

01680

Lej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTO DE LA EFICIENCIA Y PRECISION DE LA DETECCION DE ESTRO EN EL MANEJO REPRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN EN CONDICIONES DE PASTOREO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE: DOCTOR EN PRODUCCION ANIMAL: REPRODUCCION

P R E S E N T A :

DANIEL CAVESTANY BOCKING

TUTOR ACADEMICO: P.h.D. M.V.Z. CARLOS GALINA HIDALGO



MEXICO, D.F., 1999

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

273375



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**EFFECTO DE LA EFICIENCIA Y PRECISIÓN DE LA DETECCIÓ DE  
ESTRO EN EL MANEJO REPRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN  
EN CONDICIONES DE PASTOREO**

**Tesis presentada ante la Divisi3n de Estudios de Posgrado de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la  
Universidad Nacional Aut3noma de M3xico  
Para el grado de**

**DOCTOR EN PRODUCCI3N ANIMAL: REPRODUCCI3N**

**Por**

**Daniel Cavestany B3cking**

**Tutor Acad3mico: Ph.D. M.V.Z. Carlos Galina Hidalgo**

**C3mite Tutorial**

**Dr. Luis Zarco Quintero  
Dr. Pedro Ochoa Galv3n  
Dra. Rosa Ma. P3ramo Ram3rez  
Dr. Francisco Galindo Maldonado  
Dr. Agust3n Orihuela Trujillo  
Dr. H3ctor Sumano L3pez.**

**1999**

## RESUMEN BIOGRÁFICO

Daniel Cavestany Böcking nació en Montevideo el 31 de octubre de 1950, donde recibió educación primaria y secundaria.

En 1969 ingresó a la Facultad de Veterinaria de la Universidad de la República del Uruguay y recibió el título de Doctor en Veterinaria el 20 de noviembre de 1975.

En 1980 obtuvo una beca de la Organización de Estados Americanos (OEA) y fue admitido en el Departamento de Ciencia Animal de la Universidad de Cornell y en 1982 obtuvo el título de Master of Science en Fisiología de la Reproducción.

En 1976 ingresó en el Departamento de Reproducción de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Uruguay, cargo que mantuvo hasta 1992.

En 1992 ingresó por concurso de oposición y méritos al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), donde se desempeña actualmente como Investigador de Reproducción en Bovinos, en el Área de Producción Animal.

Está casado con Rosina Muñoz y tiene dos hijas, Luciana y Pilar.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Carlos Galina, quien además de haber hecho posible este trabajo ha sido un constante apoyo y ayuda, en lo científico y en lo humano. También deseo expresar mi agradecimiento a los demás miembros del tribunal por su asesoramiento durante el trabajo. Por último un agradecimiento a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México por haber hecho posible este emprendimiento.

## CONTENIDO

	Pag.
Resumen	1
Introducción General	5
I. Sistemas De Producción	5
II. Eficiencia Reproductiva	7
III. Reinicio de la Actividad Ovárica	9
1. Importancia	9
2. Factores que la Afectan	10
a) Nutricionales	11
b) Producción de Leche	11
c) Condición Corporal al Parto	11
d) Infecciones Uterinas	12
e) Paridad	13
3. Evaluación de la Actividad Ovárica Posparto	13
a) Métodos Histológicos	13
b) Palpación Rectal	14
c) Progesterona en Leche	14
d) Ultrasonografía Ovárica	15
e) Comparación entre Diferentes Métodos para evaluar la Actividad Ovárica	15
e.1 Progesterona en Leche y Palpación Rectal	15
e.2. Ultrasonido y Palpación Rectal	16
e.3. Palpación Rectal, Ultrasonido y Progesterona en Leche	16

<b>IV.</b>	<b>Características del Ciclo Estral</b>	<b>17</b>
	1 Duración y Variaciones en la Longitud de los Ciclos Estrales Posparto	17
	2 Dinámica Folicular	19
	3 Comportamiento del Estro	20
	4 Detección de Estro	20
<b>V.</b>	<b>Manipulación del Ciclo Estral</b>	<b>24</b>
	3.1. Sincronización de Celos Por Luteolisis	26
	3.2. Sincronización con Progestágenos o Progesterona	27
	3.3. Tratamientos Combinados	27
	3.4. Manipulación del Crecimiento y Desarrollo Folicular	28
	3.5. Inseminación a Tiempo Fijo	29
	<b>Bibliografía</b>	<b>31</b>
	<b>Experimento 1</b>	<b>49</b>
	<b>Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto Determinada Por Progesterona en Leche y Ultrasonografía y su Efecto en la Eficiencia Reproductiva de Vacas Holstein en Pastoreo en Condiciones de Uruguay</b>	<b>49</b>

Introducción	49
Materiales Métodos	51
Animales	51
Registros Productivos	51
Determinación de Estructuras Ováricas por Ultrasonografía (US) y Progesterona en Leche (P4).	52
Registros Reproductivos	53
Definición de Términos Empleados	54
Análisis Estadístico	54
Resultados	55
Parámetros Reproductivos y Factores que los Afectan	55
Evolución del Peso, Condición Corporal y Producción de Leche	60
Características del Reinicio de la Actividad Ovárica	61
Efecto de las Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto en la Eficiencia de la Detección de celos (EDC) y en el Porcentaje de Preñez (PR)	64
Determinación de Estructuras Ováricas por Ultrasonografía (US) y Progesterona en Leche (P4)	65
Discusión	66
Parámetros Reproductivos y Factores que los Afectan	66
Evolución del Peso y Condición Corporal y Producción de Leche	68
Características del Reinicio de la Actividad Ovárica	69
Efecto de las Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto en la Eficiencia de la Detección de Celo (EDC) y la Eficiencia Reproductiva	70



Precisión de la Ultrasonografía (US) Para Identificar las Estructuras Ováricas	71
Conclusiones	72
Bibliografía	74
Experimento 2	79
Evaluación de un Programa de Inseminación Artificial en Vacas Holstein en un Manejo Reproductivo Estacional en Condiciones de Pastoreo.	
I. Efecto de la Eficiencia de la Detección de Celos en la Eficiencia Reproductiva	79
Introducción	79
Materiales y Métodos	80
Características Ambientales, Sistema de Producción y Prácticas de Manejo del Trabajo Experimental	81
Registros	82
Metodología	82
Determinación de Progesterona en Leche por Radioinmunoanálisis (RIA)	83
Precisión de la Detección de Celos y Estimación de Preñez.	83
Definición de Términos Empleados	83
Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celo (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR)	84

Intervalo entre Estros	85
Análisis Estadístico	85
Resultados	85
Parámetros Reproductivos de la Población y Factores que los Afectan	87
Precisión de la Detección de Celo	89
Estimación de Preñez	91
Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celos (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR)	92
Intervalo entre Estros	95
Discusión	97
Parámetros Reproductivos de la Población Estudiada y Factores que los Afectan	97
Precisión de la Detección de Celo	98
Estimación de Preñez y Mortalidad Embrionaria Precoz	99
Determinación de la Detección de Celos (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR)	100
Intervalo entre Estros	102
Bibliografía	104
Experimento 3	109
Evaluación de un Programa de Inseminación Artificial en Vacas Holstein en un Manejo Reproductivo Estacional en Condiciones de Pastoreo por Progesterona en Leche II. Actividad Ovárica y Eficiencia de la Detección de Celos	109
Introducción	109
Materiales y Métodos	110
Animales	111
Metodología	112
Determinación de Progesterona en Leche por Radioinmunoanálisis (RIA)	112

Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celos (EDC)	113
Análisis Estadístico	113
Resultados	114
Incidencia del Anestro Posparto	114
Actividad Ovárica	116
Eficiencia de la Detección de Celos y Factores que la Afectan	117
Intervalo del Inicio de la Época de Servicios al Primer Servicio	120
Discusión	121
Incidencia del Anestro Posparto	121
Eficiencia de la Detección de Celos y Factores que la Afectan	123
Intervalo del Inicio de la Época de Servicios al Primer Servicio	124
Bibliografía	126
Experimento 4	130
Sincronización de Celos con o sin Inseminación a Tiempo Fijo como Alternativa para Incrementar la Eficiencia Reproductiva en Programas de Inseminación Artificial en Vacas Holstein Bajo Condiciones de Pastoreo	130
Introducción	130
Materiales y Métodos	132
<u>Ensayo 1.</u> Efecto de la Frecuencia de la Detección de Celos en un Tratamiento de Sincronización de Celos	132
<u>Ensayo 2.</u> Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Holstein en Producción	134
Resultados	136
<u>Ensayo 1.</u> Efecto de la Frecuencia de la Detección de Celos en un	

Tratamiento de Sincronización de Celos	136
<b>a.</b> Precisión de la Detección de Celos	139
<b>b.</b> Fertilidad del Tratamiento	139
<u>Ensayo 2.</u> Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo	
en Vacas Holstein en Producción	140
a. Respuesta al Tratamiento	140
Discusión	142
<u>Ensayo 1.</u> Efecto de la Frecuencia de La Detección de Celos en un	
Tratamiento de Sincronización de Celos	142
Precisión en la Detección de Celos	144
Fertilidad del Tratamiento	144
<u>Ensayo 2.</u> Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo	
en Vacas Holstein en Producción	144
Bibliografía	147
Discusión General	152
Conclusiones Generales	158
Bibliografía	160

## LISTA DE CUADROS

	Pag.
a. INTRODUCCION GENERAL	
<u>Cuadro 1</u> : Cambios tecnológicos en la lechería uruguaya	7
b. EXPERIMENTO 1	
<u>Cuadro 1</u> : Promedios de Mínimos Cuadrados para los Intervalos Parto a Ovulación, Celos Observados, Servicio y Concepción para Vacas Multíparas y Vaquillas de Primer Parto y Porcentaje de Concepción al Primer Servicio	56
<u>Cuadro 2</u> . Efecto del Peso Corporal al Parto sobre el Intervalo a Primera Ovulación, Primer Celos Observados, Primer Servicio y Concepción	57
<u>Cuadro 3</u> . Efecto de la Condición Corporal al Parto sobre los Intervalos a Primera Ovulación, Primer Celos Observados, Primer Servicio y Concepción	58
<u>Cuadro 4</u> . Efecto de la Producción Promedio de Leche en las Primeras 5 Semanas Postparto sobre los Intervalos a Primera Ovulación, Primer Celos Observados, Primer Servicio y Concepción	60
C: EXPERIMENTO 2	
<u>Cuadro 1</u> . Efecto del Número de Lactancia, Peso al Parto y Condición Corporal al Parto en los Intervalos Parto a Primer Servicio (IPS) y Parto a Concepción (IPC)	88
<u>Cuadro 2</u> . Efecto del Mes de Parto en el Intervalo Parto a Primer Servicio (IPS) y el Intervalo Parto a Concepción (IPC)	89
<u>Cuadro 3</u> . Número y Porcentaje de Vacas con Niveles de Progesterona Superiores a 3 nmol/L en el Día del Servicio Según Finca.	91
<u>Cuadro 4</u> . Intervalo Entre el Celos Fértil de Acuerdo a los Niveles de Progesterona al Día 23 y el Siguiente Calor Registrado	92
<u>Cuadro 5</u> . Eficiencia del Primer Servicio (ES) o Eficiencia de la Detección de Calores, Eficiencia Reproductiva (ER) y Porcentaje de Concepción (ER/ES) Obtenida en Periodos de 21 Días (fechas entre paréntesis)	93
<u>Cuadro 6</u> . Porcentaje de Ciclos Estrales de Diferente Duración, de Acuerdo a los Rangos Preestablecidos (Días)	96

c. EXPERIMENTO 3

Cuadro 1. Distribución Porcentual de los Animales en Anestro al Inicio del Período de Servicios, de Acuerdo a Finca, Días Posparto (**DPP**) y Número de Lactancia (**LAC**) 115

Cuadro 2. Distribución del Porcentaje de Animales Ciclando pero no detectados en Celo de Acuerdo a Finca, Días Posparto (**DPP**) y Número de Lactancia (**LAC**) 117

Cuadro 3. Eficiencia de la Detección de Celos (Eficiencia del Servicio) en Tres Fincas y Tres Períodos de 21 Días Desde el Inicio del Servicio 118

Cuadro 4. Fuente de Variación para el Intervalo desde el Comienzo del Período de Servicios a la Primera Inseminación 121

d. EXPERIMENTO 4

Cuadro 1. Número de Animales Tratados, Porcentaje Detectado en Celo e Inseminados e Intervalo desde el Tratamiento a la Inseminación en cada Finca. 137

Cuadro 2. Porcentaje de Vacas Inseminadas en Tres Períodos Luego del Tratamiento por Finca 138

Cuadro 3. Porcentaje de Concepción por Finca para Animales Sincronizados o Inseminados a Celo Natural 118

Cuadro 4. Respuesta al Tratamiento. Vacas Inseminadas, Vacas Preñadas y Porcentaje de Preñez 141

Cuadro 5: Porcentaje de Preñez según Categoría de Animales, Sin Servicio (**SS**), Con un Servicio previo al Tratamiento (**CS**) y con Progestágenos (**MAP**) o sin Progestágenos (**S/MAP**) 142

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
a. EXPERIMENTO 1	
<u>Figura 1.</u> Relación entre la Producción de Leche y la Evolución del Peso Corporal en las Primeras 12 Semanas luego del Parto. Vacas multíparas y Vaquillas de Primer Parto	61
<u>Figura 2.</u> Porcentaje de Ciclos Estrales Cortos y Normales de Acuerdo a Distintos días posparto	62
<u>Figura 3:</u> Porcentaje de Calores Observados de Acuerdo a los Días Posparto y Categoría de Animales. En los Intervalos 31-60 Días y + de 60 Días PP, la Diferencia entre Vacas y Vaquillas fue Significativa ( $\chi^2= 8.38, P<0.05$ )	63
<u>Figura 4.</u> Porcentaje Acumulado de Animales Inseminados (Derecha) y Gestantes (Izquierda) en los primeros 21 Días de Comenzado el Servicio.	65
b. EXPERIMENTO 2	
<u>Figura 1.</u> Eficiencia de la Detección de Calores en 6 Períodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios Según los Días Posparto (DPP) al Inicio de Cada Período	94
<u>Figura 2.</u> Eficiencia de la Detección de Calores en 6 Períodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios, según Lactancia, Vaquillas de Primer Parto (VAQ) o Vacas Adultas (VAC)	94
<u>Figura 3.</u> Eficiencia de la Detección de Calores en 3 Períodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios, según Finca (A, B, C, D y E)	95

c. EXPERIMENTO 3

Figura 1. Porcentaje de Detección de Celos en los Primeros 21 Días del Inicio del Período de Servicios, Según Finca, y Días Posparto 119

Figura 2. Porcentaje de Detección de Celos en los Primeros 21 Días del Inicio del Período de Servicios, Según Finca y Lactancia (Vaquilla o Vaca) 120

d. EXPERIMENTO 4

Figura 1. Niveles de Progesterona al Inicio (**Día 0**), Inyección de **PG** (**Día 7**) y 24 hs más tarde (**Día 8**) en las 2 Fincas del Estudio 136

Figura 2. Porcentaje de Vacas Inseminadas por día luego de la Sincronización en cada Finca 139



## SUMMARY

### **EFFECT OF EFFICIENCY AND PRECISION OF ESTRUS DETECTION ON REPRODUCTIVE MANAGEMENT OF LACTATING HOLSTEIN COWS IN PASTURE**

In order to determine the characteristics of the resumption of postpartum (PP) ovarian activity of Holstein cows in a pasture based system and its effects on reproductive efficiency, 43 multiparous cows and 41 first-calf heifers from the experimental farm of INIA La Estanzuela, Uruguay were selected. Ovarian structures were determined by ultrasound (US) three times per week from day 20 PP until first service. Milk samples for progesterone determinations were also obtained biweekly, starting at day 10 PP. Body weights, body condition and milk production was determined weekly. Intervals from calving to first ovulation, first observed estrus, first service and conception were  $38.3 \pm 40.6$ ,  $72.2 \pm 40.3$ ,  $95.0 \pm 31.4$  and  $124.7 \pm 41.4$  days (mean  $\pm$ SEM) without significant differences between multiparous and primiparous. These intervals were only affected by body weight at calving, cows calving with less than 400 Kg reinitiated later the ovarian activity (57.7 vs. 27.7 days,  $P < 0.01$ ). Ovulation within the first 30 days PP was detected in 61.1% of the animals and 95% of the cows in the study started the ovarian activity by 100 days PP. From 281 estrous cycles were determined by milk progesterone concentrations, only 47.6% were accompanied by an observed heat. This caused that only 61.9% of the animals were inseminated in the first 21 days of the breeding season and percent pregnant was 26.2%. Ovarian

activity prior to the beginning of the breeding period affected these percentages, as 81% of the cows bred in the first 21 days had two or more estrous cycles and in 62% of the animals the cycle prior to the beginning of the period was of normal length. The US study revealed that 24% of the corpora lutea identified were not correlated with high progesterone values, and this error occurred between days 18 to 24 of the cycle.

Trial 2 involved 768 **PP** Holstein cows in 5 commercial farms to which milk progesterone levels at days 0, 10 and 23 post-insemination were determined. Productive and reproductive records were also analyzed and intervals from calving to first service and to conception were  $101.5 \pm 48.8$  and  $134.4 \pm 78.2$  days (mean  $\pm$ SEM). Lactation number and body weight and body condition at calving affected these intervals ( $P < 0.01$ ). In 11.1% of the 1215 breedings recorded progesterone values were greater than 3 nmol/L. Pregnancy estimation by progesterone at day 23 post insemination agreed with rectal palpation at day 42+ in 65.8% of the cases. A total of 1424 services, classified in 6 periods of 21 days from the beginning of the breeding season were evaluated and overall estrus detection rate was 37.5%. There were differences in parity and farm but not in days postpartum.

Trial 3 was designed to evaluate whether anestrous animals did not affect the low estrus detection rate. A total of 328 **PP** lactating Holstein cows in 3 commercial dairy farms that were intended to be bred at the beginning of the breeding season were selected. Milk samples to determine progesterone values were obtained biweekly from one week before the beginning of the season for 80 days or until the first service. Only 17.2% of the cows were in anestrous, from which 86.1% were first-calf heifers and 13.9% adult cows ( $P < 0.01$ ). Statistical differences were found between farms (30.4%, 8.9% and 60.7%) and between days **PP** (< 60 days **PP** 39.3%, 61-90 **DPP** 46.4% and >90 **DPP** 14.3;  $P < 0.05$ ). From the 287 cows with ovarian activity, 491

estrous cycles were recorded during the experimental period, of which only 48% were accompanied by estrus symptoms. Greatest registered variation in estrus detection rate was among farms. Mean interval from the beginning of the breeding season to first service was  $27.4 \pm 21.4$  days (mean  $\pm$ SEM), also with significant farm differences (32.8, 16.1 and 36.1;  $P < 0.05$ ), days **PP** between less and more than 90 days (31.5 vs. 23.2;  $P < 0.05$ ), but not between primiparous and multiparous cows.

In trial 4, two estrus synchronization treatments were evaluated. The first was conducted in 2 farms. In farm A, a total of 316 cows in two groups of 112 and 131 with 73 animals as controls, bred after natural heat in the same period. In farm B, 250 cows were synchronized in 4 groups of 42, 49, 40 and 40 with 79 cows left as non-treated controls. In farm A, besides the normal twice-a-day estrus detection, a third period of observation was included. Estrus detection in farm B was done twice daily in coincidence with the milkings. Treatment was GnRH + insertion of an intravaginal sponge impregnated with 300 mg of Medroxyprogesterone Acetate (MAP) (day 0) and sponge removal + Prostaglandin (PG) (day 7). Milk samples to evaluate the response to the treatment through progesterone values were obtained at day 0, 7 and 8. At the time of PG injection, 69.3% of the cows had luteal values of progesterone and 24 hours later only 8.7% had values greater than 3 nmol/L, without farm differences. More cows were detected in heat and inseminated in farm A (80% vs. 71%,  $P > 0.1$ ) but the interval from treatment to insemination was shorter (13.2 vs 6.1 days  $P < 0.05$ ). In farm A conception rate was very low (30.5%) without differences between treated and controls. In farm B conception rate was 56.9%, 65.6% for treated and 48.1% for controls ( $P = 0.11$ ). The second trial was conducted in another 2 commercial farms and two protocols of timed artificial insemination were tested. Treated cows were 114 animals with more than 100 days **PP** and without heats recorded or with one breeding

but open as diagnosed by US at 30 days after insemination. Controls were 62 cows bred after natural heat during the same period. Treatment consisted in a combination of GnRH (day 0), PG (day 7) and GnRH (day 9) and breeding at 20-24 hours after the second GnRH injection. One group had a MAP impregnated intravaginal sponge added during 7 days (0 and 7). Pregnancy rate for the MAP group was 47.8% and for the group without MAP 23.5% ( $P < 0.05$ ). Conception rate for controls was 31.3%. Within categories of treated cows, those without a previous breeding and with MAP had a pregnancy rate of 58.8%, greater ( $P < 0.05$ ) than the other treated groups. It was concluded that the addition of MAP to the synchronization protocol improved pregnancy rates.

**DANIEL CAVESTANY BÖCKING.** Efecto de la eficiencia y precisión de la detección de estro en el manejo reproductivo de vacas Holstein en condiciones de pastoreo. *(Bajo la dirección del Dr Carlos Galina Hidalgo)*

## RESUMEN

Con el fin de determinar los factores que afectan la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en producción bajo condiciones de pastoreo, se diseñaron cuatro experimentos.

En el experimento 1, se utilizaron 43 vacas múltiparas y 41 primíparas a las que se realizó ultrasonografía ovárica dos veces por semana desde los 20 días posparto, obteniéndose también muestras de leche para determinar progesterona 3 veces por semana desde los 10 días posparto hasta el primer servicio. Los intervalos del parto a la primera ovulación, primer celo, primer servicio y concepción fueron  $38.3 \pm 40.6$ ,  $72.2 \pm 40.3$ ,  $95.0 \pm 31.4$  y  $124.7 \pm 41.4$  días (media  $\pm$  DE), sin diferencias entre vacas y vaquillas excepto para el intervalo a primer servicio. Las vaquillas tuvieron un intervalo al primer servicio 22 días más largo (89.9 vs. 111.9 días) debido a que parieron antes en la temporada de partos. Los animales con un peso corporal al parto menor a 400 Kg demoraron más en reiniciar la actividad ovárica (57.7 vs 27.7 días,  $P < 0.01$ ). En un 63.1% de los animales se detectó una ovulación en los primeros 30 días posparto, y el 95% de la población había ovulado a los 100 días posparto. Sin embargo, de los 281 ciclos estrales identificados por las concentraciones de progesterona, de los cuales solamente el 47.6% detectados por la observación de signos celo. Esto provocó que solo el 61.9% de los animales fueran en los primeros 21 días del período de servicios, y solo el 26.2% quedaran gestantes en dicho período. En este primer experimento se concluye que el reinicio de la actividad ovárica posparto ocurre en forma oportuna en la mayoría de las vacas lecheras en producción en condiciones de pastoreo.

Sin embargo, la baja eficiencia en la detección de los signos de estro provoca que un alto número de animales no sean inseminados oportunamente, lo que se refleja en bajos índices de gestación al inicio de la época de servicios.

En el experimento 2 se utilizaron 768 vacas en 5 fincas comerciales a las cuales se les determinaron los niveles de progesterona en leche a los días 0, 10 y 23 del servicio. Se analizaron además los registros productivos y reproductivos. Los intervalos a primer servicio y a concepción fueron  $101.5 \pm 48.8$  y  $134.4 \pm 78.2$  (media  $\pm$  DE) y fueron afectados por el número de lactancia y el peso y la condición al parto ( $P < 0.01$ ). En 11.1% de los 1215 servicios registrados, los valores de progesterona fueron superiores a 3 nmol/L. La estimación de preñez por progesterona a los 23 días del servicio fue positiva en 65.8% de los casos. Se evaluaron 1424 servicios en 6 períodos de 21 días a partir del inicio del programa de inseminación artificial y la eficiencia en la detección de celos fue del 37.5%. Se registró una menor eficiencia en vaquillas de primer parto (27.5%) que en vacas adultas (45.1%).

El experimento 3 fue diseñado para determinar si la baja eficiencia del servicio no estaba afectado por animales en anestro. Se seleccionaron 328 animales de 3 fincas comerciales que iban a ser ofrecidos al servicio en el programa de inseminación y se les obtuvieron dos muestras de leche semanales para determinar niveles de progesterona desde una semana antes del inicio del programa y hasta el primer servicio o hasta los 80 días de comenzada la inseminación. Solamente 17.2% de los animales se encontraban en anestro, de los cuales 86.1% eran vaquillas de primer parto y 17.9% vacas múltiparas ( $P < 0.01$ ). Se encontraron diferencias entre finca (30.4%, 8.9% 60.7%) y entre días posparto ( $< 60 = 39.3%$ ;  $61-90 = 46.4%$ ;  $> 90 = 14.3%$ ) ( $P < 0.05$ ). De las 287 vacas con actividad ovárica se registraron 491 ciclos durante el período experimental, de los cuales solamente 48% fueron acompañados de sintomatología de celo. La mayor variación

registrada en el porcentaje de detección de celos fue entre fincas. El intervalo promedio del inicio del período de servicios a la primera inseminación fue de  $27.4 \pm 21.4$  días, también con diferencias entre fincas (32.8, 16.1 y 36.1  $P < 0.05$ ), días posparto entre menos y más de 90 días (31.5 y 23.2  $P < 0.05$ ) pero no entre primíparas y multíparas.

