (11,9 mm), DP8 (10,1 mm) y C/cría (12,3 mm). Esta diferencia era esperable, ya que el diámetro de los folículos dominantes observado al retiro de los dispositivos fue mayor en el tratamiento DP0.

El tratamiento DP8 del experimento con “vacas de baja CC” fue el más comprometido, y de acuerdo a la bibliografía, el tamaño de los folículos se encontró en el límite de su capacidad ovulatoria (10 mm). Bó (2005) reportó un efecto similar al observado en este tratamiento; cuando aplicó un destete temporario al finalizar un tratamiento con progestágenos el tamaño del folículo preovulatorio fue menor por efecto del destete ($9,9 \pm 0,4$ vs $11,8 \pm 0,3$ mm; con y sin destete temporario, respectivamente).

➤ Tasa de crecimiento del folículo ovulatorio

La tasa de crecimiento fisiológica del folículo dominante durante los 5 días previos a la ovulación es de alrededor de $1,1 \pm 0,1$ mm/día (Ginther *et al.*, 1989). Rivera *et al.* (1998) reportaron una tasa de crecimiento similar ($1,1 \pm 0,2$ mm/día) luego de un tratamiento con CIDR-B y BE. Sin embargo, el crecimiento del folículo dominante no mantiene una tasa constante a lo largo del tiempo y generalmente disminuye con el transcurso de los días debido a que el crecimiento se ajusta a una regresión de tipo cuadrática (Ginther *et al.*, 1989). Esto hace posible que folículos pequeños con una

mayor tasa de crecimiento ($1,8\pm 0,1$ mm/día) no alcancen la ovulación y folículos grandes con una tasa menor ($1,2\pm 0,1$ mm/día) si lo hagan.

Henao *et al.* (2000) estudiaron la tasa de crecimiento de los folículos ovulatorios en vacas con y sin cría, y no encontraron diferencias por efecto del amamantamiento entre ambos grupos. En el presente trabajo tampoco se registraron diferencias entre tratamientos por efecto de la supresión del amamantamiento (destete precoz) en ninguno de los momentos en que se ejecutó, tanto en “vacas de baja CC” (Exp.1; $1,2\pm 0,6$ mm/día), como en “vacas de alta CC” (Exp.2; $1,3\pm 0,7$ mm/día).

➤ Tasa de ovulación

Una diferencia significativa entre los patrones de desarrollo folicular de vacas en anestro y vacas ciclando, es que el folículo dominante presenta un menor tamaño en vacas en anestro y éste no persistirá ante las bajas concentraciones de progesterona (Rhodes *et al.*, 2002).

El tamaño folicular afecta la tasa de ovulación en vacas en anestro con cría al pie. Incluso cuando la ovulación ocurre con folículos dominantes pequeños, el tamaño del CL que generan produce bajas concentraciones de progesterona (Burke *et al.*, 2001), afectando el desarrollo del siguiente folículo dominante.

La exposición a concentraciones subluteales de progesterona aumenta la probabilidad de ovulación en vacas con cría al pie (Fike *et al.*, 1997; Lucy *et al.*, 2001). Los dispositivos que liberan progesterona ayudan a mantener las concentraciones plasmáticas de progesterona a niveles subluteales, provocando un aumento en la frecuencia de pulsos de LH y mejorando la capacidad ovulatoria de vacas en anestro (Roche *et al.*, 1998; Baruselli *et al.*, 2003). Generalmente la tasa de ovulación producto del uso de este tipo de tratamientos es del orden del 90% (Bo, 2005). Sin embargo, la respuesta a estos tratamientos está estrechamente ligada a la condición corporal de los vientres y a la presencia o ausencia del ternero al pie de la madre.

Una restricción nutricional suficiente para reducir la condición corporal de los vientres disminuye las concentraciones plasmáticas de LH (Richards *et al.*, 1989) y el amamantamiento profundiza esta disminución (Williams *et al.*, 1987), no siendo suficiente el aporte exógeno de progesterona para contrarrestar los bajos niveles de esta hormona e inducir la ovulación.

El destetar los terneros tempranamente durante las primeras 3 a 5 semanas posparto, incrementa la concentración plasmática de LH dentro de las 48 hs de realizado el mismo (Edwards, 1985; Williams *et al.*, 1987), presentándose un menor

intervalo destete-ovulación en vacas de pobre condición corporal (Wettemann *et al.*, 2003).

Salfen *et al.* (2001) utilizando un tratamiento con progestágenos más BE y aplicando un destete temporario (48 hs) al retirar los dispositivos, encontraron una mayor tasa de ovulación por efecto del destete respecto de un grupo de animales que sólo recibieron el tratamiento hormonal (53,1 vs 11,1%, respectivamente).

En el presente trabajo, en “vacas de baja CC” (Exp. 1) la mayor tasa de ovulación (88,9%) se obtuvo cuando se realizó el destete al momento de iniciar el tratamiento con progestágenos. En este caso, la asociación de progestágenos y el destete ejerció un efecto positivo sobre la tasa de ovulación. En cambio, cuando se realizó el destete 10 días antes del tratamiento hormonal la tasa fue menor (77,8%), y aún más baja (40%) cuando se realizó el destete al finalizar el tratamiento. Por lo cual, la respuesta no sólo está asociada a la utilización de estas prácticas combinadas, sino al momento en que estas se combinan.

La tasa de ovulación registrada en “vacas de baja CC” para los tratamientos DP8 y C/cría (40%) estuvo por debajo de lo informado por otros autores (más del 60%), que utilizaron progestágenos en vacas con cría en anestro (Fike *et al.*, 1997; Rivera *et al.*, 1998; Rhodes *et al.*, 2002; Avilés *et al.*, 2005). Es posible que, la presencia del ternero hasta finalizar el tratamiento hormonal, en el primer caso, y la presencia constante del ternero, en el segundo caso, sumado a la pobre CC de los vientres haya afectado negativamente la tasa de ovulación en estos tratamientos. En general, las fallas en tratamientos destinados a reducir el período de anestro posparto, se producen cuando la condición corporal de los animales es menor a 4,5 en la escala de 1 a 9 puntos (Nation *et al.*, 2000).

En el caso de “vacas de alta CC” (Exp.2), no se obtuvo respuesta al destete en ninguno de los momentos en que fue aplicado. Independientemente del momento de ejecución del destete, la tasa de ovulación promedio fue de 80%. Este resultado se asemeja al obtenido en otros trabajos en respuesta al uso de progesterona/estrógenos en vacas de óptima CC, cíclicas (75% de ovulación), donde no se aplicó ningún método de control del amamantamiento (Cavaliere *et al.*, 2003; Fernández-Francia *et al.*, 2004; Sorrain *et al.*, 2006). El estado corporal y el nivel de ciclicidad de las vacas utilizadas en este experimento fueron aceptables, por lo que probablemente el destete precoz no haya causado un efecto superador en los niveles circulantes de LH o en el balance nutricional.

➤ Momento de ocurrencia y distribución de las ovulaciones

El momento en que se producen las ovulaciones posteriores a un tratamiento de inducción está íntimamente relacionado con la fertilidad en una IATF. La mayor fertilidad es obtenida cuando las ovulaciones se producen de manera sincrónica, es decir con la menor dispersión (horas) a un tiempo determinado desde la finalización del tratamiento hormonal.

En el presente trabajo, el momento de ocurrencia de las ovulaciones fue similar para todos los tratamientos, presentándose a las 54 hs posretiro del dispositivo en los tratamientos DP-10 y DP0 y a las 66 hs en los tratamientos DP8 y C/cría, en “vacas de baja CC” (Exp.1). Se observó un comportamiento similar en el momento de ovulación en todos los tratamientos cuando se trató a “vacas de alta CC” (66 hs; Exp.2).

La distribución de las ovulaciones tampoco fue diferente entre tratamientos. El 87 y 71 % de las ovulaciones de todos los animales tratados se produjo entre las 54 y 66 hs desde el retiro de los dispositivos en vacas de “baja CC” (Exp.1) y “alta CC” (Exp.2), respectivamente. El 13 y 29 % de las ovulaciones restantes ocurrieron entre 30-42 hs (Exp.1) y las 42 hs (Exp. 2).

Varios autores (Cutaia *et al.*, 2001; Bó, 2002; Ross *et al.*, 2004) observaron que, más del 80 % de las ovulaciones se produjo dentro de las 72 hs posretiro de los dispositivos, cuando utilizaron protocolos de inducción/sincronización de celos con dispositivos impregnados con progesterona y aplicaron BE a las 24 hs del retiro de los mismos, en vacas con cría al pie. En este trabajo se utilizó un tratamiento de características similares, por lo cual, el momento de ocurrencia de las ovulaciones no parece haber sido afectado por el destete precoz en ninguno de los momentos en que se aplicó.