En el experimento 4 se ensayaron dos tratamientos de sincronización de celos. El primero se realizó en 2 fincas, en una se utilizaron 316 animales que se sincronizaron en dos grupos de 112 y 131 cada uno, utilizándose 73 como testigos. En la otra finca se utilizaron 250 vacas sincronizadas en 4 grupos de 42, 49, 40 y 40, con 79 como testigos no tratados. En la primer finca además de la detección de celos dos veces por día en coincidencia con los ordeñes, se incluyó un período extra de 1 hora entre ellos. En la segunda finca la detección se realizó dos veces por día en los dos ordeñes. El tratamiento consistió en GnRH + implante intravaginal de una esponja de poliuretano impregnada en 300 mg de MAP al día 0 y prostaglandina + retiro del implante al día 7. Se obtuvieron muestras de leche para determinar la respuesta al tratamiento por niveles de progesterona. Al día de la inyección de prostaglandina 69.3% de las vacas tenían valores luteales de progesterona y a las 24 horas posteriores solamente 8.7% tuvieron valores superiores a 3 nmol/L sin diferencias entre fincas. Se detectaron en celo e inseminaron más animales en la primer finca que en la segunda (71% vs 80%,  $P > 0.1$ ) y el intervalo tratamiento a inseminación fue menor (13.2 vs 6.1 días,  $P < 0.05$ ). En la finca 1 la concepción luego del tratamiento fue muy baja (30.5%) sin diferencia entre testigos y sincronizados. En la finca 2 el porcentaje de concepción fue 56.9%, 65.6% los sincronizados y 48.1% los testigos ( $P = 0.11$ ). El segundo ensayo también se realizó en dos fincas y se compararon dos protocolos de sincronización de celos e inseminación a tiempo fijo. Se trataron animales 114 animales con más de 100 días de paridos y sin servicio o con un servicio y no gestantes determinadas por ultrasonografía a los 30

días. Se utilizaron como testigos 62 animales, inseminados a celo natural en el mismo período. El tratamiento consistió en una combinación de GnRH (Día 0), prostaglandina (Día 7) y GnRH (Día 9), inseminándose a las 20-24 horas de la segunda inyección de GnRH. A 46 animales (Grupo MAP) se le agregó una esponja intravaginal con 300 mg de MAP durante 7 días (día 0 a día 7). El otro grupo tratado (Grupo No MAP, n=68) no incluyó la adición de MAP. El porcentaje de preñez para el grupo con un progestágeno (MAP) fue de 47.8% y para el grupo sin MAP 23.5% ( $P < 0.05$ ). La concepción para los testigos no sincronizados no fue diferente al grupo con MAP (31.3%  $P > 0.1$ ) pero sí al grupo tratado con MAP ( $P < 0.05$ ). Dentro de las categorías de animales tratados, aquellas vacas sin servicios previos a la sincronización y con MAP en el tratamiento, tuvieron un porcentaje de preñez del 58.8%, superior ( $P < 0.05$ ) a los otros grupos de animales. Se concluyó que la adición de MAP al tratamiento mejoró la preñez de los animales en este protocolo.



## INTRODUCCIÓN GENERAL

### I. *Sistemas de Producción*

Los sistemas de producción lechera en el mundo varían desde los extensivos pastoriles hasta los intensivos estabulados, dependiendo del clima, la disponibilidad de los recursos naturales y la relación insumo-producto. Así, en regiones con buena relación costo-beneficio, la producción lechera se realiza en sistemas de estabulación total o semi-estabulación. En estas modalidades, los recursos forrajeros no son generalmente un factor limitante y a la vaca se le ofrecen 100% de sus requerimientos en términos de materia seca y nutrientes. Esto está asociado a una maximización de la producción de leche por vaca (8000 litros por lactancia o más). Estos sistemas de producción se encuentran en regiones de climas fríos y en algunas zonas de tipo desértico en Latinoamérica, como el norte de México y están generalmente asociados con técnicas de alimentación de cero pastoreo sobre la base de insumos con altos niveles de energía y proteína. Los animales explotados en estos sistemas están sometidos a un considerable estrés metabólico que se refleja en dificultades para que queden gestantes (Durán, 1996).

En contraste, en regiones donde los recursos naturales son más abundantes (por lo menos en parte del año) éstos son utilizados en mayor o menor proporción en la alimentación de la vaca lechera. En estos casos, la producción lechera es básicamente pastoril, con mayor o menor uso de suplementos (heno, silo, concentrados) según la región y los costos. En Nueva Zelandia, por ejemplo, el principal país exportador de lácteos del mundo, la lechería se realiza básicamente en pastoreo, sin la utilización de concentrados, y con escaso o nulo uso de heno o ensilaje. En esta situación, la producción de leche por vaca es menor (3500 litros por año) y los animales

generalmente no están sometidos a un estrés productivo que pueda afectar los procesos reproductivos (Irigoyen, 1997).

En Uruguay, la situación es diferente, ya que se encuentra en una zona templada del hemisferio sur (paralelos 30 a 35) con buena disponibilidad de recursos naturales y suplementación alimenticia a costos accesibles (Durán, 1996). En los últimos 20 años, la producción de leche por vaca masa (vaca adulta en ordeño + vaca adulta seca) y por año se ha triplicado, a la vez que la producción por hectárea se ha aumentado en casi diez veces en el mismo período. Estos cambios fueron debidos a una mejor utilización de los recursos naturales mediante esquemas de rotación e implementación de pasturas mejoradas lo que permitió aumentar la producción de materia seca (MS) por hectárea. Los esquemas de alimentación también cambiaron, principalmente debido a un incremento de casi tres veces en la utilización de concentrados, aumento de alimentos ensilados y uso estratégico de heno, permitiendo casi cuadruplicar la cantidad de animales por unidad de superficie (Durán, 1996). Al mismo tiempo, se modificaron los esquemas de manejo reproductivo, pasando de servicio natural al uso de inseminación artificial (IA) y restringiendo la época de servicios de continua (anual) a bi-estacional (otoño y primavera) o estacional (otoño) (Durán, 1996). Desde el punto de vista del manejo reproductivo, estos cambios requieren de una necesidad de maximizar la eficiencia reproductiva, ya que el objetivo es concentrar el período de parición mediante una concentración del período de servicios (Cuadro 1). A los modelos descritos se les asignó arbitrariamente un nombre para identificar y cuantificar el grado de cambio tecnológico. El modelo extensivo fue el tradicional de la producción lechera de hace más de veinte años, y el mejorado incorpora las primeras tecnologías relacionadas a un esquema productivo planificado. El sistema avanzado, en el momento actual, se realiza solamente en condiciones experimentales.

La importancia de una buena eficiencia reproductiva en la rentabilidad de la empresa agropecuaria fue reconocida desde hace tiempo por Williams (1919), y 20 años más tarde Spielman y Jones (1939) definieron este concepto como una “*medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva*”, que representa “*el efecto integrado de todos los factores involucrados, estro, ovulación, fertilización, gestación y parto*”. Posteriormente, Britt (1977) estableció que el objetivo primordial de los procedimientos de manejo reproductivo debe ser optimizar la eficiencia reproductiva del hato; este objetivo puede lograrse por un examen ginecológico posparto (PP) y tratamiento de posibles alteraciones, eficiente detección de calores, servicio temprano y sincronización de estros. De Kruif y Brand (1978), en una extensa revisión de los factores que influyen la eficiencia reproductiva en hatos lecheros, postulan que los parámetros de fertilidad más importantes son: porcentaje de preñez al primer servicio, número de servicios por concepción e intervalo parto a concepción. Más recientemente, en una revisión de términos para medir la eficiencia reproductiva se ha evaluado la importancia de éstos parámetros (Cavestany, 1994).

En los sistemas de parición estacionales los períodos de servicios también deben ser del mismo tipo, con épocas de empadre de menos de 90 días en otoño/invierno y/o primavera/verano. Con estos cortos períodos de servicios, es necesario maximizar el porcentaje de preñez (*porcentaje de detección de celos por porcentaje de concepción en un período de 21 días*, Burke *et al*, 1996) y esto solamente se puede lograr mediante un buen programa de manejo reproductivo.

La meta entonces es lograr un intervalo entre partos (IEP) de 12 meses Louca & Legates (1968). Al ser la duración de la gestación prácticamente constante, el intervalo parto a concepción (días abiertos) determina la duración del IEP.

Cuadro 1: Cambios Tecnológicos en la Lechería Uruguaya

MODELOS	EXTENSIVO	MEJORADO	ORGANIZADO	CONTROLADO	AVANZADO
ROTACION	NO	NO	SI	SI	SI
PRADERAS %	9	50	60	60	60
MS <sup>1</sup> /Ha	MUY BAJA	MEDIA	ALTA	MAXIMA	MAXIMA
ENSILAJE	NO	MUY BAJO	ALTO	ALTO	ALTO
HENO	MUY BAJO	ALTO	BAJO	MUY BAJO	NADA
CONC. <sup>2</sup> (KG/VACA)	660	420	670	1200	1600
CONC. (KG/Ha)	231	252	469	1200	1712
DOTACION (VM <sup>3</sup> /Ha)	0.3	0.5	0.7	1.0	1.1
LECHE (l/VM)	2200	3800	4500	4700	6315
LECHE (l/Ha)	760	2000	3100	4700	6700
EPOCA DE PARICION	CONTINUO	VARIABLE	OTOÑO 50%	OTOÑO 50%	OTOÑO 100%
TIPO SERVICIO	SE MONTA NATURAL	MONTA NATURAL	MONTA NATURAL/IA	IA	IA
IEP <sup>4</sup> (Meses)	18	16	14	13	13
EDAD AL PRIMER SERVICIO <sup>5</sup>	36	18-24	18-24	18	15

<sup>1</sup>: MS: Materia Seca

<sup>2</sup>: CONC: Concentrado

<sup>3</sup>: VM: VACA MASA (Todas las vacas adultas, en ordeño + secas)

<sup>4</sup>: IEP: Intervalo Entre Partos

<sup>5</sup>: Meses

Fuente: Durán (1996)

## II. Eficiencia Reproductiva

La importancia de una buena eficiencia reproductiva en la rentabilidad de la empresa agropecuaria fue reconocida desde hace tiempo por Williams (1919), y 20 años más tarde Spielman y Jones (1939) definieron este concepto como una “*medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva*”, que representa “*el efecto integrado de todos los factores involucrados, estro, ovulación, fertilización, gestación y parto*”. Posteriormente, Britt (1977) estableció que el objetivo primordial de los procedimientos de manejo reproductivo debe ser optimizar la eficiencia reproductiva del hato; este objetivo puede lograrse por un examen ginecológico posparto (**PP**) y tratamiento de posibles alteraciones, eficiente detección de calores, servicio temprano y sincronización de estros. De Kruif y Brand (1978), en una extensa revisión de los factores que influyen la eficiencia reproductiva en hatos lecheros, postulan que los parámetros de fertilidad más importantes son: porcentaje de preñez al primer servicio, número de servicios por concepción e intervalo parto a concepción. Más recientemente, en una revisión de términos para medir la eficiencia reproductiva se ha evaluado la importancia de éstos parámetros (Cavestany, 1994).

En los sistemas de parición estacionales los períodos de servicios también deben ser del mismo tipo, con épocas de empadre de menos de 90 días en otoño/invierno y/o primavera/verano. Con estos cortos períodos de servicios, es necesario maximizar el porcentaje de preñez (*porcentaje de detección de celos por porcentaje de concepción en un período de 21 días*, Burke *et al*, 1996) y esto solamente se puede lograr mediante un buen programa de manejo reproductivo.

La meta entonces es lograr un intervalo entre partos (**IEP**) de 12 meses Louca & Legates (1968). Al ser la duración de la gestación prácticamente constante, el intervalo parto a concepción (días abiertos) determina la duración del **IEP**.

### III. Reinicio de la Actividad Ovárica

#### 1. Importancia

El rápido restablecimiento de la actividad ovárica normal luego del parto es indispensable para maximizar la eficiencia reproductiva (Thatcher & Wilcox, 1973, Butler & Smith, 1989). Un **IEP** de 12 meses requiere un intervalo parto a concepción de 85 días. Para lograr esto es necesario un pronto reinicio de la actividad ovárica normal luego del parto, para lo cual es esencial la ocurrencia de por lo menos una ovulación seguida de un diestro de duración normal antes de ese tiempo (Malven, 1984).

En ausencia de la inhibición provocada por el amamantamiento (Wagner y Hansel, 1969; Oxenreider y Wagner, 1971, Roche *et al*, 1992), la actividad ovárica posparto (**AOPP**) en bovinos de leche comienza entre los 7 y los 10 días posparto (Wagner y Hansel, 1969; Goodale *et al*, 1978; Savio *et al*, 1990). Todos los estudios realizados para caracterizar el inicio de la **AOPP**, han concluido que ésta comienza muy temprano luego del parto (Casida *et al*, 1968; Stevenson & Britt, 1979; Fonseca *et al*, 1983; Savio *et al* 1990<sup>a</sup>; Savio *et al*, 1990b; Roche *et al*, 1992; Kamimura *et al*, 1993) y es irregular en los primeros 20 días posparto (**DPP**), resultando en ciclos cortos o celos no observados (Robertson, 1972; Fonseca *et al*, 1983). Esto es debido a los complejos cambios hormonales que ocurren durante el parto, por lo que las interrelaciones hormonales no se normalizan hasta después de los 20 **DPP** (Stevenson & Britt, 1979).

El contenido hormonal de la hipófisis anterior, principalmente FSH y LH, están disminuidos hacia el final de la gestación y el parto (Casida *et al*, 1968). Generalmente, durante los primeros días posteriores al parto, tanto la actividad ovárica como los niveles hormonales son irregulares (Roche *et al*, 1992).

## 2. Factores que la Afectan

### a) Nutricionales

La alimentación es una de los principales factores que pueden causar demoras en el reinicio de la actividad ovárica **PP**. En condiciones nutricionales extremadamente pobres, la actividad ovárica disminuye hasta impedir el crecimiento folicular más allá de un diámetro de 4 mm (Lucy *et al*, 1991a). El reinicio de la actividad ovárica está estrechamente relacionada a los niveles de alimentación, más precisamente el balance energético (Butler *et al*, 1981; Butler & Smith, 1989; Senatore *et al*, 1996; Beam & Butler, 1997) que podría ocasionar una insuficiente secreción de LH (Lucy *et al*, 1991b).

Durante el **PP** temprano ocurren importantes cambios en el balance energético (**BE**) (Staples *et al*, 1990), definido éste como la energía ingerida por los animales menos los requerimientos de energía neta para mantenimiento y producción de leche (Lucy *et al*, 1992b). Las vacas en producción pasan por un período de **BE** negativo al comienzo del período de la lactancia, dado que la capacidad de producción de la glándula mamaria aumenta a un ritmo más rápido que el potencial del animal para consumir alimentos (Thatcher & Wilcox, 1973). Más aún, para proveer la energía necesaria y los substratos para la producción de leche a la glándula mamaria, ocurre un proceso de homeorresis (partición de nutrientes orientados a una meta) (Bauman & Currie, 1980) y en este caso la meta es la producción de leche, por lo que los nutrientes son desviados desde otros órganos y tejidos hacia la glándula mamaria. Los cambios visibles son la pérdida de la grasa corporal y consecuentemente disminución del peso y la condición corporal. Este balance energético negativo interfiere con el patrón normal de secreción

pulsátil de LH y limita la receptividad del ovario a la estimulación gonadotrópica (Butler & Smith, 1989). En esta situación, entre el parto y los 60 días posteriores (cuando se debe servir al animal) se registra una importante pérdida de la condición corporal que afecta negativamente la actividad ovárica (Staples *et al*, 1990, Domecq *et al* 1997).

## **b) Producción de Leche**

La producción de leche en bovinos aumenta hacia los 60 días posparto (**DPP**) en que llega a un pico (Butler *et al*, 1981), para luego descender gradualmente según los niveles de alimentación y sistemas de manejo. Se ha postulado que la alta producción de leche afecta la **AOPP**. Marion & Gier (1968), Whitmore *et al* (1974), Bulman & Wood (1980) y Enbergs *et al* (1995) reportan que vacas de alta producción tienen un intervalo más prolongado a la primera ovulación, sin embargo este efecto no ha podido demostrarse claramente en otros trabajos. De este modo, se han reportado relaciones directas en algunos casos (Oxenreider y Wagner, 1971; Nebel & McGilliard, 1993; Schopper *et al*, 1993; Enbergs *et al*, 1995), ninguna o escasa relación en otros (Fonseca *et al*, 1983) y aún relaciones inversas (Dhaliwal *et al*, 1996). Estos hallazgos contradictorios pueden ser debidos a la variabilidad existente en distintos sistemas de producción, con diferentes condiciones de alimentación y niveles de producción de leche.

## **c) Condición Corporal al Parto**

La condición corporal es un método subjetivo para determinar la cantidad de energía metabolizable almacenada en la grasa y músculo (reservas corporales) de un animal vivo (Edmonson *et al*, 1989). Es además un método rápido y barato y no está afectado por el estado



fisiológico del animal (gestación), el nivel de contenido ruminal y el tamaño o raza de las vacas (García Paloma, 1990). Luego del parto, y a consecuencia del proceso de homeorresis, se produce una disminución de la condición corporal. En condiciones de estabulación y alimentación controlada las variaciones en la condición corporal desde del parto hasta el pico de producción de leche están directamente relacionadas a ésta y al balance energético **PP** (Staples *et al*, 1990). En sistemas pastoriles las vacas no ingieren el 100% de los requerimientos nutricionales en términos de materia seca, por lo que las pérdidas de reservas corporales están más relacionadas a la disponibilidad y calidad de las pasturas que a la producción en sí. La condición corporal afecta algunas variables productivas, ya que las vacas que llegan al parto muy delgadas tienen una menor producción de leche y menor eficiencia reproductiva (Frood & Croxton, 1978), lo que también parece demorar el reinicio de la actividad ovárica (Langley & Sherington, 1983; Waltner *et al*, 1993; Domecq *et al*, 1997).

#### **d) Infecciones Uterinas**

El proceso de involución uterina está demorado por procesos patológicos del útero a consecuencia del parto. Hembras con puerperios anormales tienen un intervalo más largo a la primera ovulación (15 vs. 34 días) (Morrow *et al*, 1969). Oltenacu *et al* (1983) describen un aumento en el intervalo al primer estro en vacas con descarga uterina anormal, pero no encuentran ningún efecto en el tipo de parto. Más recientemente, López Gatiús (1996), en un estudio que involucró más de 3000 vacas, concluye que vacas con piometra y retención de placenta luego del parto tuvieron un menor porcentaje de preñez, pero no aquellas con una simple endometritis. Risco *et al* (1994), sin embargo, no reportan diferencias en el intervalo a la primera ovulación en vacas con retención de placenta.

## e) Paridad

La edad de los animales afecta el reinicio de la actividad ovárica (Stevenson & Britt, 1979; Cavestany, 1995), ya que vacas de primer parto tienen un intervalo más largo a la primera ovulación. Rajamahendran & Taylor (1990), sin embargo, no encontraron diferencias entre vacas adultas o vaquillas de primer parto. Este anestro es más común en vacas de primer parto principalmente en condiciones pastoriles, en el cual el período de balance energético negativo puede extenderse más (Cavestany, 1996).

## 3. Evaluación de la Actividad Ovárica Posparto

### a) Métodos Histológicos

Los primeros estudios de actividad ovárica fueron realizados por métodos histológicos (Wagner y Hansel, 1969), quienes encontraron folículos de 10 mm de diámetro a los 7 días PP. Tennant *et al* (1967), en un estudio anatómico de más de 2000 órganos genitales, describen un marcado aumento de la actividad folicular entre los 10 y los 20 días posparto (DPP). También por este método se pudo determinar la tasa de crecimiento folicular, midiendo el índice mitótico de las células de la granulosa (Lussier *et al*, 1987). Según este estudio un *folículo primordial* demora más de 20 días para crecer hacia un *folículo primario*, otros 10 días para alcanzar el tamaño de *folículo preantral*, 10 días para alcanzar un diámetro de 3 mm (*folículo antral*) y 40 días para llegar al diámetro de un *folículo maduro o de Graaf*. Esto implica que se requiere un período de 80 a 100 días para que un folículo, luego de ser activado, alcance un tamaño

ovulatorio. Dado que factores metabólicos pueden influenciar el desarrollo folicular temprano (Britt, 1992), es posible que cambios en el metabolismo o **BE** en el posparto temprano puedan afectar la población de folículos destinados a ovular semanas más tarde al comienzo de la época de servicios. Lucy *et al* (1991a) determinaron la población folicular en el posparto temprano y encontraron una relación directa entre la dieta y el **BE**, con el crecimiento folicular y la funcionalidad ovárica.

## **b) Palpación Rectal**

El primer método utilizado para evaluar la actividad ovárica fue la palpación rectal de los mismos. Morrow *et al*, 1969 y Goodale *et al*, 1978, encontraron folículos en crecimiento entre los días 7 y 10 **PP**. Watson y Munro (1980) describieron una técnica para la palpación del cuerpo lúteo por vía rectal, encontrando una precisión menor al 80% en la detección del cuerpo lúteo funcional.

## **c) Progesterona en Leche**

Luego de la introducción del método de determinación de progesterona (**P4**) en leche por Laing & Heap (1971), las características de la **AOPP** han sido ampliamente estudiadas. A partir de los trabajos de Lamming & Bulman (1976), en los cuales se estudiaron perfiles individuales de progesterona en leche, numerosos trabajos se han publicado estudiando la actividad ovárica e identificando animales con patrones anormales de progesterona (King *et al*, 1976; Bulman & Lamming, 1978; Stevenson & Britt, 1979). Bulman y Wood (1980) clasificaron los animales en 5 categorías, de acuerdo a este método, normales (77.5%), reinicio de la **AOPP** prolongado (4.9%),

cese de la actividad (5.1%), actividad luteal prolongada (1.9%) y estros silenciosos (10.7%). Utilizando este método en 700 vacas de hatos comerciales, Bloomfield *et al* (1986) encontraron que 94% de los animales habían comenzado a ciclar a los 60 **DPP** y en 34% de los animales el reinicio de la actividad ovárica fue precedida de períodos cortos de secreción de progesterona (ciclos cortos).

La información más importante que puede obtenerse por este método, es el porcentaje de vacas con actividad ovárica normal a un período dado luego del parto. Esto puede brindar información precoz sobre el reinicio de los ciclos ováricos y ayudar a instaurar tratamientos tempranos en “vacas problema”, para que no afecten la eficiencia reproductiva (Lamming & Bulman, 1976).

#### **d) Ultrasonografía Ovárica**

Recientemente, la introducción de la ultrasonografía (Pierson y Ginther, 1984) ha abierto un nuevo campo en el estudio de la actividad ovárica. Pierson y Ginther (1987), comparando estudios de ultrasonido con histología de ovarios, encontraron correlaciones entre 0,80 y 0,92 para los distintos tamaños foliculares y de 0,97 para el diámetro del folículo más grande. La concordancia en la identificación de un cuerpo lúteo (**CL**) fue del 100%.

#### **e) Comparación Entre los Diferentes Métodos para Evaluar la Actividad Ovárica**

##### **e.1 Progesterona en leche y palpación rectal**

Comparando datos de palpación rectal de los ovarios con niveles de progesterona en sangre en vacas Bos Indicus, Vaca *et al* (1983) encontraron que en 71.3% de los casos, los altos niveles de progesterona estaban correlacionados con la detección de un cuerpo lúteo (CL) por palpación rectal. La correlación fue más alta en la mitad del ciclo, en comparación con el principio y el final de mismo. En otro trabajo similar, pero utilizando vacas Holstein, Silva *et al*, 1992 encontraron una precisión de la palpación rectal para determinar estructuras ováricas del 64.6%, la cual variaba según el momento posparto. Heinonen (1988) encontró una compatibilidad del 71% para progesterona en leche y palpación rectal para vacas con niveles altos de P4, entre P4 baja y ausencia de CL a la palpación. Por otra parte, Hussein *et al* (1992) reportan una especificidad del 80.5% y 73.8% para el análisis de progesterona en leche y palpación rectal de los ovarios respectivamente. Todo esto indica que, de acuerdo a Kelton *et al* (1991), la palpación rectal no es un método preciso para determinar la funcionalidad ovárica, al no poder diferenciar si el CL palpado es funcional o no.

### **e.2. Ultrasonido y palpación rectal**

Pieterse *et al*, (1990), comparando palpación rectal con ultrasonografía ovárica, reportaron niveles de sensibilidad y predicción de 83% y 73% respectivamente para CL en el caso de la palpación rectal en comparación con 81% y 83% en el caso de la ultrasonografía. Para la detección de folículos, la ultrasonografía detectó 95% de los folículos mayores de 10 mm en comparación con 71% en palpación rectal. Según estos autores, ambos métodos fallan en la detección de folículos menores a los 10 mm (34% y 22% respectivamente).

### **e.3. Palpación rectal, ultrasonido y progesterona en leche**

Un estudio que comparó la precisión de la palpación rectal con la ultrasonografía y la determinación de progesterona por Radioinmunoanálisis (RIA), estableció que el ultrasonido era más preciso en la identificación de estructuras luteales que la palpación rectal (Sprecher *et al*, 1989). Similares hallazgos reportan Ribadu *et al*, (1994) y atribuyen los errores en la determinación del CL a que en los 2 o 3 días previos al estro, el CL tiene el mismo diámetro que en la mitad del ciclo, pero es funcionalmente inactivo. Por su parte, Gutiérrez *et al* (1996), fueron capaces de diferenciar la precisión en la determinación de un CL funcional o no mediante palpación rectal, correlacionando estos hallazgos con datos de ultrasonido y niveles de progesterona. En la comparación entre palpación rectal y progesterona, encontraron una sensibilidad del 82.5% y una especificidad del 88.9%, con una predicción del 67.8% para niveles altos y 94.7% para niveles bajos de progesterona. La sensibilidad y especificidad para palpación rectal y ultrasonido fue de 91.6% y 92.7% respectivamente y el valor predictivo positivo del 84.6% y negativo del 96.1%.

Todo lo anterior sugiere que la predicción en identificar un CL por US que efectivamente sea capaz de producir P4 es baja, y por el contrario el método de la determinación de niveles de progesterona ofrece una mejor herramienta para el diagnóstico de la funcionalidad ovárica y la etapa del ciclo estral (folicular o luteal en que se encuentra la vaca).

#### **IV. Características del Ciclo Estral**

##### **1. Duración y Variaciones en la Longitud de los Ciclos Estrales Posparto**

El ciclo estral se define como el período que transcurre desde el comienzo de un celo hasta que se inicia el siguiente, porque la hembra durante el estro está en un estado fisiológico que es conductualmente diferente de su estado en el resto del ciclo (Nalbandov, 1976). La longitud promedio del ciclo estral de la vaca es de 21 días, con un rango de 17 a 24 días. El estro dura 18 horas en promedio y la ovulación ocurre 11 horas luego del fin de éste (Hansel & Echtenkamp, 1972). El primer ciclo estral luego del parto es más corto que lo normal en un 54% de los animales (Eger *et al*, 1988; Bloomfield *et al*, 1986) con una duración promedio de 13 días (Schams *et al*, 1978), 15 días (Webb *et al*, 1980), 16 días (Stevenson & Britt, 1979) o 17 días (Fonseca *et al*, 1983). La razón de este ciclo más corto parece ser debida a bajos niveles de LH en el PP temprano (Schams *et al*, 1978), o porque la funcionalidad del CL y la retroacción de la progesterona en la secreción de GnRH no están totalmente restablecidas durante este período (Morrow *et al*, 1969; Stevenson & Britt, 1979). La fertilidad de estos ciclos cortos es menor, debido a una menor duración de la exposición de progesterona a causa de una fase luteal más corta (Malven, 1980). Los subsecuentes ciclos estrales tienden a tener una duración normal de 21 días (Morrow *et al*, 1969; Schams *et al*, 1978; Stevenson & Britt, 1979; Webb *et al*, 1980). La progesterona se mantiene elevada por un período mayor, los valores máximos son más altos (Schams *et al*, 1978; Webb *et al*, 1980) y el pico preovulatorio de LH aumenta en magnitud (Schams *et al*, 1978).

Otro aspecto referente a la fertilidad del estro está relacionado a los niveles de progesterona durante éste. Duchens *et al*, 1995 relacionaron niveles suprabasales de progesterona al estro con una menor intensidad de los síntomas de celo y falta de conducta de receptividad a la monta. Estos estros se caracterizaron por una demora en el momento de ovulación, que puede ser la explicación a estos bajos niveles de fertilidad.

La primera ovulación **PP** ocurre entre los 15 y 25 **DPP** y no está acompañada de signos de estro (Slama *et al*, 1996). Estas ovulaciones “silenciosas” durante el **PP** temprano son debidas a desbalances, o bajos niveles circulantes de hormonas reproductivas (Kesler *et al*, 1977; Fernandes *et al*, 1978; Shams *et al*, 1978; Stevenson & Britt, 1979). También pueden ser debidas a una falta de pre-estimulación de progesterona para sinergizar con los estrógenos y desencadenar las manifestaciones clínicas de estro (Nalbandov, 1976).

## 2. Dinámica Folicular

Si bien el concepto del crecimiento folicular continuo data de varios años (Tennant *et al*, 1967), con la ayuda de la ultrasonografía se ha logrado caracterizar este fenómeno denominado “Dinámica Folicular”. Esta comprende el continuo crecimiento y regresión de folículos antrales que lleva al desarrollo del folículo preovulatorio o dominante (Lucy *et al*, 1992b). Una a cuatro “ondas” de crecimiento y desarrollo folicular tienen lugar durante un ciclo estral y el folículo preovulatorio se deriva de la última onda. Este proceso, comprende el reclutamiento de un número de folículos que comienzan a madurar, selección por el cual un folículo es elegido mientras los demás sufren un proceso de atresia y dominancia de ese folículo que llega a ovular. Es importante tener en cuenta esto en tratamientos de regulación del ciclo estral (Thatcher *et al*, 1995).

En un estudio del reinicio de la actividad ovárica posparto comenzando al día 6 **PP**, Savio *et al* (1990a) encontraron un patrón de dinámica folicular dado por crecimiento y regresión de folículos de diámetros entre 4 y 10 mm, hasta la ocurrencia de lo que denominaron el primer folículo dominante (**FD**, > 10 mm) a los 12 días **PP**. Este folículo ovuló en un 74% de los animales con un intervalo promedio desde el parto de 27 días. Otro estudio realizado en 64 vacas



(Kamimura *et al*, 1993), reporta un intervalo promedio a la aparición del primer **FD** de 9 días, el cual fue ovulado en un 53% de los casos. Lo que determina que este **FD** ovule es una exposición de éste a una frecuencia correcta de pulsos de LH (Savio *et al*, 1990b).

### **3. Comportamiento del Estro**

Hurnik *et al* (1975), estudiaron el comportamiento de estro, relacionándolo con el número de animales en calor luego de tratamientos de sincronización. Este comportamiento va desde 11 montas por vaca cuando hay una sola en estro hasta más de 50 con tres o más vacas en calor al mismo tiempo. Además, en poblaciones de vacas sincronizadas, la duración del tiempo de monta entre vacas es mayor que en no sincronizadas. Resultados similares fueron encontrados por Galina *et al* (1996) en estudios en Bos Indicus. El mejor indicativo del estro es la observación visual (Foote, 1975) y en este aspecto Esslemont *et al* (1980) han realizado un completo estudio de las manifestaciones de calor en novillas Holstein, clasificando los diferentes comportamientos hallados. En vacas Holstein en condiciones de trópico seco, Castellanos *et al*, (1992) reportan una conducta más agresiva en novillas que en vacas adultas, independiente de la etapa del ciclo estral. Más recientemente, con la utilización de **RIA** y ultrasonografía ha podido ser posible correlacionar los síntomas de estro con la presencia de un folículo maduro, encontrándose en poblaciones sincronizadas un alto porcentaje de falsos calores Medrano *et al* (1996).

### **4. Detección de Estro**

La falla en detectar las vacas en estro es probablemente el factor más importante que determina la incidencia real de los “celos silenciosos”, ya que más vacas en estro son captadas

con un programa de detección intensiva de celos. Para detectar celos exitosamente, además de la habilidad para reconocer sus múltiples signos, se debe dedicar suficiente tiempo a la observación de los animales (Foote, 1975). Entre los innumerables trabajos al respecto, cabe resaltar el de King *et al*, (1976) por ser unos de los primeros y más complejos diseñados para identificar la intensidad en la manifestación de los calores posparto. En ese estudio, observando las vacas las 24 horas del día con un sistema de un circuito cerrado de televisión, encontraron que la primera ovulación posparto se acompañaba de sintomatología de celo solamente en 50% de los casos. La segunda ovulación era precedida de manifestaciones de calor en 94% de las vacas y la tercera en un 100%. Los porcentajes de celos detectados en esas vacas por observación dos veces por día fueron 20%, 44% y 64% para la primera, segunda y tercera ovulación respectivamente.

Numerosos estudios han demostrado que una mala detección de celos es una causa importante de la prolongación del intervalo entre partos (Bozworth *et al*, 1972; Esselmont & Ellis, 1974; Barr, 1974; Foote, 1975; King *et al* 1976; Rounsaville *et al*, 1979; Laben *et al*, 1982; Jansen *et al*, 1987; Senger, 1994; Heersche & Nebel, 1994).

Como la detección de celos se realiza generalmente dentro de un programa de inseminación artificial, se puede también definir la eficiencia de la detección de celos como la **eficiencia del servicio**, es decir, *“el número de vacas servidas en un período de 21 días, expresado como un porcentaje del número de vacas elegibles para el servicio al comienzo del período”*.

Zarco (1990), en una revisión sobre los factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en bovinos de leche, define la **eficiencia de la detección de celos** como *el porcentaje de vacas en estro que son detectadas en calor* y la **precisión de la detección de calores** como *el porcentaje de vacas detectadas en estro que realmente están en calor*. Dentro de los factores que afectan la eficiencia de la detección de celos enumera:

1. el tiempo dedicado a la observación de los animales,

2. el horario en que se realiza,
3. el cabal conocimiento de los signos de celo,
4. las características físicas del área donde se realiza la detección de calores,
5. responsabilidad y motivación que tengan las personas encargadas de la tarea.

De los cinco puntos mencionados, a excepción del 4 todos están relacionados de manera directa a factores humanos.

Heersche & Nebel (1994) también definen la eficiencia de la detección de celos como *el número de vacas, observadas, registradas, y reportadas en calor dividido por un número calculado de calores que debieran ocurrir en un período dado y multiplicado por 100*. También definen la precisión en la detección de calores como *el porcentaje de calores observados que son realmente estros*.

Dentro de los muchos trabajos publicados sobre detección de celo (Barr, 1974; Foote, 1975; Coleman *et al*, 1985; Rounsaville *et al*, 1979; Odds, 1990), Foote (1975) se refiere al problema de la detección de celo y los métodos “auxiliares” para la detección. Estos trabajos afirman que el método más preciso es la detección visual, aunque Heersche & Nebel (1994) opinan que el ser humano no está bien preparado para detectar calores. Varios métodos de ayuda a la detección visual de celos se han desarrollado, como el parche “Kamar” que se adhiere a la zona lumbo-sacra de la vaca y contiene una cápsula blanca con pintura roja que se rompe por la presión de la monta cambiando el color del parche (Boyd & Hignett, 1968). Una opción más económica es la pintura de esa zona con esmalte sintético comercial (Ducker *et al*, 1983). Otros métodos de ayuda incluyen la introducción de animales androgenizados (Fulkerson *et al*, 1983) o toros con arneses marcadores (Elmore *et al*, 1986). La resistencia eléctrica del mucus vaginal disminuye durante el estro, y esto se ha intentado utilizar como ayuda para la detección de celos, pero las variaciones individuales vuelven el método poco práctico en condiciones comerciales

(Cavestany & Foote, 1985b). Otro sistema de ayuda para la detección de celos que considera la mayor actividad de las vacas en ese estado fisiológico son los podómetros que se colocan en un miembro de la vaca y mide los pasos que da por unidad de tiempo (Pennington *et al* 1986). Más recientemente se ha desarrollado un método radiotelemétrico para la detección de montas que consiste en un sensor de montas operado a batería que se adhiere por un parche a la zona lumbar de la vaca. Una antena recoge la señal y la envía a una PC que las registra mediante un programa especialmente diseñado. Este sistema es quizás el más efectivo para la detección de celos, ya que utiliza el síntoma principal de los mismos que es la aceptación a la monta (Nebel *et al*, 1992). Senger (1994) en una revisión de las ayudas para detectar calores que incluye estas nuevas tecnologías concluye que éstas, para ser aplicables, deben ser más efectivas que la observación visual.

A excepción de Nueva Zelanda, donde aparentemente más del 80% de los calores son detectados (McDougall *et al*, 1992), todos los trabajos que han cuantificado la eficiencia de la detección de estros muestran porcentajes muy bajos, entre el 43% (Fonseca *et al*, 1983) y el 52% (Fagan *et al*, 1988; Esslemont, 1992). Mejores resultados reportan Eerdeburg *et al* (1996) sobre la base de la elaboración de una escala con los distintos signos de calor y mayores períodos diarios de observación. Con esta metodología estos investigadores pudieron detectar hasta el 74% de las vacas en estro. En el otro extremo, Anta *et al* (1989) reportan tasas de detección del 36%, en condiciones de trópico.

La eficiencia de la detección de calores también se puede estimar mediante los intervalos interestrales, los cuales también se clasifican dentro de determinados rangos (Esslemont, 1992). Sobre esta base, una buena eficiencia estaría dada por una relación de 7:1 entre intervalos normales (17 a 24 días) y anormales, sean estos más cortos (< 17 días) o más largos (25-35 días, 36-48 días, >49 días) (Esslemont, 1992). También se puede calcular la eficiencia dividiendo 21

entre el promedio de todos los intervalos interestrales de un hato en un período determinado y multiplicándolo por 100 (Heersche & Nebel, 1994).

La precisión en la detección de calores usualmente se mide por medio de la determinación de los niveles de progesterona por radioinmunoanálisis, ya sea en leche, plasma o suero (Robertson & Sarda, 1971; Schiavo *et al*, 1975; Gartland *et al*, 1976; Shemesh *et al*, 1978; Günzler *et al*, 1979; Caudle *et al*, 1980; Oltner & Edqvist, 1981; Reimers *et al*, 1985).

## V. *Manipulación del Ciclo Estral*

El principal objetivo de sistemas de manejo con pariciones y períodos de servicios estacionales es obtener el mayor número de animales gestados en el menor tiempo posible. En una población de animales sexualmente activa, con una distribución normal del ciclo estral, la frecuencia diaria de celos oscila entre un 3% y un 4% diaria (Smalley, 1981). Sin embargo la ocurrencia de éstos es mayor en horas de la noche, [70% entre las 18:00 y las 06:00 horas, de acuerdo a Foote, (1978) y 73% entre las 17:00 y las 8:00 según Nebel *et al* (1992)] por lo que es razonable esperar que la dificultad en la detección de celos sea uno de los problemas individuales que mayor inciden en la eficiencia reproductiva en bovinos de leche en condiciones pastoriles. En concordancia con esto, existe información indicando que la misma no supera el 60% (Fagan *et al*, 1988; Esslemont, 1992; Cavestany, 1993).

El porcentaje de preñez es el producto del porcentaje de detección de celos por el porcentaje de concepción (Burke *et al*, 1996). Aumentar el porcentaje de concepción no es sencillo, por lo que el porcentaje de detección de celos es una restricción importante para una buena eficiencia reproductiva (ER). Cuando el anestro posparto no es un problema, una de las

entre el promedio de todos los intervalos interestrales de un hato en un período determinado y multiplicándolo por 100 (Heersche & Nebel, 1994).

La precisión en la detección de calores usualmente se mide por medio de la determinación de los niveles de progesterona por radioinmunoanálisis, ya sea en leche, plasma o suero (Robertson & Sarda, 1971; Schiavo *et al*, 1975; Gartland *et al*, 1976; Shemesh *et al*, 1978; Günzler *et al*, 1979; Caudle *et al*, 1980; Oltner & Edqvist, 1981; Reimers *et al*, 1985).

## V. *Manipulación del Ciclo Estral*

El principal objetivo de sistemas de manejo con pariciones y períodos de servicios estacionales es obtener el mayor número de animales gestados en el menor tiempo posible. En una población de animales sexualmente activa, con una distribución normal del ciclo estral, la frecuencia diaria de celos oscila entre un 3% y un 4% diaria (Smalley, 1981). Sin embargo la ocurrencia de éstos es mayor en horas de la noche, [70% entre las 18:00 y las 06:00 horas, de acuerdo a Foote, (1978) y 73% entre las 17:00 y las 8:00 según Nebel *et al* (1992)] por lo que es razonable esperar que la dificultad en la detección de celos sea uno de los problemas individuales que mayor inciden en la eficiencia reproductiva en bovinos de leche en condiciones pastoriles. En concordancia con esto, existe información indicando que la misma no supera el 60% (Fagan *et al*, 1988; Esslemont, 1992; Cavestany, 1993).

El porcentaje de preñez es el producto del porcentaje de detección de celos por el porcentaje de concepción (Burke *et al*, 1996). Aumentar el porcentaje de concepción no es sencillo, por lo que el porcentaje de detección de celos es una restricción importante para una buena eficiencia reproductiva (ER). Cuando el anestro posparto no es un problema, una de las

posibles maneras de mejorar la ER es aumentar el tiempo dedicado a la observación de celos. Según se ha evaluado, más períodos diarios de observación aumentan el porcentaje de detección (Eederburg *et al*, 1996). Otra manera es implementar medidas que permitan aumentar la cantidad de vacas en calor en un período menor de tiempo, para lo cual una herramienta posible es la sincronización de celos (Cavestany & Foote, 1985a). Por otra parte, al lograr una mayor actividad sexual en una población, se logra aumentar la sintomatología de celo (Williamson *et al*, 1972; Hurnik *et al*, 1975) lo que podría mejorar la eficiencia de la detección de calores.

Es por ello que la regulación de la actividad ovárica se ha convertido en una herramienta muy útil y de creciente uso en explotaciones lecheras comerciales.

Los objetivos que se persiguen son:

- programas de reproducción controlada (sincronización de calores);
- regulación de ondas foliculares para mejorar la precisión de la sincronización de calores;
- reducción de la incidencia de calores no detectados;
- mejorar la eficiencia de la inseminación artificial;

Existen varias revisiones con diferentes enfoques:

- regulación o control del ciclo estral (Inskeep, 1973; Hafs *et al*, 1974; Larson & Ball, 1992)
- sincronización de calores (Smith, 1978);
- reproducción controlada (Gordon, 1976);

Sin embargo, un adecuado estudio del tema debe comprender dos aspectos fundamentales.

La regulación del ciclo estral en sí, cuyo objetivo final es predeterminar la ocurrencia de un estro

acompañado de ovulación y los factores que afectan el estro inducido, principalmente la manifestación y el comportamiento del mismo (Thatcher *et al*, 1989).

### 3.1. Sincronización de Celos por Luteolisis

Desde que se descubrió que al suprimirse la liberación de **P4** por el **CL** se afectaban los mecanismos que desencadenaban la ovulación (Hansel *et al*, 1961) y que la prostaglandina  $F_{2\alpha}$  (**PG**) producida por el útero provocaba la luteólisis (Gutknecht *et al*, 1969), la regulación de la fase luteal del ciclo estral fue el primer método de sincronización de celos (Inskoop, 1973).

Los primeros trabajos se realizaron sobre la base de la enucleación manual del **CL**, y aunque este método realizado cuidadosamente no afecta la fertilidad (Cavestany *et al*, 1990), las secuelas de hemorragias locales lo hacen poco recomendable. La luteólisis por inyección de Prostaglandina  $F_{2a}$  o sus análogos ha sido más comúnmente utilizada, aunque la respuesta es variable en bovinos de leche en producción (MacMillan *et al*, 1977, Stevenson *et al*, 1989) en comparación con novillas (MacMillan *et al*, 1978, Stevenson *et al*, 1984) ya que mientras en esta categoría un 73% presenta estro dentro de los 5 días luego del tratamiento, en vacas en producción el porcentaje oscila entre el 12% (Lauderdale *et al*, 1981), 54% (Orihuela *et al*, 1989) 60% (Cavestany, 1994). La palpación rectal previa al tratamiento con **PG** no aporta mayores ventajas a la respuesta, dada la baja sensibilidad del método (77%) para detectar un **CL** funcional (Kristula *et al*, 1992). El porcentaje de vacas que entran en calor dentro de los 5 días posteriores al tratamiento parece estar relacionado a la etapa del ciclo estral al momento de éste (Macmillan & Henderson, 1984). Esta diferencia se debe a la ocurrencia de ondas foliculares durante el ciclo estral (Sirois & Fortune, 1990; Lucy *et al*, 1992) y en vacas en



producción los cambios metabólicos y hormonales asociados a la lactación alteran el desarrollo folicular (de la Sota *et al*, 1993). Sin embargo, a pesar de la respuesta errática, tratamientos repetidos con PG no alteran la fertilidad y a la larga mejoran la eficiencia reproductiva del hato (Belschner, 1986, Kristula *et al*, 1992, Cavestany, 1994).

### **3.2. Sincronización con Progestágenos o Progesterona**

La progesterona suprime el estro y la ovulación al inhibir la liberación de LH y la maduración folicular (Convey *et al*, 1977) del mismo modo que los progestágenos. La administración de estos compuestos se realiza más comúnmente en forma de implantes auriculares de Norgestomet (Chupin *et al*, 1974) o implantes intravaginales de diferente tipo conteniendo progesterona natural (MacMillan y Peterson, 1993) o Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) (Cavestany, 1996). También se han utilizado progestágenos sintéticos en forma oral como el Acetato de Melengestrol (MGA) (Patterson *et al*, 1989). Los primeros tratamientos realizados con progestágenos, al necesitarse más días para lograr la sincronización, resultaron en una disminución de la fertilidad, debido a que al bloquear la ovulación, el folículo preovulatorio se mantenía demasiado tiempo (folículo persistente), lo que disminuye su fertilidad (Sirois y Fortune, 1990, Revah & Butler, 1996).

### **3.3. Tratamientos Combinados**

Smith (1978) propuso que la combinación de estrógenos con progesterona podría mejorar los magros resultados de fertilidad obtenidos hasta entonces. En vacas de leche en producción, la combinación de progestágenos con prostaglandinas se ha utilizado más frecuentemente. La

administración de progestágenos se puede realizar por implantes auriculares o intravaginales, los cuales han sido más comunes y generalmente se utilizan en combinación con sales de estradiol (Orihuela *et al.*, 1989) o prostaglandinas (Folman *et al.*, 1984; Stevenson *et al.*, 1989; Galina *et al.*, 1990; Rosenberg *et al.*, 1990; Macmillan y Peterson, 1993). La sincronización obtenida con estos tratamientos, dada por el porcentaje de vacas en calor dentro de los 7 días posteriores al tratamiento varía entre 75% Rosenberg *et al.*, 1990) y 82% (Stevenson *et al.*, 1989). Si bien de acuerdo a Rosenberg *et al.* (1990) la progesterona cae en casi todos los animales dando una buena respuesta fisiológica al tratamiento, los porcentajes de animales en calor han sido menores. Esto es posiblemente a fallas en la detección de celos o a una débil manifestación de los mismos. Indirectamente esto puede ser corroborado con resultados que reportan mejores porcentajes de celos con tratamientos repetidos (Armer *et al.*, 1993).

### **3.4. Manipulación del Crecimiento y Desarrollo Folicular**

Sobre la base de lo desarrollado antes, la fertilidad de los tratamientos de sincronización de celos depende no solamente del control del CL sino del desarrollo folicular y particularmente la calidad del folículo ovulatorio. A partir de los estudios de la dinámica folicular en vacas y los factores que las afectan (Lucy *et al.*, 1992) es que se comenzaron a desarrollar esquemas que sincronizan tanto el desarrollo folicular como la regresión del cuerpo lúteo (Thatcher *et al.*, 1989; Macmillan & Thatcher, 1991). Estos tratamientos se basan en la combinación de **GnRH** y **PG**. Con estas combinaciones, la **GnRH** al comienzo del tratamiento sincroniza el desarrollo de una nueva onda folicular (Schmitt *et al.*, 1996) al inducir la luteinización u ovulación de folículos mayores de 9 mm existentes en el ovario (Macmillan & Thatcher, 1991) y una inyección de **PG** 7 días más tarde provoca la regresión de las estructuras

luteales formadas (Thatcher *et al*, 1995) así como un posible **CL** del ciclo anterior (Wolfenson *et al*, 1994; Pursley *et al*, 1995). Este tratamiento combinado resulta en un método práctico para controlar la actividad folicular y luteal del ovario y aumentar la precisión en la detección de calores. Además, reduce considerablemente el período de tiempo necesario para la detección de celos al sincronizar entre 70% y 80% de las vacas en un intervalo de 4 días (Twagiamungu *et al*, 1995).