Mapletoft *et al.* (1999) concluyeron que, el mejor momento para obtener la mayor fertilidad en tratamientos con progesterona (CIDR) y BE (24 hs), es realizar la IATF entre las 8 a 12 hs previas a la ovulación, es decir 52 a 56 hs después del retiro de los dispositivos. Este intervalo entre el retiro de los dispositivos y la IA sería el óptimo, dado que si se anticipa demasiado la inseminación con respecto a la ovulación se produce una baja tasa de fertilización, y si es realizada muy cerca de la ovulación, la tasa de fertilización mejora pero decrece la aptitud del embrión (Roelofs *et al.*, 2006). Una recomendación similar fue propuesta por Manes (2007), trabajando con esponjas intravaginales impregnadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) y BE (24 hs posretiro de la esponja), donde concluyó que el mejor momento para la IATF sería entre las 50 y 60 hs desde la finalización del tratamiento con MAP.

En síntesis el momento de ovulación y la distribución de las ovulaciones observadas en este trabajo, se correspondió con lo observado por otros autores que utilizaron tratamientos con progesterona/estrógeno en protocolos para IATF en vacas que mantuvieron su cría al pie.

➤ Vida media del cuerpo lúteo y progesterona plasmática

La vida media del cuerpo lúteo y la concentración de progesterona plasmática no fueron afectadas por los tratamientos aplicados, en ninguno de los experimentos donde estos parámetros se evaluaron (Exp.1 y Exp.2).

Generalmente, la primera ovulación posparto es seguida por un ciclo estral de corta duración (8 a 12 días) caracterizado por la lisis anticipada del cuerpo lúteo (Troxel; Kesler, 1984; Murphy *et al.*, 1990). La luteólisis anticipada es producida por la liberación prematura de PGF₂α debido a la falta de una adecuada inhibición de los receptores uterinos de oxitocina (Copelin *et al.*, 1987; Cooper *et al.*, 1991). Esta falla es consecuencia del bajo nivel de estrógenos liberados por el folículo preovulatorio (Mann; Lamming, 2001).

Los dispositivos con progesterona utilizados en tratamientos para inducir la ovulación, conducen a la formación de un cuerpo lúteo de vida media normal luego de su aplicación (Fike *et al.*, 1997). Cooper *et al.* (1991) indicaron que, es posible que los progestágenos actúen de manera similar a la progesterona, controlando la liberación de PGF₂α del ciclo inducido. Por otro lado, la supresión del amamantamiento genera un incremento en las concentraciones basales de progesterona, dentro de la semana posterior a la separación del ternero (Browning *et al.*, 1994).

En el presente trabajo, tanto en las “vacas de baja CC” (Exp.1) como en las “vacas de alta CC” (Exp.2), no se observaron cuerpos lúteos con vida media corta, relacionándose este hecho al uso de progestágenos y no al destete precoz, ya que, no se observaron diferencias entre tratamientos por efecto de la aplicación del destete.

➤ Tasa de preñez

La tasa de preñez se evaluó en todos los experimentos conducidos en el presente trabajo, aunque, como ya se explicó anteriormente, en el experimento 3 sólo se evaluó la tasa de preñez y no se incluyó el tratamiento con cría al pie.

Las mayores tasas de preñez observadas en “vacas de baja CC” (Exp. 1) correspondieron a los tratamientos en los que se realizó el destete 10 días antes o al momento de colocar los dispositivos (55,6 y 77,8%; DP-10 y DP0, respectivamente).

Scena *et al.* (2002) evaluaron la respuesta a la sincronización con CRESTAR (implante con Norgestomet) nuevo y reutilizado, destetando precozmente los terneros 15 días antes del inicio del tratamiento, en vacas de pobre CC (2; escala 1 a 5) y observaron porcentajes de preñez del 31,6 al 50%. Menchaca *et al.* (2005) también registraron una importante diferencia en la tasa de preñez al realizar destete precoz al inicio de un tratamiento con DIB (56,5%), con respecto a vacas con ternero al pie (34,8%). Los resultados obtenidos en el Exp.1 del presente trabajo se asemejan a la información presentada por estos autores, donde también se registró un efecto positivo del destete sobre la tasa de preñez.

Como se mencionó anteriormente, las vacas de baja condición corporal generalmente están en balance energético negativo durante la lactancia; la frecuencia de pulsos de LH se encuentra disminuida, afectando el tamaño final del folículo dominante y su potencial ovulatorio (Roche *et al.*, 2000). La existencia de hormonas de origen metabólico (corticoides, opiodes y leptinas) asociadas a este estado nutricional, también podrían afectar la frecuencia de liberación de pulsos de GnRH (Yavas; Walton 2000a; Roche *et al.*, 2000) necesaria para desencadenar la ovulación y consecuentemente a la tasa de concepción. Posiblemente, el hecho de realizar el destete 10 días antes o al iniciar el tratamiento hormonal haya provocado una mejora en el balance nutricional en las “vacas en baja CC” (Exp.1), permitiendo una mejor respuesta a los progestágenos utilizados que se tradujo en mayores tasas de ovulación y preñez.

Los bajos porcentajes de preñez registrados en “vacas de baja CC” (Exp.1), cuando se realizó el destete precoz al retiro de los dispositivos (30%) y cuando las vacas mantuvieron la cría al pie (20%) eran esperables, ya que la tasa de ovulación fue del 40% para ambos tratamientos. El estado de anestro asociado a la baja condición corporal de los vientres y la presencia del ternero hasta finalizar el tratamiento con progestágenos, probablemente influenció esta respuesta; ya que, la presentación de ciclos estrales inducidos hormonalmente y las tasas de preñez resultantes son dependientes del estado corporal de los vientres (Bastos *et al.*, 2004); y la lactancia influye sobre este último. El bajo porcentaje de ovulación observado en estos tratamientos y/o la ovulación de ovocitos de baja calidad, podrían ser las causas de las bajas tasas de preñez. Aunque, cuando se analizó la tasa de preñez en relación a la ocurrencia de ovulación no se registraron diferencias entre tratamientos; descartándose la hipótesis de una disminución en la calidad en los ovocitos asociada al pobre estado corporal.

Cuando se evaluó sólo la “*preñez en vacas de baja CC*” (Exp.3) no se encontraron diferencias estadísticas entre los diferentes momentos de aplicación del destete, pero las tasas registradas tuvieron algunas similitudes con lo observado en el experimento discutido anteriormente (Exp.1). En este caso, los porcentajes de preñez al destetar los terneros 10 días antes de iniciar (58,3%) y al finalizar el tratamiento hormonal (33,3%), fueron similares a los observados en el Exp 1. Pero cuando se aplicó destete precoz al iniciar el protocolo de sincronización, la tasa de preñez fue inferior en el Exp.3 con respecto al Exp.1 (50 vs. 77,8%, respectivamente).

En las “*vacas de alta CC*” (Exp.2) no se registraron diferencias en el análisis estadístico entre tratamientos. *Bó et al.* (2001) observaron que, el efecto combinado del destete precoz y un tratamiento con progestágenos produjo un alto porcentaje de preñez (63,9%) a la IATF, realizando el destete 10 días antes del inicio del protocolo de sincronización en un rodeo con el 75% de vacas ciclando. *Bastos et al.* (2003), informaron un 72,2% de preñez en vacas de buen estado corporal, al realizar destete precoz al final de un tratamiento con MAP. Los resultados obtenidos por estos autores, son superiores a los observados en este experimento cuando se aplicó el destete en iguales momentos (DP-10 y DP8; 44,4 y 62,5%, respectivamente).

Sin embargo, es importante notar que las tasas de preñez registradas para el grupo de “*vacas de alta CC*” con destete al inicio del tratamiento con progestágenos (33,3%) y en vacas con cría (22,2%) no eran esperables, dado que estos tratamientos presentaron un 77,8 y 88,9% de ovulación y el tamaño de los folículo preovulatorios fue más que aceptable (13,3 y 13,0 mm, respectivamente). Incluso estas tasas resultaron menores a las observadas en los experimentos con “*vacas de baja CC*” (Exp. 1 y 3).

Según una revisión de *Johnson* (2005), el promedio de las tasas de preñez en vacas cíclicas, en buen estado corporal, tratadas con progestágenos (sistemas Syncro-Mate B) e inseminadas a tiempo fijo, es del 45% (rango 26 a 62 %); y en la mayoría de los casos el promedio de las tasas supera el 60% de preñez y sólo en casos aislados son del 20 ó 30%. En la “*vacas de alta CC*” (Exp.2) sólo los tratamientos DP-10 (44,4%) y DP8 (62,5%) alcanzaron tasas similares a las informadas por este autor. Por otro lado, si se observan las tasas de preñez en relación a la ocurrencia de ovulación (DP-10=50%; DP0=42,8%; DP8=100%; C/cría=25%) puede notarse que en el tratamiento DP8 todas las vacas resultaron preñadas. Posiblemente, diferencias en fertilidad individual y el tamaño de la muestra

utilizado en esta experiencia, hayan afectado el resultado de los tratamientos en estudio.

En síntesis, el destete precoz ejerció sólo un efecto positivo sobre la tasa de preñez en “vacas de baja CC” (*Exp.1*), logrando el mayor impacto cuando se realizó al inicio del tratamiento con progestágenos.

El autor considera importante remarcar que, a pesar de haberse realizado los análisis estadísticos formales que soportan la información presentada se debe tener presente el bajo número de animales utilizados en este trabajo al momento de extrapolar esta información a rodeos comerciales. Por lo tanto, se deberían realizar nuevas experiencias con un mayor número de animales para confirmar los resultados obtenidos en las tasas de preñez.

6. CONCLUSIONES

- 1) En vacas de **baja condición corporal**, el destete precoz realizado 10 días antes o el día de inicio de un tratamiento con progestágenos produce un aumento de tamaño del folículo dominante (preovulatorio) y una mayor tasa de ovulación que el destete realizado al finalizar el tratamiento o el control (sin destete).
- 2) En vacas de **alta condición corporal**, no hay efecto de los tratamientos de destete sobre los parámetros ováricos estudiados ni sobre la fertilidad.
- 3) La vida media del cuerpo lúteo de las vacas no gestantes es normal, independientemente del tratamiento aplicado y de la condición corporal.
- 4) La tasa de preñez sólo se mejora cuando el destete precoz se aplica al comenzar el tratamiento con progestágenos en vacas de baja condición corporal. Sin embargo, lo ocurrido en el Exp. 3, así como la coincidencia de un mayor tamaño de folículo dominante en las vacas destetadas 10 días antes o al iniciar el tratamiento con progestágenos, hace pensar que esos dos momentos serían los indicados para ejecutar el destete y obtener una mayor probabilidad de éxito.

7. IMPLICANCIAS

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, el destete precoz debería realizarse antes o al comienzo de un protocolo de inducción/sincronización de celo/ovulación para mejorar el resultado de la IATF. Este criterio de aplicación, podría ser de gran utilidad para el sistema productivo, dado que la información respecto del uso de tratamientos hormonales combinado a prácticas de destete de este tipo es escasa.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ADAMS, G.P.; MATTERI, R.L.; KASTELIC J.P.; KO, J.C.H.; GINTHER, O.J. 1992. Association between surges of follicle-stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J. Reprod. Fertil* 94: 177-188.
- AHMAD, N.; TOWNSEND, E.C.; DAILEY, R.A.; INSKEEP, E.K. 1997. Relationships of hormonal patterns and fertility to occurrence of two or three waves of ovarian follicles, before and after breeding, in beef cows and heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 49: 13-28.
- ALBERIO, R.H.; BUTLER, H.M.; PALMA, G.A.; MIHURA, H.; TORQUATI, O. 1982. Efecto de un destete temporario de 48 ó 72 hs. sobre el comportamiento reproductivo de vacas múltiparas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 5:452-454.
- ALBERIO, R.H.; BUTLER, H.M.; PALMA, G.; MIHURA, H.; TORQUATI, O. 1984. Efecto de un destete temporario sobre la reactivación sexual posparto de vacas de cría múltiparas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (3):307-317.
- ALBERIO, R.H.; BUTLER, H.M.; SCHIERSMANN, G.C.; TORQUATI, O. 1986a. Efecto de la progesterona intravaginal combinada con un destete temporario ó PMSG en vacas de cría. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6:81-86.
- ALBERIO, R.H.; BUTLER, H.M.; SCHIERSMANN, G.C.; TORQUATI, O. 1986b. Inducción y sincronización de celos con progesterona en vacas multiparas de establecimientos comerciales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6:87-90.
- ALBERIO, R. H.; SCHIERSMANN, G.; CAROU, N.; MESTRE, J. 1987. Effect of teaser bull on ovarian and behavioural activity of suckling beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 14:263-272.
- ANDERSON, L.H.; McDOWELL, C.M.; DAY, M.L. 1996. Progestin-induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. *Biol. Reprod.* 54:1025-1031.
- ARISNABARRETA, E.R. 1984. Destete temporario e inducción de celos con espirales intravaginales impregnados con progesterona. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 4 (3):319-324.
- ARTHINGTON, J.D.; KALMBACHER, R.S. 2003. Effect of early weaning on the performance of three-year-old, first-calf beef heifers and calves reared in the subtropics. *J. Anim. Sci.* 81:1136-1141.
- AVILÉS, M.; CUTAIA, L.; PERES, L.C.; PINCINATO, D.; MARAÑA PEÑA, D.; BALLA, E.; VIDELA DORNA, I.; BÓ, G.A. 2005. Efecto del uso de DIB (0,5g o 1g de progesterona) sobre el momento de inicio de onda y ovulación en vacas y vaquillonas tratadas con Bezoato de estradiol. Resúmenes. 6º Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC, Córdoba, Argentina. pp383.
- AZZAZI, F.; GARVERICK, H.A. 1984. The effect of estradiol-17 β and estrone administration on GnRH induced LH release during the early postpartum in dairy cattle. *Theriogenology* 21:447-454.

- BARUSELLI, P.S.; MARQUES, M.O.; REIS, E.L.; BO, G.A. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. Resúmenes 5º Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. pp 103-116.
- BASTOS, G.D.M.; GONÇALVES, P.B.D.; MACHADO, M.S.M.; RESTLE, J.; NEVES, J.P.; DE OLIVERA, J.F.C.; FARIAS, A.M.; SIQUEIRA, L.; FATURÍ, C. 2003. Hormonal induction of ovulation and early weaning in postpartum fertility of homozygous and heterozygous beef cows for microsatellite BMS3004. Rev. Bras. Zoot. 32:1093-1103 (Abst).
- BASTOS, G.D.M.; BRENNER, R.H.; WILLKE, F.W.; NEVES, J.P.; OLIVEIRA, J.F.C.; BRAGANÇA, J.F.M.; MACHADO, S.A.; PORCIÚNCULA, P.M.; GONÇALVES, P.B.D. 2004. Hormonal induction of ovulation and artificial insemination in suckled beef cows under nutritional stress. Theriogenology 62:847-853.
- BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; URICK, J.J.; PAHNISH, O.F. 1974. Effects of early weaning on postpartum reproduction of the dam growth of calves born as multiples or singles. J. Anim. Sci. 39:589-600.
- BERARDINELLI II, J.G.; JOSHI, P.S. 2005a. Initiation of postpartum luteal function in primiparous restricted-suckled beef cows exposed to a bull or excretory products of bulls or cows 1. J. Anim. Sci. 83:2495-2500 (Abst).
- BERARDINELLI II, J.G.; JOSHI, P.S. 2005b. Introduction of bulls at different days postpartum on resumption of ovarian cycling activity in primiparous beef cows. J. Anim. Sci. 83:2106-2110.
- BISHOP, D.K.; WETTEMANN, R.P.; SPICER, L.J. 1994. Body energy reserves influence the onset of luteal activity after early weaning of beef cows. J. Anim. Sci. 72:2703-2708.
- BÓ, G.A.; CUTAIA, L.; ALISIO, L.; TEGLI, J. 2001. Inseminación artificial a tiempo fijo, resincronización de celos y destete precoz en vacas Braford. Rev. Braford. 16(45):52-58.
- BÓ, G.A. 2002. Dinámica folicular y tratamientos hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino. Memorias del 11º Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera, ULA-Trujillo. pp. 1-17.
- BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S.; MARTÍNEZ, M.F. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. Anim. Reprod. Sci. 78:307-326.
- BÓ, G.A. 2005. Programa de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en bovinos. Jornada de actualización en reproducción bovina. Mercedes, Corrientes, Argentina. pp. 3-17.
- BÓ, G.A.; CUTAIA, L.; CHESTA, P.; BALLA, E.; PICINATO, D.; PERES, L.; MARAÑA, D.; AVILÉS, M.; MENCHACA, A.; VENERANDA G.; BARUSELLI P.S. 2005. Implementación de programas de inseminación artificial en rodeos de cría de la Argentina. 6º Simp. Internac. de Reprod. Anim. Córdoba, Argentina. pp 97-128.