También se han desarrollado tratamientos combinados de progesterona, prostaglandina y **GnRH** (Schmitt, *et al*, 1994a). En términos generales, este tipo de tratamientos se basa en la administración de **PG** para provocar la luteólisis e inserción de un implante de progestágenos seguido de la inyección de **GnRH** lo que provoca la ovulación del folículo surgido de la primer onda de crecimiento folicular. Al remover el implante se inyecta **PG**, lo que provoca la ovulación de un folículo recientemente reclutado. Este tipo de tratamientos, mide la respuesta con base a determinación de progesterona y seguimiento ovárico por ultrasonografía, y podría ser un nuevo acercamiento en la sincronización de celos.

### 3.5. Inseminación a Tiempo Fijo

Uno de los factores limitantes en el éxito de un programa de Inseminación Artificial (IA) es el bajo porcentaje de detección de celos. Un sistema que puede superar esto es el uso de la IA a tiempo fijo, al eliminar la necesidad de detectar celos.

Los tratamientos antes mencionados, combinando regulación del **CL** y la población folicular pueden lograr la implementación de la inseminación a tiempo fijo (Schmitt *et al*, 1994b) cuyos resultados primarios reportan un 34% de concepción en comparación a 53% de controles inseminados luego de un estro detectado. Lucy *et al* (1986) utilizaron varias combinaciones de

GnRH y PG con inseminación a tiempo fijo, pero en esos esquemas la concepción de los animales tratados fue inferior a los grupos testigo.

Todo lo anterior sugiere que se necesita hacer más investigación en estos aspectos de manejo reproductivo para lograr superar el problema de la pobre detección de celo y a la vez lograr una buena fertilidad en los esquemas de sincronización utilizados.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anta E, Rivera JA, Galina C, Porras A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Vet Mex* 1989;20:11-18.
2. Armer CC, Macmillan KL, Jellie HP. The application of controlled calving and breeding programmes to the management of large dairy herds. *Proc New Zealand Soc Anim Prod* 1993;53:87-90.
3. Barr HL. Influence of estrus detection on days open in dairy herds. *J Dairy Sci* 1974;58:246-248.
4. Bauman DE, Currie WB. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J Dairy Sci* 1980;63:1514-1529.
5. Beam SW, Butler RW. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. *Biol Reprod* 1997;56:133-142.
6. Belschner A. Improving veterinary and dairy farm profits with a controlled breeding program. En: Dairy herd health programming conference. Univ of Minnesota, St. Paul, MN. 1986;87-90.
7. Bloomfield GA, Morant SV, Ducker MJ. A survey of reproductive performance in dairy herds. Characteristics of the patterns of progesterone concentrations in milk. *Anim Prod* 1986;42:1-10.
8. Boyd H, Hignett PG. A device for the detection of oestrus in cattle. *Vet Rec* 1968;83:2-3.
9. Bozworth RW, Ward G, Call EP, Bonewitz ER. Analysis of factors affecting calving intervals of dairy cows. *J. Dairy Sci* 1972; 55:334-338.

10. Britt JH. Impacts of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. Dairy Session I. The Bovine Proceedings. 1992;24:39-43.
11. Britt JH. Strategies for managing reproduction and controlling health problems in groups of cows. J Dairy Sci 1977;60:1345-1353.
12. Bulman DC, Lamming GE. Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. J Reprod Fert 1978;54:447-458.
13. Bulman DC, Wood PDP. Abnormal patterns of ovarian activity in dairy cows and their relationship with reproductive performance. Anim Prod 1980;30:177-188.
14. Burke JM, De La Sota RL, Risco C, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. J Dairy Sci 1996;79:1385-1393.
15. Butler WR, Everett RW, Coppock CE. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. J Anim Sci 1981;53:742-748.
16. Butler WR, Smith RD. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. J Dairy Sci 1989;72:767-783.
17. Burke JM, de la Sota RL, Risco C, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. J Dairy Sci 1996;79:1385-1393.
18. Casida LE, Hauser ER, Tyler WJ. Studies on the postpartum cow. Wisc Res Bull 1968;270:1-54.
19. Castellanos F, Orihuela A, Galina CS. Aggressive behaviour in oestrus and dioestrus dairy cows and heifers. Vet Rec 1992;131:515.
20. Caudle AB, Clekis T, Thompson FN, Van Camp SD. Progesterone in bovine milk fat. Theriogenology 1980;14:329-338.

21. Cavestany D, Foote RH. Prostaglandin F2a used for cows with unobserved estrus in a large commercial herd monitored by milk progesterone assay. *Cornell Vet* 1985;75:393-397.
22. Cavestany D, Foote RH. The use of milk progesterone and electronic vaginal probe as aids in large dairy herd reproductive management. *Cornell Vet* 1985b;75: 441-453.
23. Cavestany D, Miranda W, Tagle R, Gama S, Lanzzeri S. Determination of the reproductive performance of Holstein cows in Uruguay. En: *Livestock Reproduction in Latin America*. Ed. por FAO/OIEA 1990;81-88.
24. Cavestany D. Comparación entre dos métodos de sincronización de celos. En: *Jornada sobre presentación de resultados experimentales*. Ejercicio 1993. Serie Act Dif INIA La Estanzuela, Uruguay 1994;21:35-44.
25. Cavestany D. Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. I. Parametros reproductivos. *Bol Div 37 INIA La Estanzuela, Uruguay* 1993;22 pp.
26. Cavestany D. Reinicio de la actividad ovárica postparto. En: *Jornada sobre presentación de datos experimentales*. Ejercicio 1994. Serie Act Dif INIA La Estanzuela, Uruguay 1996;100:1-15.
27. Cavestany D. Estrus synchronization in lactating Holstein cows with a vaginal sponge impregnated with Medroxyprogesterone Acetate. 13<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod. Sydney, Australia, 1996;2:4-13.
28. Coleman DA, Thayne WV, Dailey RA. Factors affecting reproductive performance of dairy cows. *J Dairy Sci* 1985a;68:1793-1803.
29. Convey EM, Beck TW, Neitzel RR, Bostwick EF, Hafs HD. Negative feedback control of bovine serum luteinizing hormone (LH) concentration from completion of the preovulatory LH surge until resumption of luteal function. *J Anim Sci* 1977;46:792-796.

30. Chupin D, Deletang F, Petit M, Pelot J, Le Provost F, Ortavant R, Perez M, Mauleon P. Utilisation de progestagènes en implants sous-cutanés pour la maîtrise des cycles sexuels chez les bovins. *Ann Biol Anim Bioch Biophys* 1974;14:27-39.
31. De Kruif A, Brand A. Factors influencing the reproductive capacity of a dairy herd. *New Zealand Vet* 1978;26:183-189.
32. de la Sota RL, Lucy MC, Staples CR, Thatcher WW. Effect of recombinant bovine somatotropin (Sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1993;76:1002-1013.
33. Dhaliwal GS, Murray RD, Dobson H. Effects of milk yield, and calving to first service interval, in determining herd fertility in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1996;41:109-117.
34. Domecq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci* 1997;80:113-120.
35. Duchens M, Maciel M, Gustafsson H, Forsberg M, Rodríguez-Martínez H, Edqvist LE. Influence of perioestrous suprabasal progesterone levels on cycle length, oestrus behaviour and ovulation in heifers. *Anim Reprod Sci* 1995;37:95-108.
36. Ducker MJ, Haggett RA, Fisher WJ, Bloomfield GA, Morant SV. An evaluation of tail paint as an aid or alternative to oestrus detection. *Anim Prod* 1983;37:221-227.
37. Durán H. Sistema de alta producción de leche. En: *Jornada de Lechería y Pasturas. Serie Act Dif INIA La Estanzuela, Uruguay* 1996;100:1-15
38. Edmonson AJ, Lean LJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 1989;72:68-78.
39. Eerdenburg-Van FJCM, Loeffler HSH, Vliet-Van JH. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart* 1996;18:52-54.



40. Eger S, Shemesh M, Schindler H, Amir S, Foote RH. Characterization of short luteal cycles in the early post-partum period and their relation to reproductive performance of dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1988;16:3-4, 215-224.
41. Elmore RG, Aderibigbe AA, Garverick HA. The use of heat detection aids in estrus synchronization programs. *Theriogenology* 1986;26:239-244.
42. Enbergs H, Voll S, Lohmoller L. Analysis of the postpartum oestrous cycle performance in dairy cows with a high milk yield: correlation between the different criteria for the milk record and those of the cycle. *Reprod in Dom Anim* 1995;5:265-269.
43. Esslemont RJ, Ellis PR. Components of a herd calving interval. *Vet Rec* 1974;95:319-320.
44. Esslemont RJ, Glencross RG, Bryant MJ, Pope GS. A quantitative study of pre-ovulatory behaviour in cattle (British Friesian heifers). *Appl Anim Ethol* 1980;6:1-17.
45. Esslemont RJ. Measuring dairy herd fertility. *Vet Rec* 1992;131:209-212.
46. Fagan JG, Bourke S, Roche JF. The reproductive performance of dairy cows in five herds. *Irish Vet J* 1988;42:40-44.
47. Fernandes LC, Thatcher WW, Wilcox CJ, Call EP. LH release in response to GnRH during the postpartum period of dairy cows. *J Anim Sci* 1978;46:443-448.
48. Folman Y, Kaim M, Herz Z, Rosenberg M. Reproductive management of dairy cattle based on synchronization of estrous cycles. *J Dairy Sci* 1984;67:153-160.
49. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.
50. Foote RH. Estrus detection and estrus detection aids. *J Dairy Sci* 1975;58:248-256.

51. Foote RH. Reproductive performance and problems in New York dairy herds. *Search, Agriculture. Cornell Univ USA* 1978;8:1-21.
52. Frood JM, Croxton D. The use of condition scoring in dairy cows and its relationship with milk yield and live weight. *Anim Prod* 1978;27:285-291.
53. Fulkerson WJ, Sawyer GJ, Crothers I. The accuracy of several aids in detecting oestrus in dairy cattle. *Appl Anim Ethol* 1983;10:199-208.
54. Galina CS, Orihuela A, Rubio I. Behavioural trends affecting oestrus detection in zebu cattle. *Anim Reprod Sci* 1996;42:465-470.
55. Galina CS, Porras A, Navarro-Fierro R, Wild C, Orihuela A, Hernandez C. Observations on oestrus synchronization in zebu cattle. En: *Livestock Reproduction in Latin America*. Ed. por FAO/OIEA. 1990;227-239.
56. García-Paloma JA. El método de la condición corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. *Invest Agr Prod Sanid Anim España* 1990;3:121-130.
57. Gartland P, Schiavo JJ, Hall CE, Foote RH, Scott NR. Detection of estrus in dairy cows by electrical measurements of vaginal mucus and milk progesterone. *J Dairy Sci* 1976;59:982-985.
58. Goodale WS, Garverick HA, Kesler DJ, Bierschwal CJ, Elmore RG, Youngquist RS. Transitory changes on hormones in plasma of postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 1978;61:740-746.
59. Gordon I. Controlled breeding in cattle. Part 1. Hormones in the regulation of reproduction, oestrus control, and set-time artificial insemination. *Anim Breed Abstr* 1976;44:265-275.
60. Günzler O, Rattenberg A, Görlach R, Han R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinary and biotechnical measurements in cows. *Br Vet J* 1979;135:541-549.

1. Gutierrez AC, Zarco L, Galina CS, Rubio I, Basurto H. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology* 1996;46:471-479.
52. Gutknecht GD, Cornette JC, Pharris BB. Antifertility properties of prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Biol Reprod* 1969;1:367-371.
63. Hafs HD, Lous TM, Noden PA, Oxender WD. Control of estrous cycle with prostaglandin F<sub>2α</sub> in cattle and horses. *J Anim Sci* 1974;39:10-18.
64. Hafs HD, Manns JG. Onset of oestrus and fertility of dairy heifers and suckled beef cows treated with prostaglandin F<sub>2α</sub>. *Anim Prod* 1975;21:13-20.
65. Hansel W, Echterkamp SE. Control of ovarian function in domestic animals. *Am Zoologist* 1972;12:255-263.
66. Hansel W, Malven PV, Black DL. Estrous cycle regulation in the bovine. *J Anim Sci* 1961;20:621-625.
67. Heersche R, Nebel RL. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci* 1994;77:2754-2761.
68. Heinonen K. Relationship between rectal findings of corpus luteum and whole milk progesterone levels in postpartum dairy cows. *Acta Vet Scand.* 1988;29:239-243.
69. Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl Anim Ethol* 1975;2:55-68.
70. Hussein FM, Paccamont DL, Eilts BE, Younis MYM. Comparison of ovarian palpation, milk progesterone and plasma progesterone in the cow. *Theriogenology* 1992;38:431-439.
71. Inskeep EK. Potential uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animals. *J Anim Sci* 1973;36:1149-1157.

72. Irigoyen A. Producción lechera en Oceanía. En: Informe Oceanía. Plan Agropecuario. Ed. Secondo Escanell SA. 145-175. 1996.
73. Jansen J, Dijkhuizen AA, Sol J. Parameters to monitor dairy herd fertility and their relation to financial loss from reproductive failure. *Prev Vet Med* 1987;4:409-418.
74. Kamimura S, Ohgi T, Takahashi M, Tsukamoto T. Turnover of dominant follicles prior to first ovulation and subsequent fertility in postpartum dairy cows. *Reprod in Dom Anim* 1993;28:85-90.
75. Kastelic JP, Knopf L, Ginther O J. Effect of day of prostaglandin  $F_{2\alpha}$  treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. *J Anim Sci* 1990;23:169-180.
76. Kelton DF, Leslie KE, Etherington WG, Bonnett BN, Walton JS. Accuracy of rectal palpation and of a rapid milk progesterone enzymeimmunoassay for determining the presence of a functional corpus luteum in subestrus dairy cows. *Can Vet J* 1991;32:286-291.
77. Kesler DJ, Garverick HA, Youngquist RS, Elmore RG, Bierschwal CJ. Effect of days postpartum and endogenous reproductive hormones on GnRH-induced LH release in dairy cows. *J Anim Sci* 1977;46:797-803.
78. King GJ, Hurnik JF, Robertson HA. Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. *J Anim Sci* 1976;42:688-692.
79. Kristula M, Bartholomew R, Galligan D. Effects of prostaglandin  $F_{2\alpha}$  synchronization program in lactating dairy cattle. *J Dairy Sci* 1992;75:2713-2718.
80. Laben RL, Shanks R, Berger PJ, Freeman AE. Factors affecting milk yield and reproductive performance. *J Dairy Sci* 1982;65:1004-1015.

1. Laing JA, Heap RB. The concentration of progesterone in milk of cows during the reproductive cycle. *Br Vet J* 1971;127:xix.
2. Lamming GE, Bulman DC. The use of milk progesterone radioimmunoassay in the diagnosis and treatment of subfertility in dairy cows. *Br Vet J* 1976;132:507-511.
33. Langley OH, Sherington J. Effect of body condition score at calving on subsequent reproductive performance. *Animal Production*. Report form Dunsinea, Moorepark and Western Research Centres. Research Report 1982. Dublin Irish Republic 1983;59pp.
84. Larson LL, Ball PJH. Regulation of estrous cycles in dairy cattle: a review. *Theriogenology* 1992;38:255-267.
85. Lauderdale JW, Mcallister JF, Kratzer DD, Moody EL. Use of prostaglandin F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) in cattle breeding. *Acta Vet Scand (Suppl)* 1981;77:181-191.
86. Lopez-Gatius F, Labernia J, Santolaria P, Lopez-Bejar M, Rutllant J. Effect of reproductive disorders previous to conception on pregnancy attrition in dairy cows. *Theriogenology*. 1996;46:643-648.
87. Louca A, Legates JE. Production losses in dairy cattle due to days open. *J Dairy Sci* 1976;51:573-583.
88. Lucy M, Stevenson JS, Call EP. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F<sub>2α</sub>, gonadotropin-releasing hormone, and timed insemination. *J Dairy Sci* 1986;69:2186-2194.
89. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, de la Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci* 1992b;70:3615-3626.

90. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW. Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin  $F_{2\alpha}$ , luteinizing hormone, and follicular growth. *J. Dairy Sci.* 1991b;74:483-489.
91. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 1991a;74:473-482.
92. Lucy MC, Thatcher WW, Staples CR. Postpartum function: nutritional and physiological interactions. En: *Large Dairy Herd Management*. Ed. By H.H. Van Horn & C.J. Wilcox. ASDA 309 West Clark St. Champaign, IL 61820 USA. 1992a;135-145.
93. Lussier JG, Matton P, Difour JJ. Growth rates of follicles in the ovary of the cow. *J Reprod Fert* 1987;81:301-307.
94. Macmillan KL, Curnow RJ, Morris GR. Oestrus synchronization with a prostaglandin analogue: 1. Systems in lactating dairy cattle. *New Zealand Vet J* 1977;25:366-372.
95. Macmillan KL, Curnow WR, Morris GR. Oestrus synchronization with a prostaglandin analogue: 2. Systems in maiden heifers. *New Zealand Vet J* 1978;26:96-98.
96. Macmillan KL, Henderson HV. Analyses of the variation in the interval from an injection of prostaglandin  $F_{2\alpha}$  to oestrus as a method of studying patterns of follicle development during dioestrus in dairy cows. *Anim Reprod* 1984;6:245-254.
97. Macmillan KL, Peterson AJ. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for oestrous synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Anim Reprod Sci* 1993;33:1-25.
98. Macmillan KL, Thatcher WW. Effect of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicle in cattle. *Biol Reprod* 1991;45:883-889.

99. Malven PV. Pathophysiology of the puerperium: definition of the problem. 10<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod & AI 1984;III.1-8.
100. Marion GB, Gier HT. Factors affecting bovine ovarian activity after parturition. J Anim Sci 1968;27:1621-1627.
101. McDougall S, Macmillan KL, Williamson NB. Effect of stocking rate and breed on calving to first ovulation and oestrus in pasture fed dairy cows. Proc 12<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod & AI 1992;1:72.
102. Medrano EA, Hernandez O, Lamothe C, Galina CS. Evidence of asynchrony in the onset of signs of oestrus in zebu cattle treated with a progestogen ear implant. Res Vet Sci 1996;60:51-54.
103. Morow DA, Roberts SJ, McEntee K. Postpartum ovarian activity and involution of the uterus and cervix in dairy cattle. I. Ovarian activity. II. Involution of the uterus. III Days nongravid and services per conception. Cornell Vet 1969;59:173-189; 190-209.
104. Nalbandov AV. Reproductive physiology of mammals and birds. 3ra. Ed. W.H. Freeman & Co. San Francisco, USA. 1976 334 pp.
105. Nebel RL, Bame JH, McGilliard ML, Zapp LM, Hites MJ, Lee KW, Mihran RT. Radiotelemetered measures of mounting activity for detection of estrus in lactating dairy cows. J Dairy Sci 1992;75:Suppl 1,242.
106. Nebel RL, McGilliard ML. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. J Dairy Sci 1993;76:3257-3268.
107. Oltenacu PA, Britt JH, Braun RK, Mellenberger RW. Relationships among type of parturition, type of discharge from genital tract, involution of cervix, and subsequent reproductive performance in Holstein cows. J Dairy Sci 1983;66:612-619.

108. Oltner R, Edqvist LE. Progesterone in defatted milk: its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. *Br Vet J* 1981;137:78-87.
109. Orihuela A, Galina CS, Duchateau A. The efficacy of estrus detection and fertility following synchronization with PGF<sub>2</sub>alpha or SynchroMate-B in zebu cattle. *Theriogenology* 1989;32:745-753.
110. Oxenreider SL, Wagner WC. Effect of lactation and energy intake on postpartum ovarian activity in the cow. *J Anim Sci* 1971;33:1026-1031.
111. Patterson DJ, Kiracofe GH, Stevenson JS, Corah LR. Control of the bovine estrous cycle with melengestrol acetate (MGA): a review. *J Anim Sci* 1989;67:1985-1906.
112. Pennington JA, Albright JL, Callahan CJ. Relationships of sexual activities in estrous cows to different frequencies of observation and pedometer measurements. *J Dairy Sci* 1986;69:2925-2934.
113. Pierson RA, Ginther OJ. Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers. *Theriogenology*. 1987;28:929-936.
114. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonography of the bovine ovary. *Theriogenology*. 1984;21:495-504.
115. Pieterse MC, Taverne MAM, Kruif TAM, Willems AH. 1990 Detection of Corpora Lutea and Follicles in Cows: a Comparison of Transvaginal Ultrasonography and Rectal Palpation. *Vet. Rec.* 126:552-554.
116. Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF<sub>2</sub>alpha and GnRH. *Theriogenology* 1995;44:915-923.



117. Rajamehendran R, Taylor C. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profiles. *Anim Reprod Sci* 1990;22:171-180.
118. Reimers TJ, Smith RD, Newman SK. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the Northeastern United States. *J Dairy Sci* 1985;68:963-972.
119. Revah I, Butler WR. Prolonged dominance of follicles reduced variability of bovine oocytes. *J Reprod Fertil* 1996;106:39-47.
120. Ribadu AY, Ward WR, Dobson H. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet Rec* 1994;135:452-457.
121. Risco CA, Drost M, Thatcher WW, Savio J, Thatcher MJ. Effects of calving-related disorders on prostaglandin, calcium, ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 1994;42:183-203.
122. Robertson HA, Sarda IR. A very early pregnancy test for mammals: its applications to the cow, ewe and sow. *J Endocrinol* 1971;49:407-419.
123. Robertson HA. Sequential changes in plasma progesterone in the cow during the estrous cycle, pregnancy, at parturition and postpartum. *Can J Anim Sci* 1972;52:645-658.
124. Roche JF, Crowe MA, Boland MP. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. *Anim Reprod Sci* 1992;28:371-378.
125. Rosenberg M, Kaim M, Herz Z, Folmam Y. Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. 1. Effects on plasma progesterone and manifestation of estrus. *J Dairy Sci* 1990;73:2807-2816.
126. Rounsaville TR, Oltenacu PA, Milligan RA, Foote RH. Effects of heat detection, conception rate and culling policy on reproductive performance in dairy herds. *J Dairy Sci* 1979;62:1435-1442.

127. Savio JD, Boland MP, Hynes N, Roche JF. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J Reprod Fert* 1990a;88:569-579.
128. Savio JD, Boland MP, Roche JF. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *J Reprod Fert* 1990b;88:581-591.
129. Schams D, Schallembarger E, Menzer C, Stangl J, Zottmeier K, Hoffmann B, Karg H. Profiles of LH, FSH and progesterone in postpartum dairy cows and their relationship to the commencement of cyclic functions. *Theriogenology* 1978;10:453-468.
130. Schiavo JJ, Matuszczak RL, Oltenacu EB, Foote RH. Milk Progesterone in postpartum and pregnant cows as a monitor of reproductive status. *J Dairy Sci* 1975;58:1713-1716.
131. Schmitt EJ-P, Drost M, Diaz T, Roomes C, Thatcher WW. Effect of a Gonadotropin-Releasing Hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *J Anim Sci* 1996;74:154-161.
132. Schmitt EJ-P, Diaz TC, Drost M, Thatcher WW. Use of a GnRH agonist for a timed insemination protocol. *J Anim Sci* 72 (Suppl 1) 1994b:292. [Abstr.]
133. Schmitt EJ-P, Drost M, Diaz TC, Roomes C, Thatcher WW. Effect of a GnRH agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *J Anim Sci* 72 (Suppl. 1) 1994b;230. [Abstr.]
134. Schopper D, Schemer R, Weiler U, Claus R. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. *Reprod in Domestic Anim* 1993;28:225-235.
135. Senatore EM, Butler RW, Oltenacu PA. Relationships between energy balance and post-partum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim Sci* 1996;62:17-23.
136. Senger PL. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci* 1994;77:2745-2753.

37. Silva E, Galina CS, Porras AA, Galina MA. Evaluación de la actividad ovárica por medio de la palpación rectal, observación de calores y niveles de progesterona en vacas lecheras explotadas en el trópico seco. *Cienc Vet (Costa Rica)* 1992;14:5-11.
138. Sirois J, Fortune JE. Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicle dominance. *Endocrinology* 1990;127:916-925.
139. Slama H, Zaiem B, Chemli J, Tainturier D. Resumption of ovarian activity during the postpartum period in dairy cows. *Revue de Med Vet* 1996;147:453-456.
140. Smalley SA. Management problems of large dairies. *Vet Clin North Am: Large Anim Pract* 1981;3:289-305.
141. Smith JF. Oestrus synchronization in beef cattle: a review. *Proc New Zealand Soc of Anim Prod* 1977;37:120-121.
142. Smith JF. Techniques of administering progestagens for oestrus synchronization in cattle. *Proc New Zealand Soc Anim Prod* 1978;38:145-146.
143. Spielman A, Jones IR. The reproductive efficiency of dairy cattle. *J Dairy Sci* 1939;22:329-334.
144. Sprecher DJ, Nebel RL, Whitman SS. The predictive value, sensitivity and specificity of palpation per rectum and transrectal ultrasonography for the determination of bovine luteal status. *Theriogenology*. 1989;31:1165-1173.
145. Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 1990;73:938-947.

46. Stevenson JS, Britt JH. Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *J Anim Sci* 1979;48:570-577.
147. Stevenson JS, Mee MO, Stewart RE. Conception rates and calving intervals after prostaglandin  $F_{2\alpha}$  or prebreeding progesterone in dairy cows. *J Dairy Sci* 1989;72:208-218.
148. Stevenson JS, Schmidt MK, Call EP. Stage of estrous cycle, time of insemination, and seasonal effects on estrus and fertility of Holstein heifers after prostaglandin  $F_{2\alpha}$ . *J Dairy Sci* 1984;67:1798-1805.
149. Tanabe TY, Hann RC. Synchronized estrus and subsequent conception in dairy heifers treated with prostaglandin  $F_{2\alpha}$ . I. Influence of stage of cycle at treatment. *J Anim Sci* 1984;58:805-811.
150. Tennant B, Kendrick JW, Peddicord RG. Uterine involution and ovarian function in the postpartum cow. A retrospective analysis of 2,338 genital organ examinations. *Cornell Vet* 1967;57:543-557.
151. Thatcher WW, Macmillan KL, Hansen PJ, Drost M. Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology* 1989;31:149-164.
152. Thatcher WW, Schmitt EP, de la Sota RL, Burke J, Risco C, Staples CR, Drost M. Dinámica y control del desarrollo folicular y luteal en bovinos para optimizar la fertilidad. XXIII Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay. 1995;C:1-17.
153. Thatcher WW, Wilcox CJ. postpartum estrus as an indicator of reproductive status in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1973;56:608-610.

154. Twagiamungu H, Guibault LA, Dufour JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J Anim Sci* 1995;73:3141-3151.
155. Vaca LA, Galina C, Fernandez-Baca S, Escobar J, Ramirez B. Progesterone levels and relationship with the diagnosis of a corpus luteum by rectal palpation during the estrous cycle in zebu cows. *Theriogenology* 1983;20:67-76.
156. Wagner WC, Hansel W. Reproductive physiology of the post partum cow. I. Clinical and histological findings. *J Reprod Fert* 1969;18:493-500.
157. Waltner SS, Mcnamara JP, Hillers JK. Relationship of body condition score to production variables in high producing holstein dairy cattle. *J Dairy Sci* 1993;76:3410-3419.
158. Watson ED, Munro CD. A reassessment of the technique of rectal palpation of corpora lutea in cows. *Br Vet J* 1980;136:555-560.
159. Webb R, Lamming GE, Haynes NB, Foxcroft GR. Plasma progesterone and gonadotrophin concentrations and ovarian activity in post-partum dairy cows. *J Reprod Fertil* 1908;59:133-143.
160. Whitmore HL, Tyler WJ, Casida LE. Effect of early post-partum breeding in dairy cattle. *J Anim Sci* 1974;336-346.
161. Whittier WD, Gwazdauskas FC, McGilliard ML. Prostaglandin F<sub>2α</sub> usage in a dairy reproduction program for treatment of unobserved estrus, pyometra and ovarian luteal cysts. *Theriogenology* 1989;32:693-704.
162. Williams WL. A standard for measuring the reproductive and dairying efficiency of cattle. *Cornell Vet* 1919;9:204-213.

163. Williamson NB, Morris KS, Blood DC, Cannon CM, Wright PG. A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in large comercial dairy herds. II Oestrus signs and behaviour patterns. *Vet Rec* 1972;91: 50-58.
164. Wolfenson D, Thatcher WW, Savio JD, Badinga L, Lucy MC. The effect of a GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating cyclic dairy cows. *Theriogenology* 1994;42:633-644.
165. Zarco LA. 1990 Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet Mex* 1994;3:235-240.

## EXPERIMENTO 1

### **Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto Determinada por Progesterona en Leche y Ultrasonografía y su Efecto en la Eficiencia Reproductiva de Vacas Holstein en Pastoreo en Condiciones de Uruguay**

*Cavestany D., Galina C.S., Viñoles C.*

#### INTRODUCCION

Para lograr un intervalo entre partos de un año, las vacas deben quedar gestantes antes de los 90 días de paridas, por lo que un pronto restablecimiento de la actividad ovárica normal es indispensable para maximizar la eficiencia reproductiva (Thatcher & Wilcox, 1973; Butler & Smith, 1989). Esto implica la ocurrencia de por lo menos una ovulación seguida de un diestro de duración normal (Malven, 1984).

En sistemas de producción con pariciones continuas los animales son servidos durante todo el año, no existiendo un período de servicios establecido. En estas condiciones el porcentaje de preñez, definida como el porcentaje de detección de celos por el porcentaje de concepción en un período de 21 días a partir del inicio de los servicios (Burke *et al*, 1996), es difícil de cuantificar por las propias características del sistema. En esquemas con partos estacionales y períodos de servicios cortos, la evaluación temprana del porcentaje de animales servidos y/o preñados a los 21 días de comenzada la época de inseminación adquiere mayor importancia (Grosshans *et al*, 1997), ya que permite el diagnóstico e implementación de medidas correctivas a tiempo antes de la finalización de la época de servicios.

El desarrollo de la técnica para determinar progesterona en leche (Laing & Heap, 1971), ha permitido estudiar el reinicio de la actividad ovárica posparto (**AOPP**) (Stevenson & Britt, 1979; Foote *et al*, 1979; Bulman & Wood, 1980), así como las características de la misma (Lamming & Bulman, 1976). La información más importante que puede ser obtenida por este análisis es el porcentaje de vacas con perfiles normales de progesterona a un momento dado del posparto, lo que permite implementar tratamientos a vacas problema. Bulman & Lamming, (1978) en uno de los primeros trabajos utilizando esta metodología, encontraron bajas tasas de concepción asociadas a perfiles irregulares de progesterona. Bloomfield *et al* (1986) evaluaron las características de las concentraciones de progesterona a partir del parto y hasta la concepción encontrando que en condiciones pastoriles, a los 60 días posparto (**DPP**) el 94% de los animales habían comenzado la actividad cíclica. Asimismo, demostraron que el reinicio de la **AOPP** estaba precedido de cortos períodos de secreción de progesterona, y el primer ciclo era más variable en longitud que los siguientes. Otros estudios compararon la relación entre ovulaciones y sintomatología de celo durante el posparto (Schopper *et al*, 1993), encontrando que 42% de las ovulaciones no están acompañadas de manifestaciones de celo, y en el 95% de los casos el celo anovulatorio era el primero luego del parto.

La actividad ovárica posparto también ha sido estudiada por medio de ultrasonografía (**US**) (Pierson & Ginther, 1984), y la eficiencia de este método ha sido comparada con la palpación rectal (Pieterse *et al*, 1990) y con la determinación de progesterona (Ribadu *et al*, 1994; Gutierrez *et al*, 1996). Estas investigaciones han concluido que si bien la **US** permite la detección de folículos mayores de 10 mm con una precisión del 95%, la precisión de la determinación de un cuerpo lúteo (**CL**) funcional es del 83%.

Los objetivos de este trabajo fueron:



1. Caracterizar el reinicio de la actividad ovárica posparto hasta el momento de la primera inseminación en vacas adultas y vaquillas de primer parto por medio de determinación de progesterona en leche y ultrasonografía ovárica.
2. Evaluar la relación entre la actividad ovárica previa al primer servicio, la eficiencia de la detección de celos (**EDC**) y el porcentaje de preñez (**PR**).
3. Comparar la precisión del **US** con los valores de progesterona para identificar estructuras ováricas en las diferentes fases del ciclo estral.

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Animales**

Al comienzo de la época de parición de otoño de 1996 (rango 12 de febrero al 18 de abril), se seleccionaron las primeras 84 vacas Holstein con parto normal (43 vacas multíparas y 41 primíparas). Se realizó un examen ginecológico a todos los animales a los 20 días del parto y se comenzaron los estudios ultrasonográficos en aquellos con puerperio normal. La distribución de partos de las primíparas se restringió a los meses de febrero (41.5%) y marzo (58.5%). La distribución de partos de las multíparas fue de 5% en febrero, 70% en marzo y 25% en abril a consecuencia de un intervalo entre partos mayor a 12 meses. El período experimental para cada animal comprendió desde el parto hasta el primer servicio.

### **Registros Productivos**

Se registró el peso y la condición corporal al parto y luego semanalmente desde los 20 días posparto (**DPP**) hasta el primer servicio. La producción de leche se midió semanalmente.

#### **Determinación de Estructuras Ováricas por Ultrasonografía (US) y Progesterona en Leche (P4).**

Desde los 10 **DPP** y hasta el primer servicio, se tomaron muestras de leche (2 por semana, lunes y jueves) para determinar niveles de progesterona, éstas fueron colectadas al final del ordeño en tubos de plástico de 10 cc con una pastilla conteniendo 0.1 g de azida de sodio. Las muestras fueron mantenidas refrigeradas en la finca y transportadas semanalmente al Laboratorio de Radioinmunoanálisis de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Uruguay, donde fueron centrifugadas en refrigeración y la fracción libre de grasa almacenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis. El período entre la extracción de la muestra y la centrifugación no excedió nunca los 10 días (6 días de promedio).

La determinación de progesterona se realizó por radioinmunoanálisis (**RIA**) de fase sólida utilizando  $\text{I}^{125}$ . El coeficiente de variación intra-ensayo para muestras con valores inferiores a 1 nmol/L fue de 8.2% y para muestras con niveles superiores a 1 nmol/L de 9.8%. El coeficiente de variación inter-ensayo fue de 11.7%, y del 4.5% para muestras con valores inferiores o superiores a 1 nmol/L respectivamente.

A partir de los 20 **DPP** se comenzó a realizar ultrasonografía de los ovarios 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes) para determinar la presencia o no de un cuerpo lúteo y el diámetro del folículo de mayor tamaño. Se utilizó un equipo Aloka SSD 500 con un transductor rectal de 7.5 MHz.

Las características de la actividad ovárica posparto se determinaron a partir de los valores

obtenidos de progesterona en leche y los datos de la ultrasonografía y esta información se utilizó para la construcción de los ciclos estrales. Para esto, se estableció la ovulación cuando un valor de progesterona inferior a 1 nmol/L era seguido de por lo menos 2 muestras superiores a 1 nmol/L. Los ciclos se clasificaron en cortos (menos de 17 días) o normales (de 17 a 24 días) de acuerdo a su longitud (no se encontraron ciclos de más de 24 días en ese período). Se registró también el número de ciclos que tuvo cada animal previo al primer servicio.

Posteriormente se analizó la precisión del US para determinar las estructuras ováricas. De este modo se establecieron dos tipos de errores, el del Tipo 1, en el cual por US se registraba la presencia de un cuerpo lúteo pero no se correspondía con niveles de progesterona altos y el Tipo 2 en el cual las muestras de leche tenían niveles altos de progesterona, pero al US no se había detectado la presencia de un cuerpo lúteo.

## **Registros Reproductivos**

La detección de celos fue hecha por apreciación visual dos veces por día cuando los animales eran traídos al ordeño, con el único criterio que la vaca en estro es la que permite ser montada. Se registraron además todos los servicios y el resultado del diagnóstico de gestación por palpación rectal a los 45-60 días luego del servicio.

El período de servicios comenzó el 20 de mayo, de acuerdo al sistema empleado en la finca, cuando casi todos los animales tenían más de 40 días posparto. Esta información fue utilizada para calcular los intervalos del parto al primer celo observado, primer servicio y concepción.

## **Definición de Términos Empleados**

### **Eficiencia de la Detección de Celo (EDC)**

*Porcentaje de animales detectados en celo e inseminados en los primeros 21 días del inicio de la época de servicios sobre el total de animales ofrecidos al comienzo del servicio.*

### **Porcentaje de Preñez (PR)**

*Porcentaje de animales preñados en un período de 21 días sobre el total de animales ofrecidas al comienzo del servicio*

## **Análisis Estadístico**

Para el estudio de las variables discretas (porcentaje de concepción, concepción al primer servicio) se realizaron pruebas de Chi cuadrado (Tablas de Contingencia).

La eficiencia del servicio (**EDC**) y la eficiencia reproductiva (**PR**) se evaluaron utilizando el procedimiento CATMOD y regresión logística con relación de probabilidades (“Odds Ratio”) (SAS v.6.11, 1995). A tales efectos los animales se clasificaron de acuerdo a: lactancia (primíparas o multíparas), cantidad de ciclos previos al servicio (1 o más de 1) y características del ciclo previo a la inseminación (corto o normal).

Otros parámetros reproductivos (intervalos a primera ovulación, primer celo y primer servicio), se analizaron empleando un método de mínimos cuadrados para datos no balanceados (SAS, v 6.11, 1995), de acuerdo al siguiente modelo lineal:

$$y_{i...n} = \mu + a...n_{i...n} + \varepsilon_{i...n}$$

donde:

$y_{i...n}$ : Variables reproductivas a estudiar (intervalos parto a primera ovulación, a primer celo, a primer servicio y a concepción).

$\mu$ : media general

$a...n_{i...n}$ : variables que se ajusten al modelo, seleccionadas de las siguientes variables independientes:

Edad (múltipara o primípara); peso al parto (P1); peso corporal a las 3 semanas posparto (P2); diferencia entre P2 y P1; condición corporal al parto (C1); condición corporal a las 3 semanas posparto (C2); diferencia entre C2 y C1 y producción de leche (promedio mensual y producción acumulada de las 5 primeras semanas posparto).

$\varepsilon_{i...n}$  = error aleatorio

La comparación entre medias se realizó por el método de LSD al 5% de probabilidad.

## **RESULTADOS**

### **Parámetros Reproductivos y Factores que los Afectan**

En el Cuadro 1 se resumen los principales parámetros reproductivos de los animales en el estudio. Como puede observarse no existieron diferencias entre vacas y vaquillas ( $P>0.1$ ) en el intervalo a la primera ovulación, como tampoco fue diferente ( $P>0.1$ ) el intervalo del parto al primer celo observado. El intervalo al primer servicio fue más largo ( $P<0.05$ ) en vaquillas de primer parto, pero esto fue debido a un mayor período de espera voluntario, pues las vaquillas parieron primero en la época de partos. A pesar de este mayor intervalo al primer servicio, no existieron diferencias ( $P>0.1$ ) en el intervalo a la concepción. La causa de esto fue una mayor diferencia en el intervalo desde el primer servicio a la concepción en vacas que en vaquillas (41 días vs. 18 días,  $P<0.01$ ) y un más bajo porcentaje de concepción al primer servicio para vacas que para vaquillas ( $P=0.06$ ).

Cuadro 1: Promedios de Mínimos Cuadrados para los Intervalos Parto a Ovulación, Celos Observados, Servicio y Concepción para Vacas Multíparas y Vaquillas de Primer Parto y Porcentaje de Concepción al Primer Servicio

PARAMETRO	VACAS	VAQUILLAS
DÍAS PARTO A 1 <sup>ra</sup> OVULACION	4.3±5.1 <sup>a</sup>	35.5±4.7 <sup>a</sup>
DÍAS PARTO A 1 <sup>er</sup> CELO	71.1±8.8 <sup>a</sup>	88.8±8.3 <sup>a</sup>
DÍAS PARTO A 1 <sup>er</sup> SERVICIO	89.9±6.6 <sup>a</sup>	111.9±6.1 <sup>b</sup>
DÍAS PARTO A CONCEPCION	125.5±9.4 <sup>a</sup>	125.6±8.6 <sup>a</sup>
CONCEPCION 1 <sup>er</sup> SERVICIO (%)	32.6 <sup>c</sup>	53.7 <sup>d</sup>

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras entre filas difieren ( $P < 0.05$ )

<sup>c,d</sup>:  $\chi^2_{1=3.68}$  ( $P=0.06$ )

Para evaluar qué factores afectaron los parámetros reproductivos se examinó el efecto del peso y la condición corporal al parto y la producción de leche promedio de las 5 primeras semanas (Cuadros 2, 3 y 4). El Cuadro 2 muestra el efecto del peso corporal y los animales que llegaron al parto con un peso inferior a 400 kg. tuvieron un período de anestro **PP** más prolongado ( $P < 0.01$ ). Al análisis estadístico no se encontró interacción significativa ( $P > 0.1$ ) entre peso al parto y número de lactancia, por lo que en la prolongación del reinicio de la **AOPP** no existió un efecto confundido de número de lactancia. Estos animales tuvieron un intervalo al primer celo algo más largo que el resto ( $P < 0.1$ ) así como al primer servicio ( $P = 0.11$ ). El menor intervalo a la concepción en esta categoría, fue debido a animales en este grupo que no resultaron gestantes. Ni el peso a las tres semanas **PP** ni la diferencia con respecto al parto afectaron el comportamiento reproductivo.

Cuadro 2. Efecto del Peso Corporal al Parto sobre el Intervalo a Primera Ovulación, Primer Celso Observado, Primer Servicio y Concepción

<b>PESO CORPORAL</b>	<b>N</b>	<b>OVULACIÓN</b>	<b>CELO</b>	<b>IPS<sup>1</sup></b>	<b>IPC<sup>2</sup></b>
≤ 400	10	57.7±12.1 <sup>a</sup>	97.4±20.4 <sup>a</sup>	118.4±15.1 <sup>c</sup>	108.7±21.8 <sup>a</sup>
450	19	27.6±6.8 <sup>b</sup>	81.3±12.2 <sup>a</sup>	95.3±9.0 <sup>d</sup>	121.7±135. <sup>a</sup>
500	27	25.2±6.6 <sup>b</sup>	70.7±11.9 <sup>a</sup>	90.4±8.8 <sup>d</sup>	135.2±12.5 <sup>a</sup>
≥ 550	23	29.1±7.1 <sup>b</sup>	70.5±13.0 <sup>a</sup>	99.5±9.6 <sup>d</sup>	136.9±14.2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>: IPS = Intervalo Parto a Primer Servicio

<sup>2</sup>: IPC = Intervalo Parto a Concepción

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras entre columnas difieren ( $P < 0.01$ )

<sup>c,d</sup>: Diferentes letras entre columnas difieren  $P = 0.11$

En contraste, la condición corporal al parto no reflejó un importante efecto en los parámetros reproductivos evaluados excepto que animales en la más pobre condición tardaron algo más en ser inseminados por primera vez. Tampoco se registró un efecto de la condición corporal a las tres semanas **PP** ni la diferencia entre ésta y la condición al parto.

Cuadro 3. Efecto de la Condición Corporal al Parto sobre los Intervalos a Primera Ovulación, Primer Celos Observado, Primer Servicio y Concepción

CONDICIÓN CORPORAL	n	OVULACIÓN	CELO	IPS <sup>1</sup>	IPC <sup>2</sup>
1.5	14	34.5±7.7 <sup>a</sup>	81.6±12.9 <sup>a</sup>	110.2±9.6 <sup>a</sup>	138.9±14.2 <sup>a</sup>
2.0	25	40.9±5.4 <sup>a</sup>	72.9±9.8 <sup>a</sup>	92.8±7.2 <sup>a</sup>	111.5±9.9 <sup>a</sup>
2.5	24	33.0±5.8 <sup>a</sup>	77.4±9.9 <sup>a</sup>	98.2±7.3 <sup>a</sup>	118.8±10.2 <sup>a</sup>
3.0	17	31.1±6.6 <sup>a</sup>	87.9±11.8 <sup>a</sup>	102.6±8.7 <sup>a</sup>	132.9±12.2 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>: IPS = Intervalo Parto a Primer Servicio

<sup>2</sup>: IPC = Intervalo Parto a Concepción

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras entre columnas difieren ( $P < 0.01$ )

Como se presenta en el Cuadro 4, no se registraron diferencias estadísticas entre la producción de leche y la duración del anestro posparto, aunque hubo una tendencia ligeramente significativa ( $P=0.13$ ) de los animales con menor producción a tener un intervalo parto a



concepción más prolongado. La producción de leche acumulada de las 5 primeras semanas posparto no tuvo efecto en los parámetros reproductivos.

Cuadro 4. Efecto de la Producción Promedio de Leche en las Primeras 5 Semanas Posparto sobre los Intervalos a Primera Ovulación, Primer Celo Observado, Primer Servicio y Concepción

PROD. LECHE	N	OVULACIÓN	CELO	IPS <sup>1</sup>	IPC <sup>2</sup>
≤ 20 lts.	20	41.4±7.8 <sup>a</sup>	79.5±13.8 <sup>a</sup>	99.3±10.2 <sup>a</sup>	149.6±15.0 <sup>b</sup>
20-25 lts.	46	31.1±5.6 <sup>a</sup>	80.4±10.0 <sup>a</sup>	101.8±7.4 <sup>a</sup>	115.5±11.0 <sup>c</sup>
≥ 25 lts.	18	23.1±9.9 <sup>a</sup>	80.0±17.7 <sup>a</sup>	101.6±13.1 <sup>a</sup>	111.6±19.3 <sup>c</sup>

<sup>1</sup>: IPS = Intervalo Parto a Primer Servicio

<sup>2</sup>: IPC = Intervalo Parto a Concepción

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras entre columnas difieren (P < 0.01)

<sup>b,c</sup>: Diferentes letras difieren P = 0.13

### **Evolución del Peso, Condición Corporal y Producción de Leche**

Luego del parto, se produjo una disminución del peso y la condición corporal, que no se recuperó durante los 4 meses siguientes. La producción de leche siguió un patrón inverso con un pico máximo hacia la tercer semana en vacas y la sexta en vaquillas, comenzando luego a descender gradualmente. En la Figura 1 se muestra la relación entre la producción de leche y la evolución del peso corporal para primíparas y múltiparas.

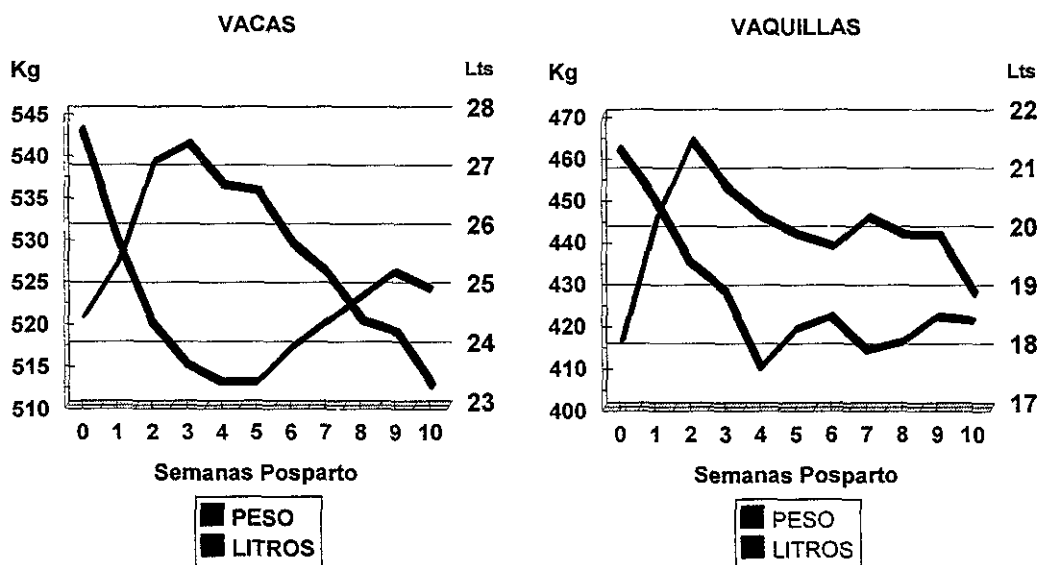


Figura 1. Relación entre la producción de leche y la evolución del peso corporal en las primeras 12 semanas luego del parto. Vacas multíparas y vaquillas de primer parto.

En las vaquillas el peso corporal descendió hacia la cuarta semana posparto y la producción de leche aumentó para llegar a un máximo en la tercer semana posparto, para luego comenzar a descender al tiempo que el peso corporal aumentó, aunque de una manera más gradual. En el caso de las vacas adultas, el peso corporal comenzó a aumentar a partir de la quinta semana posparto, con un incremento más marcado que en las primíparas. En vaquillas, la caída en el peso corporal fue más gradual, así como el posterior aumento. Como se aprecia en la figura, la diferencia entre el máximo de producción de leche y el mínimo de peso corporal fue más pronunciado en vacas adultas que en vaquillas.

### Características del Reinicio de la Actividad Ovárica

Como se presentó en el Cuadro 1, la actividad ovárica comenzó temprano luego del parto y el 63.1% de los animales registraron por lo menos una ovulación en los primeros 30 **DPP**. A los 60 **DPP** 86.9% de la población ya habían mostrado actividad ovárica y el 95% de la población reinició la actividad a los 100 **DPP**. En ninguno de los casos se registraron diferencias entre vacas multíparas y vaquillas de primer parto.