- BORGES, L.F.; FERREIRA, R.; SIQUEIRA, L.; BORSTHANN, J.W.; SANTOS, J.; GASPERIN, B.; OLIVEIRA, J.F.; GONÇALVES, P.B. 2007. Efeito do tempo de exposição ao progestágeno com aplicação prévia de eCG e desmame temporário em vacas pós-parto. Memórias: 7º Simposio Internacional de Reproducción Animal. Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. pp 257(res).
- BOSSIS, L.; WETTEMAN, R.P.; WELTY, S.D.; VIZCARRA, J.A.; SPICER, L.J.; DISKIN, M.G. 1999. Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. J. Anim. Sci. 77: 1526-1546.
- BRITT, J.H.; KISER, T.E.; SEGUIN, B.E.; HAFS, H.D.; OXENDER, W.D.; RITCHIE, H.D. 1975. Fertility after GnRH and $F_{2\alpha}$ in suckling cows. J. Anim. Sci. 41:345 (Abst).
- BROWNING, R.; ROBERT, B.S.; LEWIS, A.W.; NEUENDORFF, D.A.; RANDEL, R.D. 1994. Effects of postpartum nutrition and once daily suckling on reproductive efficiency and preweaning calf performance in fall-calving Brahman (*Bos indicus*) cows. J. Anim. Sci. 72:984-989.
- BURKE, C.R.; DAY, M.L.; BUNT, C.R.; MACMILLAN, K.L. 2000. Use of small dose of estradiol benzoate during diestrus to synchronize development of the ovulatory follicle in cattle. J. Anim. Sci. 78:145-151.
- BURKE, C.R.; MUSSARD, M.L.; GRUM, D.E.; DAY, M.L. 2001. Effects of maturity of potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate. Anim. Reprod. Sci. 66:161-174.
- CALLEJAS, S.S.; ALBERIO, R. 1988. Factores que afectan el anestro post parto en bovinos. Rev. Arg. Prod. Anim. 8(6): 531-541.
- CALLEJAS, S.S.; ALBERIO, R.H.; SCHIERSMANN, G.C.; MIHURA, H.; DORAY, J.M.; MURTAGH, J.J. 1992. Efecto de un destete temporario y/o benzoato de estradiol sobre la actividad reproductiva en vacas para carne en anestro post parto. Rev. Arg. Prod. Anim. 12:309-317.
- CALLEJAS, S.; DORAY, J.; ALBERIO, R.; RIVERA, G. 1997. Ausencia de efecto del citrato de clomifeno sobre la reactivación sexual posparto en vacas de cría. Rev. Arg. Prod. Anim. 17:149-156.
- CALLEJAS, S.; HIDALGO, L.; CAUHÉPÉ, M.; OTERO, M. 1999. Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva de vacas de cría pluriparas. Rev. Ar. Prod. Anim. 19(2):323-329.
- CARATAY, A.; EVANS, N.P.; FABRE, C.J.; KRASCH, E.J. 1995. The preovulatory gonadotrophin-releasing-hormone surge: a neuroendocrine signal for ovulation. J. Reprod. Fertil. (Suppl.) 46:245-255 (Abst.).
- CASTRO, T.; MENCHACA, A.; BONINO, R.; PEÑAGARICANO, A. 2006. Destete con tablillas nasales asociado a IATF en vacas de primera cría. 19º Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 144-145.

- CAVALIERI, J.; HEPWORTH, G.; PARKER, K.I.; WRIGT, P.J.; MACMILLAN, K.L. 2003. Effect of treatment with progesterone and oestradiol when starting treatment with an intravaginal progesterone releasing insert on ovarian follicular development and hormonal concentration in Holstein cows. *Anim. Reprod. Sci.* 2377:1-17.
- CHANG, C.; REEVES, J.J. 1987. Postpartum interval in beef cows shortened by enclomiphene. *J. Anim. Sci.* 65: 217-223.
- CHRISTENSEN, D.S.; WILTBANK, J.N.; HOPWOOD, M.L. 1971. Blood hormone levels during the bovine estrus cycle. *Theriogenology* 33:251 (Abst).
- CICCIOLI, N.H.; WATTEMANN, R.P.; SPICER, L.J.; LENTS, C.A.; WHITE, F.J.; KEISLER, D.H. 2003. Influence of body condition at calving and postpartum nutrition on endocrine function and reproductive performance of primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 81: 3107-3120.
- COOPER, D.A.; CARVER, D.A.; VILLENUEVE, P.; SILVIA, W.J.; INSKEEP, E.K. 1991. Effect of progestagen treatment on concentrations of prostaglandins and oxytocin in plasma from the vein cava of postpartum beef cows. *J. Reprod. Fert.* 91:411-421.
- COPELIN, J.P.; SMITH, M.F.; GARVERICK, H.A.; YOUNGQUIST, R.S. 1987. Effect of the uterus on subnormal luteal function in anestrus beef cows. *J. Anim. Sci.* 64: 1506-1511.
- COPELIN, J.P.; SMITH, M.F.; GAVERICK, H.A.; YOUNGQUIST, R.S.; MACVEY, W.R.; INSKEEP, E.K. 1988. Responsiveness of bovine corpora lutea to prostaglandin F_{2α}; comparison of corpora lutea anticipated to have short or normal lifespans. *J. Anim. Sci.* 66:1236-1245.
- CROWE, M.A.; GOULDING, D.; BAGUISI, A.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. 1993. Induced ovulation of the first postpartum dominant follicle in beef suckler cows using a GnRH analogue. *J. Reprod. Fert.* 99:551-555.
- CUNNINGHAM, J.G. 1995. Control de la ovulación y cuerpo lúteo. En: Cunninham, J.G. *Fisiología veterinaria*. Interamericana McGraw-Hill, México. pp. 484-493.
- CUSTER, E.E.; BERARDINELLI, J.G.; SHORT, R.E.; WEHRMAN, M.; ADAIR, R. 1990. Postpartum interval to estrus and patterns of LH and progesterone in first-calf suckled beef cows exposed to mature bulls. *J. Anim. Sci.* 68:1370-1377.
- CUTAIA, L.; MORENO, D.; VILLATA, L.; BÓ, G.A. 2001. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal at 24 hours later. *Theriogenology* 55:244.
- DAY, M.L.; DYER, R.M.; WILSON, G.W.; POPE, W.F. 1990. Influence of estradiol on duration and incidence of short estrous cycles in postpartum cows. *Domest. Anim. Endocrinol.* 7:19-25.
- DAY, M.L. 2004. Hormonal induction of estrous cycles in anestrus *Bos Taurus* beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83:487-494.

- DeROUEN, S.M.; FRANKE, D.E.; MORRISON, D.G.; WYATT, W.E.; COOMBS, D.F.; WHITE, T.W.; HUMES, P.E.; GREENE, B.B. 1994. Prepartum body condition and weight influences on reproductive performance of first-calf beef cows. *J. Anim. Sci.* 72:1119-1125.
- DISKIN, M.G. 1997. Regulation of post-partum interval in cattle. *Irish. Vet. J.* 50:238-247.
- DISKIN, M.G.; AUSTIN, E.J.; ROCHE, J.F. 2002. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. *Domestic Anim. Endocr.* 23:211-228.
- DISKIN, M.G.; MACKEY, D.R.; ROCHE, J.F.; SREENAN, J.M. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78:345-370.
- DORAY, J.M.; CALLEJAS, S.S.; BURGESS, J.C.; ALBERIO, R.H.; SHIERSMANN, G.C.S.; TORQUATI, O. 1996. Preñez en vacas de cría tratadas con progesterona mediante esponjas vaginales. Efecto de la PMSG o el destete temporario. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(2):203-210.
- DRIANCOURT, M.A. 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology.* 55:1211-1239.
- DUFFY, P.; CROWE, M.A.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. 2000. Effect of exogenous LH pulses on the fate of the first dominant follicle in postpartum beef cows nursing calves. *J. Reprod. Fertil.* 118:9-17.
- DUNN, T.G.; MOSS, G.E. 1992. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive of livestock. *J. Anim. Sci.* 70:1580-1593.
- ECHTERNKAMP, S.E. 1978. Stimulation of estrogen and luteinizing hormone secretion in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 47:521-531.
- EDWARDS, S. 1985. The effects of short term calf removal on pulsatile LH secretion in the postpartum beef cows. *Theriogenology* 23:777.
- FERNANDES, L.C.; THATCHER, W.W.; WILCOX, C.J.; CALL, E.P. 1978. LH release in response to GnRH during the postpartum period of dairy cows. *J. Anim. Sci.* 46:443-448.
- FERNÁNDEZ, D.L.; BERARDINELLI, J.G.; SHORT, R.E.; ADAIR, R. 1993. The time required for the presence of bulls to alter the interval from parturition to resumption of ovarian activity and reproductive performance in first-calf suckled beef cows. *Theriogenology* 39:411-419.
- FERNÁNDEZ-FRANCIA, G.; LARES, S.F.; FORNIA, N.; DE LA SOTA, R.L. 2004. Eficacia de la utilización de Benzoato de estradiol a las 0 o 24 horas del retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona DIB para inducir la ovulación en vaquillonas para carne. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24(1): 283.
- FERRUGEM MORAES, J.C.; JAUME, C.M.; HOFF DE SOUZA, C.J. 2006. O uso da condição corporal dos bovinos para controle de fertilidade. 19º Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 14-24.

- FERRUGEM MORAES, J.C.; JAUME, C.M.; HOFF DE SOUZA, C.J. 2007. Body condition score to predict the postpartum fertility of crossbred beef cows. *Pesq. Agropec. Brasilia* 48 (5):741-746.
- FIKE, K.E.; DAY, M.L.; INSKEEP, E.K.; KINDER, J.E.; LEWIS, P.E.; SHORT, R.E.; HAFS, H.D. 1997. Estrus and luteal function in suckled beef cows that were in anoestrus when treated with an intravaginal device containing progesterone with and without a subsequent injection of estradiol benzoate. *J. Anim. Sci.* 75:2009-2115.
- FORREST, P.K.; RHODES, R.C.III; RANDEL, R.D. 1980. Effect of variable suckling and estrogen administration upon serum luteinizing hormone in Brahman cows. *Theriogenology* 13:333-339.
- FORTUNE, J.E. 1993. Follicular dynamics during the bovine estrous cycle: a limiting factor in improvement of fertility? *Anim. Reprod. Sci.* 33:111-125.
- FOSTER, J.P.; LAMMING, G.E.; PETERS, A.R. 1980. Short-term relationships between plasma LH, FSH and progesterone concentrations in post-partum dairy cows and the effect of GnRH-injection. *J. Reprod. Fertil.* 59:321-327.
- GALINA, C.S.; RUBIO, I.; BASURTO, H.; ORIHUELA, A. 2001. Consequences of different suckling systems for reproductive activity and productivity of cattle in tropical conditions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72:255-262.
- GALLI, I.O.; MONJE, A.R.; VITTONI, J.S.; SAMPEDRO, D.; BUSTO, C. 2005. Destete precoz en cría vacuna. Manual para la toma de decisiones y ejecución de la técnica. INTA. Serie Manual de Cría Vacuna. Vol. 2. 94p.
- GALINDO-GONZALEZ, S.; ARTHINGTON, J.D.; YELICH, J.V.; HANSEN, G.R.; LAMB, G.C.; DE VRIES, A. 2007. Effects of cow parity on voluntary hay intake and performance responses to early weaning of beef calves. *Livest. Sci.* 110:148-153.
- GARCIA-WINDER, M.; LEWIS, P.E.; DEEVER, D.R.; SMITH, V.G.; LEWIS, G.S.; INSKEEP, E.K. 1986. Endocrine profiles associated with life span of induced corpora lutea in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 62:1353-1362.
- GARCIA-WINDER, M.; LEWIS, P.E.; INSKEEP, E.K. 1988. Ovulation in postpartum beef cows treated with estradiol. *J. Anim. Sci.* 66:1-4.
- GEARY, T.W.; WHITTER, J.C.; HALLFORD, D.M.; MAC NEIL, M.D. 2001. Calf removal improves conception rates to the Ovsynch and Co-Synch protocols. *J. Anim. Sci.* 79:1-4
- GINTHER, O.J.; KASTELIC, J.P.; KNOPF, L. 1989. Composition and characteristics of follicular waves during the bovine oestrous cycle. *Anim. Reprod. Sci.* 20:187-200.
- GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C.; FRICKE, P.M.; GIBBONS, J.R.; KOT, K. 1996. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol. Reprod.* 55:1187-1194.

- GINTHER, O.J.; KOT, K.; KULICK, L.J.; WILTBANK, M.C. 1997. Emergence and deviation of follicles during the development of follicular waves in cattle. *Theriogenology* 48:75-87.
- GITTLIN, S.A.; FORREST, D.W.; HARMS, P.G. 1983. Bovine pituitary release of luteinizing hormone during gestation and early postpartum. *J. Anim. Sci.* 57(1):339.
- GRIFFITH, M.K.; WILLIAMS, G.L. 1996. Roles of maternal vision and olfaction in suckling mediated inhibition of luteinizing hormone secretion, expression of maternal selectivity, and lactational performance of beef cows. *Biol. Reprod.* 54:761-768.
- HAFEZ, E.S.E. 1989. Ciclos reproductivos. En: Hafez, E.S.E. *Reproducción e inseminación artificial en animales*. 5^o ed. McGraw-Hill, México. pp.116-141.
- HENAO, G.; OLIVERA-ÁNGEL, M.; MALDONADO-ESTRADA, J.G. 2000. Follicular dynamics during postpartum anestrus and the first estrous cycle in suckled or non-suckled Brahman (*Bos indicus*) cows. *Anim. Reprod. Sci.* 63:127-136.
- HANSEN, P.J.; HAUSER, E.R. 1983. Genotype x environmental interactions on reproductive traits of bovine females. III. Seasonal variation in postpartum reproduction as influenced by genotype, suckling and dietary regimen. *J. Anim. Sci.* 56:1362-1369.
- HENRICKS, D.M.; DICKEY, J.F.; HILL, J.R. 1971. Plasma estrogens and progesterone levels in cows prior to and during estrus. *Endocrinology* 89:1350-1355.
- HERD, D.; SPROTT, L. 1986. Body condition, nutrition and reproduction of beef cow. Texas Agricultural Extension Service. Bulletin B-1526.
- HESS, B.H.; LAKE, S.L.; SCHOLLJERGERDES, E.J.; WESTON, T.R., NAYIGIHUGU, V.; MOLLE, J.D.C.; MOSS, G.E. 2005. Nutritional control of beef cow reproduction. *J. Anim. Sci.* 83 (E. Suppl.): E90-E106.
- HOFFMAN, D.P.; STEVENSON, J.S.; MINTON, J.E. 1996. Restricting calf presence without suckling compared with weaning prolongs postpartum anovulation in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 74:190-198.
- HORNBUCKLE II, T.; OTT, R.S.; OHL, M.W.; ZINN, G.M.; WESTON, P.G.; HIXON, J.E. 1995. Effects of bull exposure on the cyclic activity of beef cows. *Theriogenology* 43:411-418.
- HUMPHREY, W.D.; KALTENBACH, C.C.; DUNN, T.G.; KORITNIK, D.R.; NISWENDER, G.D. 1983. Characterization of hormonal patterns in the beef cow during postpartum anestrus. *J. Anim. Sci.* 56:445-453.
- JAGGER, D.J.; PETERS, A.R.; LAMMING, G.E. 1987. Hormone responses to low dose GnRH treatment in post-partum beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 80:263-269.
- JOHNSON, S.K. 2005. Possibilities with today's reproductive technologies. *Theriogenology* 64:639-656.

- KASTELIC, J.P. 1994. Understanding ovarian follicular development in cattle. *Vet. Med.* 89:64-71.
- KISER, T.E.; DUNLAP, S.E.; BENYSHEK, L.L.; MARES, S.E. 1980. The effect of calf removal on estrous response and pregnancy rate of beef cows after Syncro-Mate-B treatment. *Theriogenology* 13:381-389.
- KNOFF, L.; KASTELIC, J.P.; DEL CAMPO, M.R.; GINTHER, O.J. 1989. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Dom. Anim. Endocr.* 6:511-519.
- LAMB, G.C.; LYNCH, J.M.; GRIEDER, D.M.; MINTON, J.E.; STEVENSON, J.S. 1997. Ad libitum suckling by an unrelated calf in the presence or absence of a cow's own calf prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 75:2762-2769.
- LAMB, G.C.; MILLER, B.L.; LYNCH, J.M.; THOMPSON, K.E.; HELDT, C.A.; LÖEST, C.A. 1999. Twice daily suckling but not milking with calf presence prolongs postpartum anovulation. *J. Anim. Sci.* 77:2207-2218.
- LAMMING, G.E.; WATHERS, D.C.; PETERS, A.R. 1981. Endocrine patterns of the post-partum cow. *J. Reprod. Fertil.* 30(suppl): 155-170.
- LANDAETA-HERNÁNDEZ, A.J.; GIANGRECO, M.; MELÉNDEZ, P.; BARTOLOMÉ, J.; BENNET, F.; RAE, R.O.; HERNÁNDEZ, J.; ARCHBALD, L.F. 2004. Effect of biostimulation on uterine involution, early ovarian activity and first postpartum estrous cycle in beef cows. *Theriogenology* 61:1521-1532.
- LARSON, C.L.; MILLER, H.L.; GOEHRING, T.B. 1994. Effect of postpartum bull exposure on calving interval of first-calf heifers bred by natural service. *Can. J. Anim. Sci.* 74:153-154.
- LINDELL, J.O.; KINDAHL, H.; JANSON, L.; EDQVIST, L.E. 1982. Postpartum release of prostaglandin F_{2α} and uterine involution in the cow. *Theriogenology*. 17:237-245.
- LOFSTEDT, R.M.; MANNS, J.G.; MURPHY, B.D.; HUMPREY, W.D.; MAPLETOFT, R.J. 1981. Influence of GnRH infusion on endocrine parameters and duration of postpartum anestrus in beef cows. *Theriogenology* 15:359-377.
- LUCY, M.C.; STAPLES, C.R.; MICHEL, F.M.; THATCHER, W.W. 1991. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F_{2α} luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 74:483.
- LUCY, M.C.; BILLINGS, H.L.; BUTLER, W.R.; EHNIS, L.R.; FIELDS, M.J.; KINDER, J.E.; MATTOS, R.C.; SHORT, R.E.; THATCHER, W.W.; WETTEMANN, R.P.; YELICH, J.V.; HAFS, H.D. 2001. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and injection of PGF_{2α} for synchronizing estrus and shortening the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef and dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 79:982-995.