Durante el período experimental se contabilizaron un total de 281 ciclos estrales determinados por los perfiles de progesterona. Estos se distribuyeron, en el período posparto, de la siguiente manera:

- **0 a 30 días PP: 27.8%**
- **31 a 60 días PP: 39.8%**
- **Más de 60 días PP: 32.4%**

Una vez elaborados los ciclos estrales y los efectos de analizar sus características éstos se clasificaron en normales (17 a 24 días) y cortos (menos de 17 días). La distribución de los mismos de acuerdo a los **DPP** se muestra en la Figura 2.

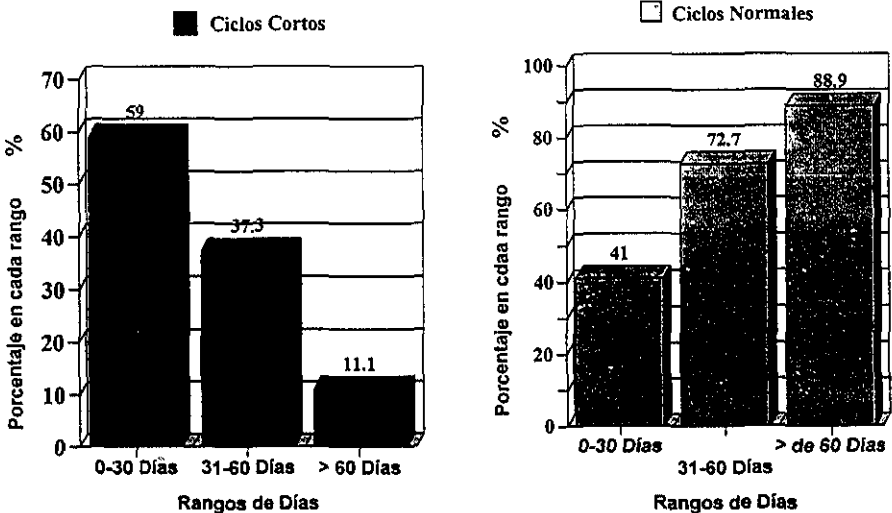


Figura 2. Porcentaje de Ciclos Estrales Cortos y Normales de Acuerdo a distintos días posparto.

Como se aprecia en la figura, la actividad ovárica fue normalizándose a medida que aumentaban los **DPP**, lo cual está reflejado por una gradual disminución del porcentaje de ciclos cortos y acompañado de un aumento de los ciclos normales. Dentro de cada período, las características de los ciclos no difirieron de acuerdo a las categorías de animales (multíparas o primíparas). El 94.4% de los ciclos cortos no fueron precedidos de sintomatología de celo y por lo tanto no fueron detectados.

Del total de los 281 ciclos (normales y cortos) registrados, solamente 134 (47.6%) fueron acompañados de síntomas de estro (celos observados o conductuales) y esta característica fue diferente en vacas y vaquillas. En la Figura 3 se puede apreciar que, conforme aumentaron los **DPP**, las ovulaciones se acompañaron en mayor porcentaje de síntomas de celo.

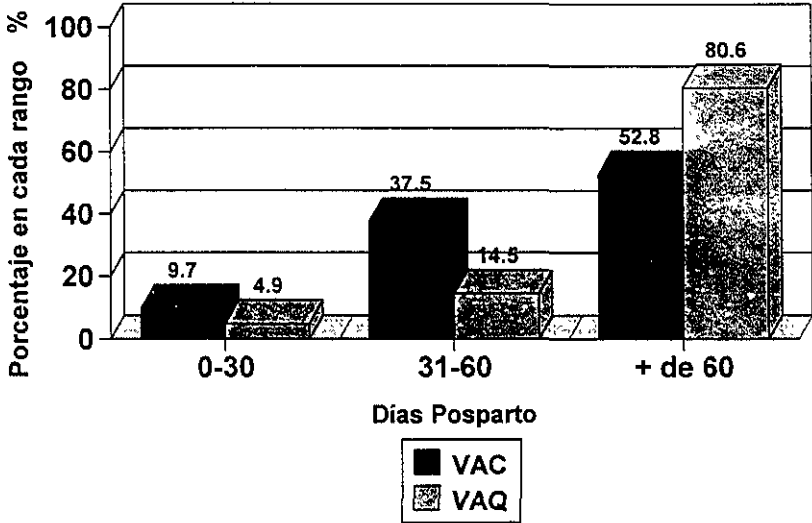


Figura 3: Porcentaje de Calores Observados de Acuerdo a los Días Posparto y Categoría de Animales. En los intervalos 31-60 Días y + de 60 Días **PP**, la Diferencia entre Vacas y Vaquillas fue Significativa ( $\chi^2= 8.38, P<0.05$ )

Las multíparas manifestaron mayor porcentaje de celos dentro de los primeros 60 **DPP** que las primíparas (47.2% vs. 19.4%,  $P<0.05$ ). El período experimental se extendió hasta el primer servicio, y éste intervalo fue menor para vacas (84 días) que para vaquillas (108 días); por este motivo, se registró una mayor cantidad de celos en vaquillas luego de los 60 **DPP**.

### **Efecto de las Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto en la Eficiencia de la Detección de celos (EDC) y en el Porcentaje de Preñez (PR)**

Un 61.9% de los animales fueron inseminados en los primeros 21 días de comienzo del período de servicios. La **PR** fue de 26.2% lo que representa un 42.3% de concepción al primer servicio ( $(PR/EDC)*100$ ).

El porcentaje de vacas multíparas servidas en los primeros 21 días fue de 65.1% y el de vaquillas 58.5% ( $P<0.05$ ). La eficiencia reproductiva fue menor en vacas (18.6%) que en vaquillas (34.1%) ( $P<0.05$ ).

La actividad ovárica previa al inicio del período de servicios afectó la eficiencia del servicio. Un 81% de los animales con dos o más ciclos previos al servicio fueron inseminados en 21 días, en contraposición a 19% de aquellos con uno o ningún ciclo previo. Además, si el ciclo anterior al servicio fue de duración normal, 62% de los animales fueron servidos en 21 días, mientras que si éste fue corto, solamente 38% de los animales fueron inseminados ( $P<0.05$ ).

De modo similar, el 91% de los animales gestados en los primeros 21 días tuvo 2 ó más ciclos previo a ese servicio; un 56% de los gestados tuvo un ciclo estral de duración normal previo al servicio.

La característica del ciclo previo y el número de ciclos anteriores al servicio se reflejó de manera similar en la **ES** y la **ER**. Sin embargo, como se muestra en la Figura 4, a pesar que más

vacas adultas fueron inseminadas en 21 días, un mayor porcentaje de vaquillas resultó gestante, lo que resultó en una mayor eficiencia reproductiva en esta categoría.

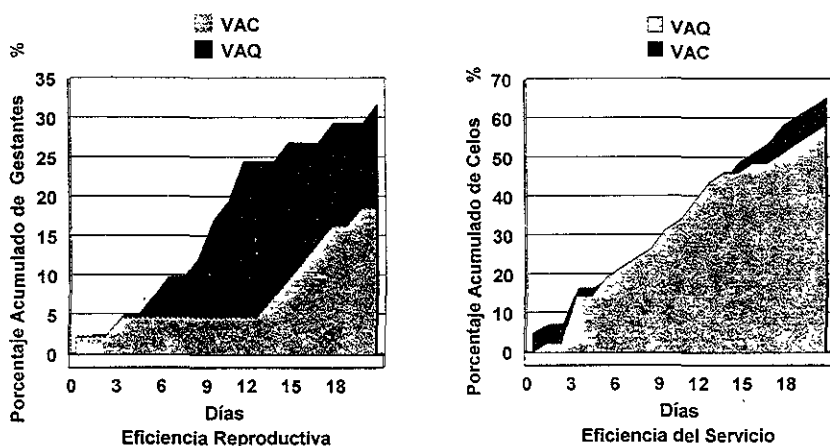


Figura 4. Porcentaje Acumulado de Animales Inseminados (Derecha) y Gestantes (Izquierda) en los primeros 21 Días de Comenzado el Servicio.

#### Determinación de Estructuras Ováricas por Ultrasonografía (US) y Progesterona en Leche (P4)

El porcentaje de Error Tipo 1 fue del 24% y ocurrió entre los días 18 a 24 luego de una ovulación, , al final de un ciclo o al comienzo de un ciclo siguiente. Este error fue debido a que por US se detectaba la presencia de un cuerpo lúteo, pero éste no correspondía a una estructura funcional evaluada por progesterona. El Error Tipo 2 se registró en un 8% y se debió a que muestras de leche que contenían niveles altos de progesterona no estaban relacionados a la observación de un CL por US. Su ocurrencia fue aleatoria a lo largo del ciclo estral, posiblemente debido a errores humanos en la interpretación de los hallazgos obtenidos.

## DISCUSION

### Parámetros Reproductivos y Factores que los Afectan

La actividad ovárica posparto (AOPP) se reinició a los 35 DPP en vacas adultas y en vaquillas de primer parto lo que coincide con otros trabajos con vacas en estabulación o semi-estabulación (Butler, *et al*, 1981, Fonseca *et al*, 1983, Eger *et al*, 1988, Ramahendran & Taylor, 1990, Senatore *et al*, 1996, Slama *et al*, 1996), en vacas en pasturas (Fagan & Roche, 1988, McDougall *et al*, 1995) y fue más corto que vacas Holstein en condiciones tropicales (Silva *et al*, 1992). No se registraron diferencias significativas entre vacas adultas y vaquillas de primer parto, en concordancia con los resultados de Rahamendran & Taylor (1990). Domecq *et al* (1997) encontraron un efecto de lactancia en estos parámetros, lo que no concuerda con los resultados de este estudio, quizás debido a que los animales no estaban sometidos a un estrés de producción tan marcado como en aquel. El hecho que en trabajos anteriores realizados en condiciones similares al presente se hayan encontrado diferencias entre ambas categorías de animales (Cavestany, 1995), posiblemente esté reflejando un efecto de la alimentación. Esto está relacionado a la disponibilidad y calidad de pasturas, que varían con las condiciones climáticas y que afecta la eficiencia reproductiva en sistemas de producción pastoriles. Serán necesarios en un futuro estudios a más largo plazo para confirmar esta hipótesis.

Se registró una diferencia significativa en el intervalo parto a primer servicio, lo cual fue debido a un factor de manejo. Las vaquillas normalmente paren primero y de forma más compacta en el período de pariciones, ya que el período de servicios de novillas comienza antes que el de las vacas en producción. Contrariamente a los resultados de Domecq *et al* (1997) las



vaquillas de primer parto tuvieron un intervalo menor desde el primer servicio a la concepción y un mayor porcentaje de preñez al primer servicio. Es posible que las vacas adultas, al producir más leche hayan estado sometidas a un mayor estrés y probablemente a un mayor balance energético negativo, pues la alimentación era la misma para ambas categorías. En esta situación, los folículos que comenzaron a desarrollarse en las primeras semanas posparto y destinados a ovular 40 días después pueden haber sido de inferior calidad y menor fertilidad (Britt, 1981).

Entre los factores que afectaron los parámetros reproductivos, resalta el peso al parto pero este efecto se registró solamente para aquellos animales con pesos inferiores a 400 kg. Al no haberse encontrado una interacción significativa entre peso al parto y número de lactancia, se puede afirmar que no hay un efecto confundido. Estos resultados concuerdan con los reportados por Senatore *et al* (1996), quienes encuentran que el intervalo del parto a la primera ovulación se reducía por un mayor peso corporal al parto. Staples *et al* (1990), describen que las vacas con un intervalo al primer servicio más prolongado fueron aquellas que ingirieron menos alimento, perdieron más peso corporal y por tanto se encontraban en un mayor balance energético negativo.

La diferencia, aunque no significativa, en el intervalo al primer servicio para los animales con condición corporal al parto menor a 2, concuerda con lo encontrado por Langley y Sherington (1983) quienes postulan que la condición corporal al parto afecta el intervalo a la primera ovulación y al primer celo detectado. No se encontraron diferencias entre la variación de la condición corporal al parto y a las 3 semanas siguientes, contrariamente a los hallazgos de Domecq *et al* (1997) donde un cambio entre la condición corporal al parto y la cuarta semana PP afectó el intervalo a la primera inseminación. Sin embargo, en las condiciones de ese estudio, había un período establecido de servicios y por lo tanto, el tiempo de espera voluntario fue más prolongado.

La producción de leche acumulada de las 5 semanas posparto no afectó el intervalo del parto al primer servicio (IPS), aunque hubo una tendencia de los animales con menor promedio diario de producción de leche a un mayor período de anestro posparto, lo que no concuerda con lo reportado por Dhaliwal *et al* (1996), pero los niveles de producción de ese estudio fueron muy superiores a los de este. Es posible también, que de acuerdo con lo encontrado por Staples *et al* (1990), estas vacas hayan comido menos y por lo tanto tenido un balance energético negativo mayor que el resto, lo que haya causado un anestro posparto más prolongado.

### **Evolución del Peso y Condición Corporal y Producción de Leche**

Si bien el estudio no fue diseñado para medir el balance energético, el mismo puede deducirse de la diferencia entre las curvas de producción de leche y de evolución del peso corporal (Figura 2). El pico de producción en vacas adultas fue de 27.4 L, mayor que en vaquillas, las cuales alcanzaron solamente 21.5 L y la caída del peso corporal fue más brusca aunque de menor magnitud en vacas (30 Kg, 5.8%) que en vaquillas (52 Kg, 12.7%). La diferencia entre ambas curvas fue mayor en vacas que en vaquillonas posiblemente debido a que las vacas adultas sufrieron durante las tres primeras semanas posparto un período de balance energético negativo mucho más pronunciado, concepto que coincide con trabajos previos que determinaron más específicamente los efectos del balance energético posparto (Butler *et al*, 1981, Butler & Smith, 1989, Lucy *et al*, 1991, Lucy *et al*, 1992, Senatore *et al*, 1996, Beam & Butler, 1997). Britt (1991) en un trabajo en el cual plantea la hipótesis que un balance energético marcadamente negativo en los primeros días posparto podría afectar la calidad de los folículos que se comienzan a desarrollar en ese momento, y por consiguiente la fertilidad de los mismos 40 días más tarde, cuando se inseminaran esos animales. Esto podría explicar el porcentaje de

concepción al primer servicio más bajo para las vacas adultas y como muestra la Figura 5, un mayor número de vaquillas que de vacas quedaron gestantes en los primeros 21 días de comenzado el servicio. Este período de 21 días, coincide con un intervalo parto al primer servicio de 84 días para las vacas y de 108 días para las vaquillas de primer parto.

### **Características del Reinicio de la Actividad Ovárica**

El pronto reinicio de la actividad ovárica posparto (**AOPP**) fue muy similar al reportado por Fagan & Roche (1988), quienes trabajaron con vacas Holstein de alta producción en pasturas. Una evaluación reproductiva en fincas comerciales realizado por Bloomfeld *et al* (1986), también trabajando en condiciones pastoriles, encontró que 94% de los animales estaban ciclando a los 60 **DPP**, porcentaje similar al 87% de este estudio. En Nueva Zelandia, McDougall *et al* (1992) encontraron más del 90% de los animales en estro al momento de la segunda ovulación posparto que se produjo antes de los 60 días. Al igual que en este trabajo, Rahamahendran & Taylor (1990) tampoco encontraron diferencias entre vacas adultas y vaquillas en el reinicio de la actividad ovárica, aunque para Stevenson & Britt (1979) las vaquillas de primer parto demoran más en reiniciar la **AOPP**. En un trabajo anterior realizado en similares condiciones a éste (Cavestany, 1995), las vaquillas demoraron más que las vacas adultas en reiniciar la actividad ovárica, por lo que las diferencias pueden estar originadas en problemas nutricionales y balance energético más que en la paridad en sí, que afecta en mayor medida a las vaquillas de primer parto (Domecq *et al*, 1997).

En el presente estudio, la actividad ovárica comenzó de manera irregular normalizándose a medida que aumentaban los **DPP**. De acuerdo a MacMillan & Day (1987), un período de exposición previa de progesterona es necesaria para estimular el eje hipotálamo hipófisis para

desencadenar la secuencia de eventos que llevan al celo. El primer ciclo posparto fue de menor duración que los siguientes, lo que coincide con otros trabajos (Stevenson & Britt, 1979, Fonseca *et al*, 1983, Bloomfeld *et al*, 1986, Eger *et al*, 1988).

El porcentaje de ciclos cortos en este estudio fue similar al descrito por Eger *et al*. (1988). En concordancia con un estudio realizado por Slama *et al* (1996), éstos no fueron acompañados de sintomatología de estro y correspondieron, como se detalló, a los primeros ciclos posparto. Esta falta de manifestación de celo pudo haber ser debida por lo tanto, a una falta de estímulo previo por progesterona (Malven, 1984; MacMillan & Day, 1987).

Solamente el 48% de las ovulaciones fueron acompañadas de sintomatología de celo, lo cual concuerda con Fonseca *et al* (1983), Fagan & Roche (1988) y Schopper *et al* (1993). Esto también estuvo relacionado con el período posparto, ya que a medida que los días posparto aumentaron un mayor porcentaje de celos fue observado.

### **Efecto de las Características del Reinicio de la Actividad Ovárica Posparto en la Eficiencia de la Detección de Celos (EDC) y el Porcentaje de Preñez (PR)**

De las publicaciones accesibles a los autores, los únicos estudios que evalúan qué porcentaje de vacas que es inseminado y resulta gestante luego de los 21 días de comienzo del período de servicios son los de Nueva Zelandia (Grosshans *et al*, 1997) que reportan eficiencias de la detección de celos superiores al 80% y eficiencias reproductivas cercanas al 50%. Esta situación parece ser única de Nueva Zelandia y posiblemente está relacionada con las características de la explotación lechera de ese país, puramente pastoril con producciones más bajas y por lo tanto con los animales sometidos a un menor estrés. En el presente trabajo los

porcentajes de animales servidos en 21 días fueron del 62%, de los cuales 26% resultaron gestantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio, las vacas que son inseminadas y resultan gestantes son aquellas que tuvieron más de un ciclo antes del comienzo del período de servicios y además las que tuvieron un ciclo estral de duración normal antes del servicio. Quizás los resultados más parecidos son los reportados por Thatcher & Wilcox (1973), aunque ese trabajo no se refiere a los días luego del comienzo del período de inseminación sino al tiempo posparto. Contrariamente a los resultados de este estudio, Eger *et al* (1988) reportan que ni la longitud de la fase luteal ni los valores máximos de progesterona previos al servicio están relacionados con la fertilidad. Para Folman *et al* (1973), sin embargo, la concentración de progesterona durante el ciclo estral que precede a la inseminación está estrechamente relacionado a la ocurrencia de la concepción. Senatore *et al* (1996), afirman que la preñez al primer servicio está positivamente relacionada con el número de ovulaciones previas a la inseminación. Según Pelissier (1972), la concepción de servicios realizados luego de un ciclo estral de duración normal es más alta que luego de ciclos de corta duración.

El presente estudio reafirma el concepto de que las vacas tienen mayor oportunidad de quedar gestantes si antes han pasado por un ciclo con concentraciones de normales de progesterona.

### **Precisión de la Ultrasonografía (US) para Identificar las Estructuras Ováricas**

El porcentaje de Error Tipo 1 encontrado en este estudio (24%) fue superior al reportado por Pieterse *et al* (1990) (15%), quienes también trabajaron con animales en que se desconocía la etapa del ciclo estral, pero similar a la descrita por Gryar *et al* (1992) (22%). En concordancia

con ambos trabajos, la mayoría de errores ocurren al principio o al final del ciclo (Pieterse *et al*, 1990), o lo que es similar, cuando el CL tiene menos de 10 mm (Gryar *et al*, 1992; Sprecher *et al*, 1989). Este error es generalmente debido a que en los últimos días del ciclo ocurre una brusca caída de los niveles de progesterona, lo que no está acompañado de una reducción similar en el diámetro del CL (Ribadu *et al*, 1994). Expresado de modo diferente, la prevalencia del CL “estructural” es mayor que la del CL “funcional” (Gutierrez *et al*, 1996). Considerando esto, la utilización del US para determinar la presencia de un CL funcional tiene valor relativo. Tampoco ayuda a la precisión de la determinación de la etapa del ciclo estral la identificación de folículos de diferente tamaño, ya que al tener las vacas entre 2 y 4 ondas foliculares durante el ciclo (Lucy *et al*, 1992a), folículos de diámetro superior a los 10 mm se repiten a lo largo del ciclo.

Para estudiar la actividad ovárica, la determinación de los niveles de progesterona es un método más confiable, aunque la US ofrece la posibilidad de obtener la información al momento de la revisión del animal.

## **CONCLUSIONES**

Si bien al análisis de regresión logística y relación de probabilidades no se encontraron relaciones entre el peso o la condición corporal al parto y la eficiencia del servicio o la eficiencia reproductiva, el comportamiento reproductivo y productivo más pobre registrado por los animales que llegaron al parto más flacos demuestra la importancia de una adecuada alimentación en el período seco.

En vista de las importantes diferencias en la eficiencia reproductiva de los animales que comienzan a ciclar más temprano luego del parto y que lo hacen de manera normal, en sistemas

de parición estacionales, es importante lograr un rápido restablecimiento de la actividad ovárica normal antes del inicio del período de servicios, para lograr un mayor número de vacas preñadas en el menor tiempo y no afectar el subsiguiente intervalo entre partos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Beam SW, Butler RW. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving three levels of dietary Fat. *Biol Reprod* 1997;56:133-142.
2. Bloomfield GA, Morant SV, Ducker MJ. A survey of reproductive performance in dairy herds. Characteristics of the patterns of progesterone concentrations in milk. *Anim Prod* 1986;42:1-10.
3. Britt JH. Impact of early postpartum metabolism on follicular development and fertility. *J Dairy Sci* 1991;60:1345-1353.
4. Bulman DC, Wood PDP. Abnormal patterns of ovarian activity in dairy cows and their relationships with reproductive performance. *Anim Prod* 1980;30:177-188.
5. Bulman DC, Lamming GE. Milk progesterone levels in relation to conception, repeat breeding and factors influencing acyclicity in dairy cows. *J Reprod Fert* 1978;54:447-458.
6. Burke JM, de la Sota RL, Risco C, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1996;79:1385-1393.
7. Butler WR, Everett RW, Coppock CE. The relationships between energy balance, milk production and ovulation in postpartum Holstein cows. *J Anim Sci* 1981;53:742-748.
8. Butler WR, Smith, RD. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1989;72:767-783.
9. Cavestany D. Reinicio de la actividad ovárica postparto. En: jornada sobre presentación de datos experimentales. Ejercicio 1994. Serie Act Dif INIA La Estanzuela Uruguay 1995;106:35-45.



10. Dhaliwal GS, Murray RD, Dobson H. Effects of milk yield, and calving to first service interval, in determining herd fertility in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1996;41:109-117.
11. Domezq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci* 1997;80:113-120.
12. Eger S, Shemesh M, Schindler H, Amir S, Foote RH. Characterization of short luteal cycles in the early post-partum period and their relation to reproductive performance in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1988;16:215-224.
13. Fagan JG, Roche JF. Reproductive activity in post partum dairy cows. *Proc 11<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod & AI* 1988;2:28.
14. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.
15. Foote RH, Oltenacu EAB, Kummerfeld HL, Smith RD, Riek PM, Braun RK. Milk progesterone as a diagnostic aid. *Br Vet J* 1979;135:550-558.
16. Folman Y, Rosenberg M, Herz Z, Davidson M. The relationship between plasma progesterone concentration and conception in post-partum dairy cows maintained on two levels of nutrition. *J Reprod Fert* 1973;34:267-278.
17. Grosshans T, Xu ZZ, Burton LJ, Johnson DL, Macmillan KL. I. Performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand. *Livestock Prod Sci* 1997;51:41-51.

18. Grycar I, Vanatka F, Vinkler A, Kudlac E. Comparison of the accuracy of the diagnostics of physiological and pathological conditions in bovine ovaries by means of rectal palpation. *Acta Vet Brno* 1992;61:219-230.
19. Gutierrez AC, Zarco L, Galina CS, Rubio I, Basurto H. Predictive value of palpation per rectum for detection of the CL in zebu cattle as evaluated by progesterone concentrations and ultrasonography. *Theriogenology* 1996;46:471-479.
20. Kamimura S, Ohgi T, Takahashi M, Tsukamoto T. Turnover of dominant follicles prior to first ovulation and subsequent fertility in postpartum dairy cows. *Reprod in Dom Anim* 1993;28:85-90.
21. Laing JA, Heap RB. The concentration of progesterone in milk of cows during the reproductive cycle. *Br Vet J* 1971;127:xix.
22. Lamming GE, Bulman DC. The use of milk progesterone radioimmunoassay in the diagnosis and treatment of subfertility in dairy cows. *Br Vet J* 1976;132:507-517.
23. Langley OH, Sherington J. Effect of body condition score at calving on subsequent reproductive performance. *Animal Production*. Report form Dunsinea, Moorepark and Western Research Centres. Research Report. Dublin. Irish Republic 1982. 1983;59pp.
24. Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW. Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J Dairy Sci* 1991;74:473-482.
25. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, de la Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci* 1992;70:3615-3626.
26. Macmillan KL, Day AM. Treating the Non-Cycling Cow. *Proc Ruakura Farm Conf* 1987;39:65-68.

27. Malven PV. Pathophysiology of the puerperium: definition of the problem. 10<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod & AI 1984;III:1-8.
28. McDougall S, Macmillan K, Williamson NB. Effect of stocking rate and breed on calving to first ovulation and oestrus in pasture fed dairy cows. Proc 12<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod & AI 1992;1:72-73.
29. McDougall S, Burke CR, Macmillan KL, Williamson NB. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. Res Vet Sci 1995;58:212-216.
30. Pelissier CL. Herd breeding problems and their consequences. J Dairy Sci 1972;55:385-391.
31. Pierson RA, Ginther OJ. Ultrasonography of the bovine ovary. Theriogenology 1984;21:495-504.
32. Pieterse MC, Taverne MAM, Kruij TAM, Willems AH. Detection of corpora lutea and follicles in cows: a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation. Vet Rec 1990;126:552-554.
33. Ramahendran E, Taylor C. Characterization of ovarian activity in postpartum dairy cows using ultrasound imaging and progesterone profile. Anim Reprod Sci 1990;22:171-180.
34. Ribadu AY, Ward WR, Dobson H. Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. Vet Rec 1994;135:452-457.
35. Roche JF, Crowe MA, Boland MP. Postpartum anoestrus in dairy and beef cows. Anim Reprod Sci 1992;28:317-328.
36. Statistical Analysis System (SAS). SAS Institute Inc. Release 6.11. 1995. SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, USA.

37. Schopper D, Schemer R, Weiler U, Claus R. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. *Reprod Dom Anim* 1993;28:225-235.
38. Senatore EM, Butler RW, Oltenacu PA. Relationships between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim Sci* 1996;62:17-23.
39. Silva E, Galina CS, Porras AA, Galina MA. Evaluación de la actividad ovárica por medio de la palpación rectal, observación de calores y los niveles de progesterona en vacas lecheras explotadas en el trópico seco. *Ciencias Veterinarias (Costa Rica)* 1992;14:5-11.
40. Slama H, Zaiem B, Chemli J, Tainturier D. Reprise de l'activite ovarienne en periode postpartum chez la vache laitiere. *Revue de Med Vet* 1996;147:453-456.
41. Sprecher DJ, Nebel RL, Whitman SS. The predictive value, sensitivity and specificity of palpation per rectum and transrectal ultrasonography for the determination of bovine luteal status. *Theriogenology* 1989;31:1165-1173.
42. Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J Dairy Sci* 1990;73:938-947.
43. Stevenson JS, Britt JH. Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *J Anim Sci* 1979;48:570-577.
44. Thatcher WW, Wilcox CJ. postpartum estrus as an indicator of reproductive status in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1973;56:608-610.

## EXPERIMENTO 2

### **Evaluación de un Programa de Inseminación Artificial en Vacas Holstein en un Manejo Reproductivo Estacional en Condiciones de Pastoreo. I. Efecto de la Eficiencia de la Detección de Celos en la Eficiencia Reproductiva**

*Cavestany D., Galina C.S.*

#### INTRODUCCION

Un buen programa manejo de reproductivo requiere un control riguroso de los mecanismos de la reproducción en general y del estro en particular (Hanzen, 1981). La baja eficiencia en la detección de calores en la producción lechera no es un problema nuevo. Hace 60 años que se comenzó a considerar como tal (Spielman & Jones, 1939); Barr (1975) fue de los primeros en evaluar los días perdidos por calores no detectados, y en la actualidad sigue siendo la principal limitante de la eficiencia reproductiva (Heersche & Nebel, 1994).

Como la detección de celos se realiza generalmente dentro de un programa de inseminación artificial, si todas las vacas están ciclando, se puede también definir la eficiencia de la detección de celos como *“el número de vacas detectadas en calor e inseminadas en un período de 21 días, expresado como un porcentaje del número de vacas elegibles para el servicio al comienzo del período”*. La eficiencia de la detección de celos, es decir el porcentaje de vacas en estro que son detectadas en calor (Zarco, 1990), puede variar desde el 80% en algunos sistemas pastoriles (McDougall *et al*, 1992; McDougall, 1994), a un 50% bajo condiciones de estabulación o semi-estabulación (Fonseca *et al*, 1983; Fagan *et al*, 1988; Esslemont, 1992; Etherington *et al*,

1996), o 36% en condiciones de trópico (Anta *et al*, 1989). Porcentajes superiores al 70% se pueden lograr con mayores períodos diarios de observación (Eerdeburg *et al*, 1996) o con la utilización de métodos de ayuda a la detección visual (Foote, 1975; Senger, 1994).

Además de la eficiencia, la precisión de la detección de calores, o el porcentaje de vacas detectadas en estro que realmente están en calor (Zarco, 1990) es otro aspecto importante en los errores de la detección de celos. Esta se determina por valores de progesterona (**P4**) en leche o suero por medio de radioinmunoanálisis (**RIA**) sobre la base de la obtención de una muestra de leche al momento de la inseminación (Robertson & Sarda, 1971; Reimers *et al*, 1985).

Ninguno de los métodos descritos para determinar la eficiencia de la detección de celos toma en cuenta cuántos celos se pierden antes de la primer inseminación luego de comenzar el período de servicios, lo que es de primordial importancia en sistemas estacionales.

Los objetivos de este estudio son:

1. Evaluar un programa de inseminación artificial en vacas en producción mediante la determinación de progesterona en leche en momentos estratégicos.
2. Evaluar la precisión de la detección visual de calores comparando la conducta de receptividad sexual con la concentración de progesterona en leche inferior a 1 nmol/L.
3. Determinar el efecto de la eficiencia de la detección de estros en la eficiencia del servicio (**ES**) y en la eficiencia reproductiva (**ER**) del hato en períodos de 21 días a partir de la fecha de inicio de los servicios.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## **Características Ambientales, Sistema de Producción y Prácticas de Manejo del Trabajo Experimental**

El experimento se realizó en el sur de Uruguay, en una zona templada (34° de Latitud Sur y 56° de Longitud Oeste) con temperaturas máximas promedio de 25 °C en verano y mínimas promedio de 5 °C en invierno. De cinco fincas lecheras comerciales con más de 100 vacas en producción, ubicadas dentro de una misma área geográfica y con un manejo productivo y reproductivo similar, se seleccionaron 768 vacas con partos en el período de enero a julio. Los partos por finca oscilaron entre 93 y 239. A consecuencia del sistema de servicios estacional, 65% de las vacas tuvieron partos entre los meses de febrero, marzo y abril.

Los animales eran de raza Holstein, con producción de leche diaria de 15 litros, y 5000 litros por lactancia producto de dos ordeñes al día (AM/PM). La alimentación, consistía en pastoreo sobre praderas artificiales con combinaciones de gramíneas y leguminosas. Se realizaba suplementación con ensilaje de maíz o pradera, y concentrados los cuales eran administrados durante el ordeño. El manejo de la alimentación fue similar en todas las fincas, con la diferencia natural en la calidad de las pasturas y el ensilaje, y la composición y cantidad de los concentrados administrados.

La detección de calores se realizaba dos veces por día, de mañana y de tarde, cuando los animales eran llevados al ordeño. Todas las fincas realizaban inseminación artificial con semen congelado en pajuelas de 0.5 ó 0.25 cc. La inseminación se realizaba una vez por día, a la mañana siguiente si los animales fueron detectados en calor por la tarde, o esa misma mañana si fueron detectados en calor ese día. El intervalo de detección de calor a inseminación tenía, por lo tanto, un rango de 5 a 17 horas. Las fincas estaban dentro de un circuito de inseminación, por lo que en todas ellas el manejo de la inseminación artificial fue similar, utilizando el mismo inseminador.

## Registros

En el período experimental se registró la identificación de los animales, fecha de parto, número de lactancia, peso y condición corporal al parto, peso y condición corporal al momento de cada servicio, fechas de los servicios, producción de leche al mes del servicio y resultado del diagnóstico de gestación.

El peso corporal se determinó por medición del perímetro torácico y la condición corporal por apreciación visual a partir de una escala del 0 al 5 (García Paloma, 1990) en la cual 0 corresponde a una vaca extremadamente flaca y 5 a un animal excesivamente gordo. En la finca 2 no se registró peso y condición corporal. La producción de leche se midió una vez al mes.

## Metodología

Al comenzar el período de inseminación (20 de mayo), se comenzó el muestreo de leche para analizar niveles de progesterona con el siguiente esquema:

- *Muestra 1: al día del servicio (día 0)*
- *Muestra 2: a los 10 días del servicio*
- *Muestra 3: a los 23 días del servicio.*

Si el animal era reportado nuevamente en calor antes del día 23, esa muestra no se tomaba, comenzando nuevamente con la muestra 1. El período de muestreo fue de mayo a noviembre. El diagnóstico de gestación por palpación rectal se realizó a partir de los 45 días del servicio.



A excepción de la colección de muestras de leche, no se realizó ninguna intervención que pudiera alterar el manejo normal de las fincas.

### **Determinación de Progesterona en Leche por Radioinmunoanálisis (RIA)**

Para las determinaciones de progesterona, las muestras de leche fueron colectadas al final del ordeño en tubos de plástico de 10 cc con una pastilla conteniendo 0.1 g de azida de sodio (Merck). Las muestras eran mantenidas refrigeradas en la finca y recogidas semanalmente y transportadas al Laboratorio de Radioinmunoanálisis de la Facultad de Veterinaria donde eran centrifugadas y la fracción libre de grasa almacenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis. El período entre la extracción de la muestra y la centrifugación no excedió nunca los 10 días (6 días de promedio).

La determinación de progesterona se realizó por radioinmunoanálisis (RIA) por medio de una técnica de fase sólida utilizando  $\text{I}^{125}$ . El coeficiente de variación intra-ensayo para muestras con valores inferiores a 1 nmol/L fue de 8.2% y para muestras con niveles superiores a 1 nmol/L de 9.8%. El coeficiente de variación inter-ensayo fue de 11.7% y del 4.5% para muestras con valores inferiores o superiores a 1 nmol/L respectivamente.

### **Precisión de la Detección de Celos y Estimación de Preñez.**

#### **Definición de Términos Empleados**

#### ***Eficiencia de la Detección de Celos (EDC)***

*Porcentaje de animales detectados en calor e inseminados en los primeros 21 días del inicio de la época de servicios sobre el total de animales ofrecidos al comienzo del servicio.*

### **Porcentaje de Preñez (PR)**

*Porcentaje de animales preñados en un período de 21 días sobre el total de animales ofrecidas al comienzo del servicio.*

La precisión de la detección de celos se determinó a partir de los resultados de progesterona al día del servicio. Del total de animales reportados en calor, se calculó el porcentaje que realmente estaba en estro (niveles de progesterona inferiores a 1 nmol/L).

La preñez se estimó como positiva si las vacas tenían un valor de progesterona superior a los 3 nmol/L al día 23 luego del servicio. Este valor se comparó con el diagnóstico de gestación por palpación rectal realizado a partir de los 45 días luego del servicio.

Las diferencias en preñez entre progesterona y palpación rectal se atribuyeron a mortalidad embrionaria. Para determinar el momento de esta mortalidad embrionaria, se utilizó el registro de calor siguiente al servicio estimado fértil por progesterona y el intervalo se dividió en tres categorías:

1. 23-30 días: *Posible ciclo largo (falso positivo)*
2. 31-42 días: *Mortalidad embrionaria precoz (previo a la implantación)*
3. >42 días: *Mortalidad embrionaria tardía.*

### **Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celo (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR)**

La eficiencia de la detección de celos (EDC) se determinó a partir de los registros. Se calculó el número de vacas inseminadas sobre el total de la población que estaba en condición de serlo (más de 40 días posparto (DPP)) en períodos de 21 días a partir del inicio de los servicios. Para analizar los factores que pudieran influenciar la PR, las vacas se clasificaron por lactancia

(primíparas o multíparas) o por días posparto a partir del inicio del período, en las siguientes categorías:

- Vacas entre 40 y 60 **DPP**, parición tardía, pero en condiciones de ser ofrecidos al servicio.
- Vacas entre 60 y 90 **DPP**, con parición más temprana en ese período de pariciones pero dentro de un rango en que pudieran mantener el intervalo entre partos de 1 año en caso de quedar gestantes.
- Vacas con más 90 días posparto (**DPP**), parición temprana.

El porcentaje de preñez (PR) se determinó calculando el total de animales gestados por período, sobre el total de posibles u ofrecidos.

### **Intervalo entre estros**

La eficiencia en la detección de celos también fue evaluada a través del análisis de los intervalos entre celos. A tales efectos, se consideraron solamente los estros con progesterona baja y los intervalos entre estros se agruparon en los siguientes rangos de días:

1.  $\leq$  a 17 días
2. 18 a 24 días
3. 25 a 35 días
4. 36 a 48 días
5.  $\geq$  a 49 días

### **Análisis estadístico**

Toda la información se registró en una base de datos especialmente desarrollada para tales efectos (AIDA, Artificial Insemination Database Application, M. García y O. Perera, IAEA, 1996)

Los intervalos parto a primer servicio y parto a concepción se analizaron por un método de mínimos cuadrados para datos no balanceados (SAS, v 6.11, 1995), de acuerdo al siguiente modelo lineal:

$$y_{i...n} = \mu + a_{i...n} + \varepsilon_{i...n}$$

donde:

$y_{i...n}$  : Intervalos del parto al primer servicio y a la concepción.

$\mu$ : media general

$a_{i...n}$ : variables que se ajusten al modelo, seleccionadas de las siguientes variables independientes:

*Finca; Lactancia* (vaca múltipara o vaquilla de primer parto); *Peso al parto* (P1); *Condición corporal al parto* (C1); *Peso al servicio* (P2); *Condición al servicio* (C2); *Diferencia Entre P1 y P2; Diferencia Entre C1 y C2; Producción de leche al servicio; Mes del parto.*

$\varepsilon_{i...n}$  = error aleatorio.

La comparación entre medias se realizó por el método LSD al 5% de probabilidad.

Para el estudio de las variables discretas (porcentaje de concepción al primer servicio y porcentaje de preñez general) se utilizó una prueba de Chi cuadrado y el procedimiento CATMOD (SAS, v. 6.11, 1995).

Para estudiar la eficiencia reproductiva, se utilizó un el modelo CATMOD para análisis de variables discretas (SAS, v. 6.11, 1995).

## RESULTADOS

### Parámetros reproductivos de la población y factores que los afectan

El intervalo del parto al primer servicio (**IPS**) fue de  $101.5 \pm 48.8$  días (media $\pm$ DE) y el intervalo parto a concepción (**IPC**) de  $134.4 \pm 78.2$  días (media $\pm$ DE), lo que representa una diferencia entre ambos intervalos de 33 días. El porcentaje de concepción al primer servicio fue 40.5% y la preñez general al fin del período de servicios 80.5%, con 2.4 servicios por concepción.

De todos los factores analizados, los que afectaron los intervalos parto a primer servicio (**IPS**) y parto a concepción (**IPC**) fueron el número de lactancia, el peso al parto y la condición corporal al parto. Ni el peso o la condición al servicio ni la diferencia entre éstos y el peso y condición al parto, así como la producción de leche afectaron los parámetros reproductivos. En el Cuadro 1 se resumen los parámetros que afectaron la reproducción. Las vaquillas de primer parto demoraron 40 días más en tener su primer servicio y 33 días más en quedar gestantes y de modo similar, los animales con peso y condición corporal menor, necesitaron más tiempo en ser inseminados por primera vez y quedar gestantes.

Cuadro 1. Efecto del Número de Lactancia, Peso al Parto y Condición Corporal al Parto en los Intervalos Parto a Primer Servicio (IPS) y Parto a Concepción (IPC)

PARAMETRO	CATEGORIA	IPS <sup>1</sup>	IPC <sup>2</sup>
LACTANCIA	1	124.2±3.8 <sup>a</sup>	146.1±4.6 <sup>a</sup>
	2+	84.4±1.7 <sup>b</sup>	113.7±2.7 <sup>b</sup>
PESO AL PARTO	< 500 Kg	118.2±5.8 <sup>a</sup>	140.2±6.8 <sup>a</sup>
	> 500 Kg	85.5±1.8 <sup>b</sup>	113.7±2.5 <sup>b</sup>
CC <sup>3</sup> AL PARTO	≤ 2	113.0±3.0 <sup>a</sup>	130.8±3.9 <sup>a</sup>
	> 2	88.3±2.4 <sup>b</sup>	118.2±3.2 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>: IPS: Intervalo Parto a Primer Servicio

<sup>2</sup>: IPC: Intervalo Parto a Concepción

<sup>3</sup>: Condición Corporal al Parto

<sup>a,b</sup>: Diferentes letras entre columnas por parámetro difieren (P<0.01)

A pesar que en general las vaquillas de primer parto parieron más temprano, no existió interacción significativa entre peso al parto y lactancia lo que hubiera significado que las vaquillas de primer parto, que pueden ser más livianas, fueran aquellas con intervalos más largos. La diferencia entre el IPS y el IPC fue de 28 días en promedio y no se registraron variaciones significativas en los diferentes parámetros evaluados.

Los intervalos del parto al primer servicio y a la concepción también fueron afectados por el mes del parto. A consecuencia del manejo reproductivo estacional, con un inicio del período de

servicios a mediados del otoño (20 de mayo), los animales que parieron temprano en el año tuvieron un período de espera voluntario mayor, como se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Efecto del Mes de Parto en el Intervalo Parto a Primer Servicio (IPS) y el Intervalo Parto a Concepción (IPC)

<i>MES del PARTO</i>		<i>IPS</i>	<i>IPC</i>
<b>ENERO</b>		<b>155.3±12.1<sup>a</sup></b>	<b>221.1±13.6<sup>a</sup></b>
<b>FEBRERO</b>		<b>121.1±5.5<sup>b</sup></b>	<b>147.2±6.6<sup>b</sup></b>
<b>MARZO</b>		<b>114.5±3.0<sup>c</sup></b>	<b>137.6±4.0<sup>c</sup></b>
<b>INICIO DE ABRIL</b>		<b>89.0±3.9<sup>d</sup></b>	<b>116.3±5.2<sup>d</sup></b>
<b>SERVICIOS: MAYO</b>		<b>86.9±5.0<sup>d</sup></b>	<b>118.3±6.1<sup>d</sup></b>
<b>20 DE MAYO JUNIO</b>		<b>79.6±5.4<sup>e</sup></b>	<b>94.0±6.4<sup>e</sup></b>
	<b>JULIO</b>	<b>72.7±6.5<sup>f</sup></b>	<b>69.9±7.8<sup>f</sup></b>

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras entre filas difieren (P<0.01)

El mes de parto no afectó la condición corporal ni el peso al parto.

### **Precisión de la Detección de Celos**

De las 1215 muestras de leche obtenidas cuando la vaca era detectada en celo, 206 (17.0%) tenían valores de progesterona superiores a 1 nmol/L y en 135 de éstas, los niveles fueron superiores a 3 nmol/L. El 5.9% de las muestras obtenidas al momento de la inseminación

tenían valores de progesterona entre 1 y 3 nmol/L. Los valores entre 1 y 3 nmol/L representan rangos intermedios o “zonas grises” de acuerdo a las características del radioinmunoanálisis utilizado, por lo que para la determinación de fase luteal se consideraron solamente aquellos animales con valores superiores a 3 nmol/L al día 23 del servicio. Con esta consideración, se registró 11.1% de vacas reportadas en celo que no estaban en estro y esto fue debido a que las vacas se encontraban en la fase luteal del ciclo estral, ya que solamente 5 vacas fueron inseminadas estando gestantes. Este error fue mayor en la muestra correspondiente al primer servicio que en los subsiguientes (9.5% vs. 6.3%,  $\chi^2 = 2.79$ ,  $P < 0.1$ ).

La fertilidad de los animales inseminados con valores de progesterona entre 1 y 3 nmol/L fue de 29.6% (21 animales). De las vacas con progesterona superior a 3 nmol/L al servicio, 23 (17.0%) fueron reportadas gestantes, lo que posiblemente sea debido a un error en la obtención o identificación de las muestras. Este error varió entre fincas, en la finca “A” fue del 43.5%, en la “B” del 4.3%, en la “C” 3.0%, “D” 30.4% y “E” 8.7% y no tuvo relación con los errores en la detección de calor de cada finca. Así, la finca “A”, que tuvo el mayor error de muestreo, tuvo uno de los porcentajes más bajos de detección incorrecta de calor, y de modo inverso sucedió en la finca “E”.

En el Cuadro 3 se presentan los porcentajes de animales inseminados con niveles luteales de progesterona. Se registraron importantes diferencias entre fincas en el porcentaje de animales incorrectamente detectados en calor ( $P < 0.05$ ).



Cuadro 3. Número y Porcentaje de Vacas con Niveles de Progesterona Superiores a 3 nmol/L en el Día del Servicio Según Finca.

FINCA	N	P4 ALTA (%)
A	406	7.4 <sup>a</sup>
B	116	8.3 <sup>a</sup>
C	179	4.5 <sup>a</sup>
D	340	10.3 <sup>a</sup>
E	174	30.5 <sup>b</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>1215</b>	<b>11.1</b>

<sup>a, b</sup>: ( $\chi^2 = 72.6$ ,  $P < 0.05$ )

### Estimación de Preñez

De 564 vacas estimadas gestantes de acuerdo a los niveles de progesterona al día 23 luego del servicio, 397 fueron confirmadas preñadas por palpación rectal lo que representa una precisión del 70.4%. De los animales con preñez positiva por progesterona al día 23, 154 entraron en calor nuevamente dentro del período experimental y los 60 restantes fueron posteriormente diagnosticadas no gestantes por palpación rectal. El intervalo promedio entre el calor estimado fértil por progesterona y el siguiente registrado fue de 57 días y la mediana de 48 días. Ese intervalo se dividió en tres de acuerdo a los criterios ya descriptos y la distribución de los animales en cada uno se presenta en el Cuadro 4

Cuadro 4. Intervalo Entre el Celo Fértil de Acuerdo a los Niveles de Progesterona al Día 23 y el Siguiete Calor Registrado.

RANGO	NÚMERO	PORCENTAJE
23 - 30	17	11.0
31 - 42	48	31.2
> 42	89	57.8
<b>TOTAL</b>	<b>154</b>	<b>100</b>

Un 11% de los animales tuvieron un intervalo al siguiente estro menor a los 30 días, 31.2% de las vacas tuvieron un intervalo entre 31 y 42 días, mientras que para el 57.8% de las vacas el intervalo al siguiente estro fue superior a los 42 días. El mayor intervalo registrado fue de 177 días.

#### **Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celos (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR).**

Además de los datos obtenidos a partir de los valores de progesterona, se analizaron los registros reproductivos para evaluar la eficiencia de la detección de celos (EDC). En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos del porcentaje de animales detectados en calor en cada período de 21 días sobre el total de ofrecidos o “disponibles” para el primer servicio en cada uno. Fueron evaluados 1424 servicios en 6 períodos de 21 días y la eficiencia general de la detección de calores fue del 37.5 %, no registrándose diferencias entre éstos períodos ( $P>0.1$ ).

Cuadro 5. Eficiencia de la Detección de Celos (EDC), Porcentaje de Preñez (PR) y Porcentaje de Concepción (PR/EDC) Obtenida en Periodos de 21 Días (fechas entre paréntesis)

PERIODO	N	EDC (%)	PR (%)	PR/EDC (%)
1 (20/5-10/6)	380	42.9 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	41.1 <sup>a</sup>
2 (11/6-2/7)	298	38.3 <sup>a</sup>	18.3 <sup>a</sup>	47.7 <sup>a</sup>
3 (3/7-24/7)	222	36.0 <sup>a</sup>	14.3 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
4 (25/7-15/8)	206	38.8 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	37.4 <sup>a</sup>
5 (16/8-6/9)	174	35.1 <sup>a</sup>	14.5 <sup>a</sup>	42.5 <sup>a</sup>
6 (7/9-28/9)	144	34.0 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	42.9 <sup>a</sup>
<b>GENERAL</b>	<b>1424</b>	<b>37.5</b>	<b>15.6</b>	<b>41.9</b>

<sup>a</sup>: P>0.1

A efectos de determinar los factores que pudieran afectar esa baja eficiencia se calcularon los días desde el parto al inicio de cada período (DPS). Los resultados se muestran en la Figura 1, donde se aprecia que los días posparto no afectaron significativamente (P>0.1) la eficiencia de la detección de calores en ninguno de los períodos analizados.