- LUSBY, K.S.; WETTEMANN, R.P.; TURMAN, E.J. 1981. Effects of early weaning calves from first-calf heifers on calf and heifer performance. *J. Anim. Sci.* 53(5):1981.
- MACKEY, D.R.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. 2000. The effect of progesterone alone or in combination with estradiol on follicular dynamics, gonadotrophin profiles, and estrus in beef cows following calf isolation and restricted suckling. *J. Anim. Sci.* 78:1917-1929.
- MACMILLAN, K.L.; PETERSON, A.J. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrus synchronization, increasing pregnancy rates and treatment of post-partum anestrus. *Anim. Reprod. Sci.* 33:1-25.
- MANES, J. 2007. Efecto de la duración de un tratamiento con progestágenos y el momento de aplicación de benzoato de estradiol sobre la dinámica folicular de vacas cíclicas y en anestro. Tesis *Magíster Scientiae*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 92 p.
- MANN, G.E.; LAMMING, G.E. 2001. The rol of sub-optimal preovulatory oestradiol secretion in aetiology of premature luteolysis during the short oestrus cycle in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 64:171-180.
- MANNS, J.G.; RICHARDSON, G.R. 1976. Induction of cyclic activity in the early postpartum dairy cow. *Can. J. Anim. Sci.* 56:467-473.
- MAPLETOFT, R.J.; BO, G.A.; MARTINEZ, M.; COLAZO, M.; CACCIA, M.; ADAMS, G.P. 1999. Control del desarrollo folicular y su uso en programas de inseminación artificial a tiempo fijo en ganado de carne. 3^{er} Simposio Internacional de Reproducción Animal. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. pp 51-69.
- MARTINEZ, M.F.; ADAMS, G.P.; BERGFELT, D.R.; KASTELIC, J.P.; MAPLETOFT, R.J. 1999. Effect of LH or GnRH on the dominant follicle of the first follicular wave in beef heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 57:24-33.
- McVEY, W.R. Jr.; WILLIAMS, G.L. 1989. Effects of temporary calf removal and osmotic pump delivery of gonadotrophin-releasing hormone on synchronized estrus, conception to a timed artificial insemination and gonadotrophin secretion in Norgestomet-estradiol valerate-treated cattle. *Theriogenology* 32:969-978.
- MENCHACA, A.; DE CASTRO, T.; CHIFFLET, N.; ALVAREZ, M. 2005. Uso de IATF y destete precoz al inicio del servicio en rodeos de cría. 6^o Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina. pp 73.
- MIHM, M.; DELATANG, F.; ROCHE, J.F. 1998. The gonadotrophin and ovarian responses to an intermediate or low dose of gonadorelin in beef heifers: influence of dose, follicle status and progesterone environmental. *J. Reprod. Fertil.* 21:74 (Abst).
- MIHM, M.; CROWE, M.A.; KNIGHT M.A.; AUSTIN, E.J. 2002. Follicle wave growth in cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 37:191-200.

- MIHM, M.; BLEACH, E.C.L. 2003. Endocrine regulation of ovarian antral follicle development in cattle. *Anim. Reproduction Science*. 78:217-237.
- MOHAN, M.; CHANDAN, R.; PRAKASH, B.S. 2006. Relationship of plasma estradiol-17 β , total estrogen, and progesterone to estrus behavior in mithun (*Bos frontalis*) cows. *Hormones and Behavior*. 49:626–633.
- MONJE A.R.; ALBERIO, R.H.; SCHIERSMANN, G.; CHEDRESE, J.; CAROU, N.; CALLEJAS, S. 1992. Male effect on the postpartum sexual activity of cows maintained on two nutritional levels. *Anim. Rep. Sci*. 29:145-156.
- MONJE, A.R. 1994. Destete precoz en cría vacuna. Análisis actual e impacto sobre los sistemas de producción. 7^o Jornadas ganaderas de Pergamino. Buenos Aires, Argentina. pp 59-68.
- MONJE, A.; HOFER, C.; GALLI, I. 1996. Destete precoz en cría vacuna. Manejo de terneros al destete. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay, Argentina. 22p.
- MONJE, A.R.; VITTONI, J.S.; GALLI, I.O. 2004. Destete precoz. En: Curso Manejo de rodeos de cría. Balcarce. Cap. 7, pp.61-67.
- MONJE, A.R. 2006. Destete a los 30 días en cría vacuna ¿Por qué y para qué? 19^o Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 52-56.
- MONTGOMERY, G.W.; SCOTT, I.C.; HUDSON, N. 1985. An interaction between season of calving and nutrition on the resumption of ovarian cycles in postpartum beef cattle. *J. Rep. Fert*. 73:45-50.
- MONTIEL, F.; AHUJA, C. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Anim. Reprod. Sci*. 85:1-26.
- MURPHY, M.G.; BOLAND, M.P.; ROCHE, J.F. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckled cows. *J. Reprod. Fertil*. 90:523-533.
- MYERS, T.R.; MYERS, D.A.; GREGG, D.W.; MOSS, G.E. 2008. Endogenous opioid suppression of release of luteinizing hormone during suckling in postpartum anestrus beef cows. *Dom. Anim. Endocr.* Jan 183-190 (Abst).
- NATION, D.P.; BURKE, C.R.; PARTON, G.; STEVENSON, R.; MACMILLAN, K.L. 2000. Hormonal and ovarian responses to a 5-day progesterone treatment in anoestrus dairy cows in the third week post partum. *Anim. Reprod. Sci*. 63:13-25.
- NETT, T.M. 1987. Function of the hypothalamic-hypophysial axis during the postpartum period in ewes and cows. *J. Reprod. Fertil. (Suppl.)* 34:201.
- PALMA A. 2008. Biología de la reproducción. En: Palma A. Biotecnología de la reproducción. (2^o ed.). Pugliese y Siena, Argentina. pp 43-70.

- PERRY, R.C.; CORAH, L.R.; KIRACOFE, G.H.; STEVENSON, J.F.; BEAL, W.E. 1991. Endocrine changes and ultrasonography of ovaries in suckled beef cows during resumption of postpartum estrous cycles. *J. Anim. Sci.* 69:2548-2555.
- PERRY, G.A.; SMITH, M.F.; ROBERTS, A.J.; MacNEIL, M.D.; GEARY, T.W. 2007. Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85:684-689.
- PETERS, A.R.; RILEY, G.M. 1982. Is the cow a seasonal breeder? *Brit. Vet. J.* 138:533-537.
- PETERS, A.R. 1984. Effect of exogenous estradiol-17 β on gonadotrophin secretion in post-partum beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 72:473-478.
- QUINTANS, G.; VIÑALES, C.; SINCLAIR, K.D. 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Anim. Reprod. Sci.* 80(1-2): 5-14.
- RAJAKOSKI E., 1960. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical and left-right variations. *Acta Endocrinol.* 52:1-68.
- RAMIREZ, J. 2006. Effect of once-daily suckling and parity on follicular dynamics in postpartum Brahman cows. Thesis MAGISTER SCIENTIAE. Texas A&M University. EE.UU. 62p.
- RANDEL, R.D.; HARRISON, L.M.; PETERSON, E.S.1981. Serum luteinizing hormone levels in Brangus cows following variable suckling intensity and administration of various levels of estrogen. *Theriogenology* 16:565-574.
- RANDEL, R.D. 1990a. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:853-862.
- RANDEL, R.D. 1990b. Effect of once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance on first-calf Brahman x Hereford Heifers. *J. Anim. Sci.* 53:755-757.
- RANDEL, R.D.; LAMMOGLIA, M.A.; LEWIS, A.W.; NEUENDORFF, D.A.; GUTHRIE, M.J. 1996. Exogenous PGF_{2 α} enhanced GnRH-induced LH release in postpartum cows. *Theriogenology* 45:643-654.
- REEVES, J.J.; GASKINS, C.T. 1981. Effect of once-a-day nursing on rebreeding efficiency of beef cows. *J. Anim. Sci.* 53:889-891.
- RENQUIST, B.J.; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D.; CALVERT, C.C. 2006a. Relationship between body condition score and production of multiparous beef cows. *Livest. Sci.* 104:147-155.
- RENQUIST, B.J.; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D.; CALVERT, C.C. 2006b. Effect of age on body condition and production parameters of multiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 84:1890-1895.

- REVAH, I.; BUTTLER, W.R. 1996. Prolonged dominance of follicles and reduced viability of bovine oocytes. *J. Reprod. Fertil.* 106:39-47.
- RHODES, F.M.; FITZPATRICK, L.A.; ENTWISTLE, K.W.; De ATH, G. 1995. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *J. Reprod. Fert.* 104:41-49.
- RHODES, F.M.; BURKE, C.R.; CLARK, B.A.; DAY, M.L.; MACMILLAN, K.L. 2002. Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and cows which have resumed oestrus cycles. *Anim. Reprod. Sci.* 69:139-150.
- RHODES, F.M.; McDOUGALL, S.; BURKE, C.R.; VERKERK, G.A.; MACMILLAN, K.L. 2003. Invited Review: Treatment of cows with an extended postpartum anoestrus interval. *J. Dairy Sci.* 86:1876-1984.
- RICHARDS, M.W.; SPITZER, J.C.; WARNER, M.B. 1986. Effect of varying levels of postpartum nutrition and body condition at calving on subsequent reproductive performance in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 62:300-306.
- RICHARDS, M.W.; WETTEMANN, R.P.; SCHOENEMANN, H.M. 1989. Nutritional anestrus in beef cows: Body weight change, body condition, luteinizing hormone in serum and ovarian activity. *J. Anim. Sci.* 67:15-20.
- RILEY, G.M.; PETERS, A.R.; LAMMING, G.E. 1981. Induction of pulsatile LH release, FSH release and ovulation in post-partum acyclic beef cows by repeated small doses of GnRH. *J. Reprod. Fertil.* 63:559-565.
- RIVERA, G.M.; ALBERIO, R.H. 1991. Regulación endocrina del anestro posparto en bovinos y ovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 11(2): 177-203.
- RIVERA, G.M. 1992. Fisiología del ciclo estral de la vaca. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 12: 287-300.
- RIVERA, G.M.; GOÑI, C.G.; CHAVES, M.A.; FERRERO, S.B.; BO, G.A. 1998. Ovarian follicular wave synchronization and induction of ovulation in postpartum beef cows. *Theriogenology* 49:1365-1376.
- ROBERSON, M.S.; WOLFE, M.W.; STUMPF, T.T.; KITOK, R.J.; KINDER J.E. 1989. Luteinizing hormone secretion and corpus luteum function in cows receiving two levels of progesterone. *Biol. Reprod.* 41:997.
- ROBINSON, J.J. 1990. Nutrition in the reproduction of farm animals. *Nutr. Rev.* 3:267-268.
- ROCHE, J.F.; CROWE, M.A.; BOLAND, M.P. 1992. Postpartum anestrus in dairy and beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* 28:371-378.
- ROCHE, J.; MIHM, M.; DISKIN, M. 1996. Physiology and practice of induction and control of oestrus in cattle. *BCVA Edinburgh*. pp.157-193.

- ROCHE, J.F.; AUSTIN, E.; RYAN, M.; O'ROURKE, M.; MIHM, M.; DISKIN, M. 1998. Hormonal regulation of the oestrous cycle of cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 33:227-231.
- ROCHE, J.F.; AUSTIN, E.J.; RYAN, M.; O'ROURKE, M.; MIHM, M.; DISKIN, M.J. 1999. Regulation of follicle waves to maximize fertility in cattle. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 54:61-71.
- ROCHE, J.F.; MAKEY, D.; DISKIN, M.D. 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60/61:703-712.
- ROELOFS, J.B.; GRAAT, E.A.M.; MULLAART, E.; SOEDE, N.M.; VOSKAMP-HARKEMA, W.; KEMP, B. 2006. Effects of insemination-ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology* 66:2173-2181.
- ROSS, J.P.; ALLER, J.F.; CALLEJAS, S.S.; BUTLER, H.; ALBERIO, R.H. 2004. Estradiol given 0 or 24 h after the end of a progestagen treatment in postpartum suckled beef cows. *Theriogenology* 62: 265-273.
- RUND, L.A.; LESHIN, L.S.; THOMPSON, F.N.; RAMPACEK, G.B.; KISER, T.E. 1989. Influence of the ovary and suckling on luteinizing hormone response to naloxone in post-partum beef cows. *J. Anim. Sci.* 67:1527-1531.
- SAIDUDDIN, S.; QUEVEDO, M.M.; FOOTE, W.D. 1968. Response of beef cows to exogenous progesterone and estradiol at various stages postpartum. *J. Anim. Sci.* 27:1015-1020.
- SALFEN, B.E.; KOJIMA, F.N.; BADER, J.F.; SMITH, M.F.; GARVERICK, H.A. 2001. Effect of short-term calf removal at three stages of follicular wave on fate of dominant follicle in postpartum beef cows. *J. Anim. Sci.* 79:2688-2697.
- SAMPEDRO, D.; VOGEL, O.; FRANZ, N.; CELSER, R. 1998. Tecnología para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría en el Centro-sur de la provincia de Corrientes. INTA, Estación Experimental Mercedes, Corrientes. Serie Técnica N° 29. 15p
- SAMPEDRO, D.; GALLI, I.O.; VOGEL, O. 2003. Condición corporal. Una herramienta para planificar el manejo del rodeo de cría. INTA. Serie técnica N° 30. 23p.
- SANTOS, J.E.P.; THATCHER, W.W.; CHEBEL, R.C.; CERRI, R.L.A.; GALVAO, K.N. 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Reprod. Sci.* 82/83:513-535.
- SARTORI, R.; FRICKE, P.M.; FERREIRA, J.C.P.; GINTHER, O.J.; WILTBANK, M.C. 2001. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biol. Reprod.* 65:1403-1409.
- SAVIO, J.D.; BOLAND, M.P.; INÉS, N.; ROCHE, J.F. 1990a. Resumption of follicular activity in the early postpartum period of dairy cows. *J. Rep. Fertil.* 88:569-579.

- SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W.; BANDINGA, L.; DE LA SOTA, R.L. 1990b. Turnover of the dominant ovarian follicles as regulated by progestins and dynamics of LH secretion in cattle. *J. Reprod. Fertil. Abstr. Ser.* 6:23.
- SAVIO, J.D.; THATCHER, W.W.; BANDINGA, L.; DE LA SOTA, R.L.; WOLFENSON, D. 1993. Regulation of dominant follicle turnover during the oestrous cycle in cows. *J. Reprod. Fertil.* 97:197-203.
- SCENA, C.; MONJE, A.R.; CAROU, N.E. 1994. Efecto del destete precoz sobre vacas primíparas "cola de parición". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 14:123.
- SCENA, C.G.; PERALTA, R.U.; CALLEJAS, S.S.; LUCHELLI, A. 1998. Combinación de un implante progestágeno, PMSG y destete temporario sobre la tasa de preñez después de la I.A. sistemática en vacas *Brahman* en anestro. *Memorias: 12º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.* pp 238 (res).
- SCENA, C.G.; PICCINALI, R.L.; DOMINGUEZ, G.; DE LA SOTA, R.L. 2002 Eficacia de diferentes protocolos de sincronización de celo con implante de Crestar reutilizado y nuevo en IATF de vacas Hereford. *15º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA. Buenos Aires, Argentina.* pp 290 (res).
- SCHIERSMAN, G.C.S.; MIHURA, H.; CALLEJAS, S.S.; ALBERIO, R.H. 1991. Efecto de un destete definitivo antes del segundo servicio en primavera sobre el comportamiento reproductivo de vacas primíparas paridas en otoño. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 11(2):167-175.
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; MODDY, E.L.; HOWLAND, B.E. 1972. Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J. Anim. Sci.* 34: 70-74.
- SHORT, R.E.; STAIGMILLER, R.B.; BABER, J.K.; CARR, J.B.; BELLOWS, R.A. 1976. Effects of mammary denervation in postpartum cows. *J. Amim. Sci.* 43:304 (Abstr).
- SHORT, R.E.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; BERARDINELLI, J.G.; CUSTER, E.E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.* 68:799-816.
- SIROSIS, J.; FORTUNE J.E. 1988. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real time ultrasonography. *Biol. Reprod.* 39:308-317.
- SORARRAIN, N.; LARES, S.V.; VACA, R.J.A.; BALDO, A.; DE LA SOTA, R.L. 2006. Eficacia de la utilización de benzoato de estradiol a las 0 o 24 horas del retiro de un dispositivo intravaginal con progesterona para inducir la ovulación en vacas para carne. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 26(supl.1): 305-306.
- SOTO BELLOSO, E.; PORTILLO MARTINEZ, G.; De ONDIZ, A.; ROJAS, N.; SOTO CASTILLO, G.; RAMÍREZ IGLESIA, L.; PEREA GANCHOU, F. 2002. Improvement of reproductive performance in crossbred zebu anestrous primiparous cows by treatment with norgestomet implants or 96 h calf removal. *Theriogenology.* 57:1503-1510.

- SOUSA NETO, R.L.; DIAS, M.M.; VELHO, F.A.; THEDY, D.X.; MENDES, D.; BARRERA, A.; BORGES, J.B.S. 2007. Desempenho reproductivo de vacas de corte submetidas a prática de desmama precoce para inseminação artificial. 7º Simposio Internacional de Reproducción Animal. Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina. pp 246 (res).
- SPICER, L.J.; CONVEY, E.M.; TUCKER, H.A.; ECHTERNKAMP, S.E. 1986. Effects of intermittent injections of LHRH on secretory patterns of LH and FSH and ovarian follicular growth during postpartum anovulation in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 62:1317-1323.
- SPITZER, J.C.; MORRISON, D.G.; WETTEMANN, R.P.; FAULKNER. 1995. Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *J. Anim. Sci.* 73:1251-1257.
- STAGG, K.; DISKIN, M.G.; SCREENAN, J.M.; ROCHE, J.F. 1995. Follicular development in long-term anoestrous suckled beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.* 38:49-61.
- STAGG, K.; SPICER, L.J.; SREENAN, J.M.; ROCHE, J.F.; DISKIN, M.G. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol. Reprod.* 59:777-783.
- STAHRRINGER, R.C.; BYERLEY, D.J.; KIESER, T.E.; RANDEL, R.D. 1994. Serum luteinizing hormone, 13, 14-dihydro-15-keto-prostaglandin F2 alpha and cortisol profiles during post-partum anestrus in Brahman and Angus cows. *Theriogenology.* 41:1069-1080.
- STAHRRINGER, R.C. 2003. EL manejo del amamantamiento y su efecto sobre la eficiencia reproductiva en rodeos bovinos de cría. Resultados en el Noreste Argentino (NEA). *Revista Taurus* 18:21-33.
- STARBUCK-CLEMMER, M.J.; HERNANDEZ-FONSECA, H.; AHMAD, N.; SEIDEL, G.; INSKEEP, E.K. 2007. Association of fertility with numbers of antral follicles within a follicular wave during the oestrous cycle in beef cattle. *Reprod. Dom. Anim.* 42: 337-342.
- STEVENSON, J.S.; KNOPPEL, E.L.; MINTON, J.E.; SALFEN, B.E.; GARVERICK, H.A. 1994. Estrus, ovulation luteinizing hormone, and suckling – induced hormones in mastectomized cows with and without unrestricted presence of the calf. *J. Anim. Sci.* 72:690-699.
- STEVENSON, J.S.; LAMB, G.C.; HOFFMANN, D.P.; MINTON, J.E. 1997. Interrelationships of lactation and postpartum anovulation in suckled and milked cows. (Review). *Livestock Prod. Sci.* 50:57-74.
- STOCK, A.E.; FORTUNE, J.E. 1993. Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between prolonged growth of the ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology* 132:1108-1114.

- STRAUCH, T.A.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; PATTERSON, D.J.; SMITH, M.F.; LUCY M.C.; LAMBERSON, W.R.; WILLIAMS J.E. 2001. Influence of undegraded intake protein on reproductive performance of primiparous beef heifers maintained on stockpiled fescue pasture. *J. Anim. Sci.* 79:574-581.
- STUMPF, T.T.; WOLFE, M.W.; WOLFE, P.L.; DAY, M.L.; KITOK, R.J.; KINDER, J.E. 1992. Weight changes prepartum and presence of bulls postpartum interact to affect duration of postpartum anestrus in cows. *J. Anim. Sci.* 70:3133-3137.
- THOMPSON, K.E.; STEVENSON, J.S.; LAMB, G.C.; GRIEGER, D.M.; LOEST, C.A. 1999. Follicular, hormonal, and pregnancy responses of early postpartum suckled beef cows to GnRH, norgestomet, and prostaglandin F_{2α}. *J. Anim. Sci.* 77:1823-1832.
- TROXEL, T.R.; KESLER, D.J. 1984. Ability of indomethacin to alter prostaglandin metabolite concentrations and to enhance the function of corporea lutea induced in post partum suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 59: 177-181.
- TWAGIRAMUNGU, H.; GUILBAULT, L.A.; PROULX, J.; VILLENUEVE, P.; DUFOUR, J.J. 1992. Influence of an agonist of gonadotropin-releasing hormone (Buserelin) on estrus synchronization and fertility in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1904-1910.
- UNGERFELD R.; FORSBERG, M.; RUBIANES, E. 2004. Overview of the response of anoestrous ewes to the ram effect. *Reprod. Fert. Dev.* 16:479-490.
- VALE, W.G.; BARUSELLI, P.S. 2008. Biología de la reproducción de la hembra bufalina. En: PALMA, G. *Biología de la Reproducción* (2º ed.). Producción Gráfica Integral. Argentina. pp. 135-148.
- VASCONCELOS, J.M.L.; SARTORI, R.; OLIVIEIRA, H.N.; GUENTHER, J.G.; WILTBANK, M.C. 2001. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology* 56:307-314.
- VIKER, S.D.; MCGUIRE, W.J.; WRITH, J.M.; BEEMAN, K.B.; KIRACOFE, G.H. 1989. Cow – calf association delays postpartum ovulation in mastectomized cows. *Theriogenology*. 32:467-474 (Abstr.).
- VIKER, S.D.; LARSON, R.L.; KIRACOFE, G.H.; STEWART, E.; STEVENSON, J.S. 1993. Prolonged postpartum anovulation in mastectomized cows requires tactile stimulation by the calf. *J. Anim. Sci.* 71:999-1003.
- VITTONI, J.S.; GERACI, J.I.; OTERO, G.; LIS, A.; MONJE, A.R.; GALLI, I.O. 2006. Estrategias de suministro de Ruter® en terneros con destete precoz. 14º Congreso Argentino de Producción Animal. AAPA Mar del Plata. Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 26 (supl.1): 9.
- WETTEMANN, R.P.; TURMAN, E.J.; WYATT, R.D.; TOTUSEK, R. 1982. Endocrine response of postpartum anestrous beef cows to GnRH or PMSG. *Theriogenology* 18:599-613.
- WETTEMANN, R.P.; BOSSIS, I. 2000. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1-10.

- WETTEMANN, R.P.; LENTS, C.A.; CICCIOLO, N.H.; WHITE, F.J.; RUBIO, I. 2003. Nutritional and suckling mediated anovulation in beef cows. *J. Anim. Sci. (E. Suppl. 2)*:48-59.
- WHITE, J.F.; WETTEMANN, R.P.; LOOPER, M.L.; PRADO, M.T.; MORGAN, G.L. 2002. Seasonal effects on estrous behaviour and time of ovulation in nonlactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 80:3053-3059.
- WILLIAMS, G.L.; KOZIOROWSKI, M.; OSBORN, R.G.; KIRSCH, J.D.; SLANGER, W.D. 1987. The postweaning rise of tonic luteinizing hormone secretion in anestrus cows is not prevented by chronic milking or physical presence of the calf. *Biol. Reprod.* 30:1079.
- WILLIAMS, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle. *J. Anim. Sci.* 68:831-852.
- WILLIAMS, G.L.; MACVEY, W.R.Jr.; HUNTER, J.F. 1993. Mammary somatosensory pathways are not required for suckling – mediated of luteinizing hormone secretion and delay of ovulation in cows. *Biol. Reprod.* 49:1328-1337.
- WILLIAMS, G.L.; GAZAL, O.S.; GUZMAN VEGA, G.A.; STANKO, R.L. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.* 42: 289-297.
- WILTBANK, M.C.; GÜMEN, A.; SARTORI. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology.* 57:21-52.
- WRIGHT, I.A.; RHIND, S.M.; WHYTE, T.K.; SMITH, A.J. 1992. Effects of body condition at calving and feeding level after calving on LH profiles and the duration of the post-partum anoestrous period in beef cows. *Anim. Prod.* 55:41-46.
- YAVAS, Y.; JOHNSON, H.W.; WALTON, J.S. 1999. Modification of follicular dynamics by exogenous FSH and progesterone, and the induction of ovulation using hCG in postpartum beef cows. *Theriogenology* 52:949-963.
- YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000a. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: A review. *Theriogenology.* 54:25-55.
- YAVAS, Y.; WALTON, J.S. 2000b. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A review. *Theriogenology* 54:1-23.