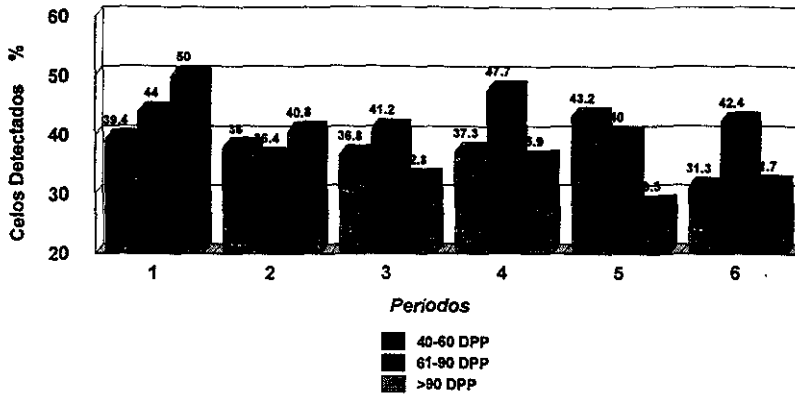


Figura 1: Eficiencia de la Detección de Calores en 6 Periodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios Según los Días Posparto (DPP) al Inicio de Cada Período.

La figura 2 muestra que hay una eficiencia menor en la detección de calores en las vaquillas de primer parto (27.5%) en comparación con las vacas adultas (45.1%). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) en todos los períodos a excepción de los períodos 1 y 4 ( $P < 0.08$ ).

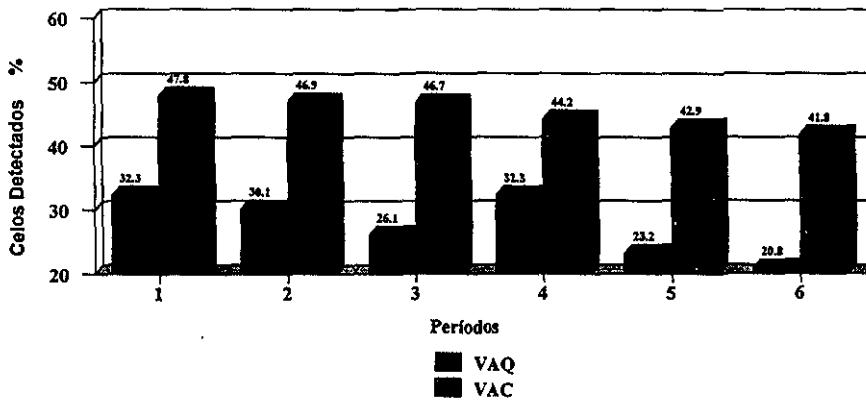


Figura 2: Eficiencia de la Detección de Calores en 6 Periodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios, según Lactancia, Vaquillas de Primer Parto (VAQ) o Vacas Adultas (VAC).

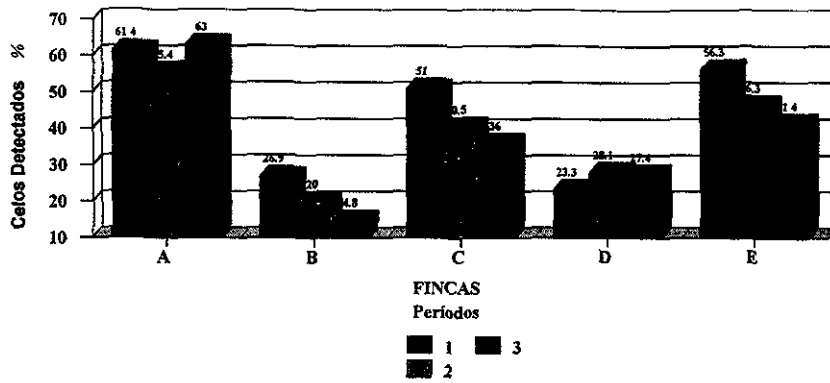


Figura 3. Eficiencia de la Detección de Celos en 3 Períodos de 21 Días a Partir del Inicio del Período de Servicios, según Finca (A, B, C, D y E).

Para evaluar el efecto finca en la eficiencia de la detección de celos (Figura 3), se utilizaron solamente 3 períodos debido al número de animales por finca. El porcentaje de calores detectados por finca fue constante en los tres períodos analizados, registrándose diferencias entre las fincas A, C y E con respecto a las fincas B y D ( $P < 0.05$ ). A su vez, la finca A fue más eficiente ( $P < 0.05$ ) que las fincas C y E.

### Intervalo entre estros

Otra manera de estimar la eficiencia de la detección de celos es calcular el intervalo entre estros. Se evaluaron 718 intervalos interestrales. El intervalo promedio fue de 36 días. Al dividir el intervalo entre estros normal de 21 días entre esta cifra y multiplicar por 100, los ciclos con rango normal resultaron ser 58%. En el Cuadro 6 se presentan los resultados sobre la base de 718 intervalos inter-estrales calculados clasificados de acuerdo a diferentes rangos.

Cuadro 6. Porcentaje de Ciclos Estrales de Diferente Duración,  
de Acuerdo a los Rangos Preestablecidos (Días)

<b>RANGO</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>&lt; 17</b>	<b>42</b>	<b>5.8</b>
<b>17 – 24</b>	<b>324</b>	<b>45.1</b>
<b>25 – 35</b>	<b>12</b>	<b>1.7</b>
<b>36 – 48</b>	<b>201</b>	<b>28.0</b>
<b>&gt; 48</b>	<b>139</b>	<b>19.4</b>

Se puede apreciar que casi la mitad de los períodos estrales analizados están dentro de los rangos normales del ciclo estral y un 28% se registró en un rango promedio de 42 días (dos ciclos estrales). Un 20% de los ciclos tuvo una longitud superior a los 48 días.

## DISCUSION

### **Parámetros Reproductivos de la Población Estudiada y Factores que los Afectan**

Los parámetros reproductivos de este estudio fueron similares a los reportados en trabajos realizados en climas templados (Fonseca *et al*, 1983; Fagan & Roche, 1988; Esslemont, 1992; Etherington *et al*, 1996) o en condiciones de trópico seco (Anta *et al*, 1989).

El intervalo parto a primer servicio (IPS) de 98 días, fue considerablemente más largo que la meta de 65 días propuesta por Morrow (1980). Fagan & Roche (1988) reportan un intervalo de 67 días, en condiciones de pastoreo, similar a los 72 días de los análisis realizados por Esslemont (1992). Fonseca *et al* (1983) en condiciones de semi-estabulación encontraron un intervalo de 88 días, mientras que Anta *et al* (1989) en el trópico seco describen un período de 102 días del parto al primer servicio. A diferencia de esos trabajos, el sistema de producción en que se llevó a cabo este estudio, tenía un período de servicios estacional que comenzaba a mediados del otoño austral (20 de mayo) y se prolongaba por 6 meses. A consecuencia de esto, los animales que parieron temprano, tuvieron obligatoriamente un período de espera voluntario mayor, y por consiguiente un intervalo al primer servicio más largo, similar a lo reportado por Grosshans *et al* (1997). Este efecto puede apreciarse en el Cuadro 2, donde los animales que parieron en enero tuvieron un IPS de 155 días mientras que para aquellos que parieron en abril el IPS fue de 89 días. Las vaquillas de primer parto también parieron primero, a consecuencia del manejo reproductivo previo (sincronización de celos e inseminación más temprana en el período). De todos modos, con un período de espera voluntario de 40 días, el IPS para los animales que parieron cerca o después del inicio del período de servicios nunca fue menor de 70 días (Cuadro 2). Esto puede

estar relacionado a un posible anestro posparto o a una pobre detección de calores, lo que no pudo diferenciarse por la metodología del estudio.

La diferencia entre el **IPS** y el **IPC** fue de 28 días, lo que concuerda con el porcentaje de concepción al primer servicio del 40.5% y reflejan un buen manejo de la **IA** y buena fertilidad de los animales. Este intervalo parto a concepción de 126 días, representa un intervalo entre partos (**IEP**) de 13.5 meses. De acuerdo a los presentes datos, el **IEP** estuvo afectado principalmente por el intervalo a primer servicio, debido a la baja eficiencia de la detección de calores.

El **IPS** se vio afectado por la lactancia, siendo más prolongado para vaquillas de primer parto que para vacas adultas, lo cual concuerda con Vicentini *et al*, (1986), Silva *et al* (1992) y Domecq *et al* (1997). El peso y la condición corporal al parto afectaron el **IPS**, de modo similar a lo reportado por Langley & Sherrington (1983), que encontraron que vacas con condición corporal menor a 2.5 al parto tenían un **IPS** de 80 días en contraste con 47 días para animales que llegaban al parto con condición corporal superior a 2.5.

### **Precisión de la Detección de Celo**

La utilización de progesterona en leche es una importante ayuda diagnóstica en hatos grandes y ha sido ampliamente utilizada (Cavestany & Foote, 1985; Reimers *et al*, 1985 Silva *et al*, 1992). En este estudio se utilizó para determinar la precisión de la detección de calores como se muestra en el Cuadro 3, donde 11.1% de las vacas reportadas en calor tenían valores de progesterona correspondientes a la fase luteal del ciclo estral. Otros estudios describen porcentajes que varían desde un 4.8% (Rahamahendran *et al*, 1993), un 5.1% (Reimers *et al*, 1985), un 8% (Elmore, 1989) y hasta un 60% (Reimers *et al*, 1985). En general, errores entorno al 20% han sido más comúnmente encontrados (Shemesh *et al*, 1978; Günzler *et al*, 1979; Oltner



& Edqvist, 1981; Nebel *et al*, 1987). En comparación con todos estos trabajos, el porcentaje de vacas inseminadas durante la fase luteal fue razonablemente bajo. El error fue consistente en los diferentes servicios, pero se registró una importante variación entre fincas (Cuadro 4) similar a lo encontrado por Reimers *et al* (1985), Nebel *et al* (1987) y Elmore (1989). Estas diferencias tan grandes (30.5% a 7.4%) están relacionadas principalmente a un factor humano (Zarco, 1990).

La concepción de vacas inseminadas con valores altos de progesterona es de cero (Hoffmann *et al*, 1976; Foote *et al*, 1979; Foote *et al*, 1980) sin embargo en este estudio, de las 206 vacas inseminadas con niveles de progesterona superiores a 1 nmol/, 44 (21.4%) fueron reportadas preñadas de ese servicio. De estos animales, 71 tenían valores de progesterona entre 1 y 3 nmol/L al servicio y el porcentaje de gestantes fue del 29.6% (21 animales). El criterio para decidir si una vaca está en celo en este estudio fue la receptividad a la monta, por lo que es posible que algunas vacas en proestro o al fin del estro y con niveles suprabasales de progesterona hayan mostrado conducta de celo y sido inseminadas, con los resultados arriba mencionados. Solamente 23 vacas (17%) inseminadas con valores de progesterona superiores a los 3 nmol/L fueron reportadas preñadas, lo que probablemente haya sido debido a errores en alguna etapa del proceso de obtención, centrifugación o RIA de la muestra, dado que estos datos no fueron eliminados.

### **Estimación de Preñez y Mortalidad Embrionaria Precoz**

Los niveles de progesterona obtenidos entre los 22 y 25 días luego de un servicio son certeros en un 100% en el diagnóstico de animales no gestantes. Sin embargo, la precisión del diagnóstico de gestación oscila en el 80% (Hoffmann *et al*, 1976; Cox *et al*, 1978; Pennington *et al*, 1976; Shemesh *et al*, 1978; Foote *et al*, 1979; Zaied *et al* 1979; Pennington *et al*, 1985;

Robert & Taylor, 1986). En este estudio, la precisión de la estimación de preñez por progesterona al día 23 luego de la inseminación fue de 70.4%, más bajo que lo reportado en los trabajos antes mencionados, pero más cercano al 71% encontrado por Rajamahendran *et al* (1993). Estos investigadores concluyen que la mortalidad embrionaria temprana es un problema reproductivo más importante que la incorrecta detección de celos.

Forar *et al* (1996) en un estudio de más de 10 hatos reportan una incidencia de mortalidad embrionaria del 10.8%. con un período de mayor riesgo entre los días 31 y 55 de gestación. En este caso, el intervalo al siguiente calor para las vacas estimadas preñadas por progesterona fue en promedio de 57 días y solamente un 11% de los animales tuvieron un intervalo interestril entre 23 y 30 días. Esto es menor que el 16.8% de error en la detección de celos. En la mayor parte de los casos (57.8%) el siguiente calor fue registrado a un intervalo superior a los 42 días, lo que indicaría, además de mortalidad embrionaria, abortos tempranos cuyo análisis deberá ser objeto de posteriores investigaciones.

### **Determinación de la Detección de Celos (EDC) y Porcentaje de Preñez (PR)**

La eficiencia general de la detección de celos fue del 37.5%, similar al 43% reportado por Fonseca *et al* (1983), al 48% de Etherington *et al* (1996), al 38% de Anta *et al* (1989) y al 38% de Heersche & Nebel (1994). Fue inferior al 62.8% de Robert & Taylor (1996), al 52% de Esslemont (1992) y al 74% de Eedeberg *et al* (1996). A diferencia de todos estos estudios, que calculan la eficiencia global de la detección de celos al cabo de un período de tiempo prolongado y basándose en perfiles de progesterona, éste se realizó en hatos con servicios estacionales, por lo que los cálculos se realizaron tomando períodos de 21 días a partir de la fecha de inicio de la IA. Quizás porque estos sistemas de producción no son tan generalizados, este enfoque del problema

solamente se ha encontrado descrito en la bibliografía Neocelandesa (Grosshans *et al*, 1997). En otras regiones similares donde se emplea este tipo de manejo reproductivo, este efecto no ha sido evaluado. Sin embargo, las pérdidas de eficiencia reproductiva, según se presenta en el Cuadro 8, son muy importantes, ya que con un porcentaje de concepción al primer servicio del orden del 42%, el porcentaje de animales preñados en períodos de 21 días oscila entre el 14% y el 18%. Si se compara la información de los parámetros reproductivos con la del Cuadro 5, es fácil identificar entonces las razones de un intervalo parto a primer servicio tan prolongado y comprender entonces por qué a pesar de tener un buen porcentaje de preñez, el intervalo entre partos llega casi a los 14 meses.

Otros trabajos han estudiado la manifestación de celo con relación a las ovulaciones posparto (Fonseca *et al*, 1983; Schopper *et al*, 1993), por lo que en este caso, en que se desconocía la actividad ovárica previa al inicio del estudio era interesante evaluar el efecto de los días posparto en la eficiencia de la detección de calores. A tales efectos, y como se desglosa en la Figura 1, los animales se dividieron en distintos períodos posparto. No se encontraron diferencias en este parámetro en ninguno de los períodos evaluados, contrariamente a los resultados de Schopper *et al* (1993) que encontraron que a medida que aumentan los días posparto aumentan los signos visibles de celo en las vacas.

Otro factor a evaluar era el efecto del número de lactancia, ya que éste influía en el intervalo parto a primer servicio. Para ello las vacas se clasificaron en vaquillas de primer parto y vacas de 2 o más lactancias. Los resultados presentados en la Figura 2 muestran diferencias, aunque en dos de éstos períodos el nivel de significancia no haya alcanzado el 5%. En este estudio no se determinó si los animales se encontraban en actividad ovárica al comienzo del período de servicios pero es probable que de acuerdo a lo encontrado en otros trabajos

(Cavestany 1995; Domecq *et al*, 1997) un porcentaje de las vaquillas de primer parto estuviera en anestro al comienzo de los servicios.

El efecto restante a evaluar era el posible efecto del manejo en las diferentes fincas sobre el porcentaje de preñez (PR). Todas éstas se encontraban en la misma área geográfica, a una distancia menor a 10 Km entre ellas, pertenecían a una misma cooperativa de productores y tenían esquemas de manejo, alimentación e inseminación similares, este efecto, entonces, puede ser considerado como factor humano. En este aspecto se encontraron las diferencias más importantes, como se muestra en la Figura 3, lo que concuerda con Zarco (1990) y Heersche & Nebel (1994). Ahí, se puede apreciar que este efecto no fue debido a la cantidad de animales por finca, lo que podría ser sospechado considerando las condiciones pastoriles y el traslado de animales en grupos numerosos. En el primer período de 21 días, las dos fincas con peor eficiencia de detección de calores fueron la Finca B, que era la de menor cantidad de animales y la Finca D, que era la más grande.

### **Intervalo Entre Estros**

El análisis del intervalo entre estros es otro método para evaluar la eficiencia de la detección de calores (Esslemont, 1992; Heersche & Nebel, 1994). La eficiencia resultó en un 58%, superior al 37.5% para la detección del primer calor. La estimación de la eficiencia de la detección del primer estro no fue diferente entre los 6 períodos analizados, de manera que no se puede atribuir un efecto estacional. El motivo más probable para esta diferencia encontrada es que, cuando se estimó la eficiencia de la detección del primer calor, un porcentaje de animales estuviera en anestro. El cálculo se realizó sobre la base exclusiva de los días posparto de los animales, considerando un periodo de espera voluntario de 40 días y a falta de más información

se asumió que todos los animales se encontraban ciclando. Los resultados del Cuadro 6, en el cual los intervalos entre estros se clasificaron de acuerdo a rangos preestablecidos (Esslemont, 1992) muestran que un 45.1% de los intervalos estuvieron dentro de un rango normal de 17 a 24 días. En el rango de 36 a 48 días, que significaría la omisión de un calor se registraron un 28% de los animales. Esslemont (1992) postula que una buena eficiencia de la detección de calores es aquella en que la relación entre los intervalos normales y anormales es de 7:1, muy superior al 2.2:1 encontrada en este estudio. Expresado de otra manera, de cada 100 períodos entre estros, 74% deberían estar dentro del rango de 17 a 24 días, mientras que en este estudio solamente 45% cayeron en ese rango. Este análisis confirma la pobre eficiencia de la detección de calores encontrada, aunque también es posible que otros factores, tales como una elevada mortalidad embrionaria por causas patológicas estuvieran afectando estos resultados.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anta E, Rivera JA, Galina C, Porras A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Vet Mex* 1989;20:11-18.
2. Barr HL. Influence of estrus detection on days open in dairy herds. *J Dairy Sci* 1974;58:246-248.
3. Cavestany D. Reinicio de la actividad ovárica postparto. En: Jornada Sobre Presentación de Datos Experimentales. Ejercicio 1994. Serie Act Dif INIA La Estanzuela Uruguay 1995;106:1-15.
4. Cavestany D, Foote RH. The use of milk progesterone and electronic vaginal probe as aids in large dairy herd reproductive management. *Cornell Vet* 1985;75:441-453.
5. Cox NM, Thompson FN, Culver DH. Milk progesterone to predict reproductive status in a commercial dairy herd. *J Dairy Sci* 1978;61:1616-1621.
6. Domecq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci* 1997;80:113-120.
7. Eerdeburg-Van FJCM; Loeffler HSH, Vliet-Van JH. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart* 1996;18:52-54.
8. Elmore RG. The use of rapid progesterone assays in dairy practice. *Agri Pract* 1989;10:5-8.
9. Esslemont RJ. Measuring dairy herd fertility. *Vet Rec* 1992;131:209-212.
10. Etherington WG, Kinsel ML, Marsh WE. Relationships of production to reproductive performance in Ontario dairy cows: herd level and individual animal descriptive statistics. *Theriogenology* 1996;46:935-959.

11. Fagan JG, Bourke S, Roche JF. The reproductive performance of dairy cows in five herds. *Irish Vet J* 1988;42:40-44.
12. Fagan JG, Roche JF. Reproductive activity in post partum dairy cows. *Proc 11<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod AI* 1988;2:28.
13. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.
14. Foote RH. Estrus detection and estrus detection aids. *J Dairy Sci* 1975;58:248-256.
15. Foote RH, Oltenacu EAB, Kummerfeld HL, Smith RD, Riek PM, Braun RK. Milk progesterone as a diagnostic aid. *Brit Vet J* 1979;135:550-558.
16. Foote RH, Smith RD, Oltenacu EAB, Braun RK, Reimers TJ. Milk progesterone assays as part of a reproductive management program for dairy cattle. *9<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod AI* 1980;II:101-102.
17. Forar AL, Gay JM, Hancock DD, Gay CC.: Fetal loss frequency in the Holstein herds. *Theriogenology* 1996;45:1505-1513.
18. Garcia-Paloma JA. El método de la condición corporal en vacuno lechero: propuesta de una metodología unificadora. *Investaciones Agropecuarias: Producción y Sanidad Animal España*. 1990;5:11-19.
19. Grosshans T, Xu ZZ, Burton LJ, Johnson DL, Macmillan KL. I. Reproductive performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand. *Livestock Prod Sci* 1997;51:41-51.

20. Günzler O, Rattenberg A, Görlach R, Han R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinary and biotechnical measurements in cows. *Brit Vet J* 1979;135:541-549.
21. Hanzen Ch. L'oestrus: manifestations comportementales et méthodes de détection. *Ann Méd Vet* 1981;125:617-633.
22. Heersche R, Nebel RL. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci* 1994;77:2754-2761.
23. Hoffmann B, Günzler R, Hamburger R, Schmidt W. Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle: methodological approaches and present status of application in Germany. *Brit Vet J* 1976;132:469-476.
24. Langley OH, Sherington J. Effect of body condition score at calving on subsequent reproductive performance. *Animal Production. Report form Dunsinea, Moorepark and Western Research Centres. Research Report 1982. Dublin. Irish Republic. 1983;59pp.*
25. McDougall S. Post partum anoestrus. Dairy cattle fertility. En: *Research Report 1990/1991 & 1992/1993. Dairy Research Corporation Ltd. Private Bag 3123, Hamilton, New Zealand. 1994*
26. McDougall S, Macmillan KL, Williamson NB. Effect of stocking rate and breed on calving to first ovulation and oestrus in pasture fed dairy cows. *Proc 12<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod* AI 1992;1:72.
27. Morrow DA. Analysis of records for reproductive herd health programs. En: *Current Therapy in Theriogenology I. Saunders NY 1980;559-563.*
28. Nebel RL, Whittier WD, Cassell BG, Britt JH. Comparison of on-farm and laboratory milk progesterone assays for identifying errors in detection of estrus and diagnosis of pregnancy. *J Dairy Sci* 1987;70:1471-1476.



29. Oltner R, Edqvist LE. Progesterone in defatted milk: its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. *Brit Vet J* 1981;137:78-87.
30. Pennington JA, Schultz LH, Hoffman WF. Comparison of pregnancy diagnosis by milk progesterone on day 21 and day 24 postbreeding: field study in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1985;68:2740-2745.
31. Pennington JA, Spahr SL, Lodge JR. Factors affecting progesterone in milk for pregnancy diagnosis in dairy cattle. *Brit Vet J* 1976;132:487-496.
32. Rajamahendran R, Burton B, Shelford J. A Field study on the usefulness of milk progesterone to confirm estrus and pregnancy of dairy cows in the Fraser Valley area of British Columbia. *Can Vet J* 1993;34:349-352.
33. Reimers TJ, Smith RD, Newman SK. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the Northeastern United States. *J Dairy Sci* 1985;68:963-972.
34. Robert O, Taylor RT. El estado reproductivo en cuatro fincas de ganado Jersey valorado mediante niveles de progesterona en lèche. *Turrialba*. 1986;36:179-186.
35. Robertson HA, Sarda IR. A very early pregnancy test for mammals: its applications to the cow, ewe and sow. *J. Endocrinol* 1971;49:407-419.
36. Schopper D, Schemer R, Weiler U, Claus R. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. *Reprod in Dom Anim* 1993;28:225-235.
37. Senatore EM, Butler RW, Oltenacu PA. Relationships between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim Sci* 1996;62:17-23.
38. Senger PL. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. *J Dairy Sci* 1994;77:2745-2753.

39. Shemesh M, Ayalon N, Shalev E, Nerya A, Schindler H, Milguir F. Milk progesterone measurement in dairy cows: correlation with estrus and pregnancy determination. *Theriogenology* 1978;9:343-352.
40. Silva HM, Wilcox CJ, Thatcher WW, Becker RB, Morse D. Factors affecting days open, gestation length, and calving interval in florida dairy cattle. *J Dairy Sci* 1992;75:288-293.
41. Spielman A, Jones IR. The reproductive efficiency of dairy cattle. *J Dairy Sci* 1939;22:329-334.
42. Statistical Analysis Sistem (SAS). SAS Institute Inc. Release 6.11. 1995. SAS Campus Drive, Cary, NC 27513, USA.
43. Thatcher WW, Wilcox CJ. Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1973;56: 608-610.
44. Vicentini G, Ostrowski JEB, Romano L, Weidman A, Garnero R, Del Prato J. Eficiencia reproductiva de vacas de producción mayor de 4000 kg de leche en la cuenca lechera central de la provincia de Santa Fé. I. Análisis global de sistemas comerciales de producción de leche durante tres años consecutivos bajo asistencia veterinaria semanal a día fijo y alimentación controlada. *Rev Arg Prod Anim* 1986;6:707-725.
45. Zaied AA, Bierschwal CG, Elmore RG, Youngquist RS, Sharp AJ, Garverick HA. Concentrations of progesterone in milk as a monitor of early pregnancy diagnosis in dairy cows. *Theriogenology* 1979;12:3-11.
46. Zarco LA. Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet Mex* 1990;3:235-240.

## EXPERIMENTO 3

### Evaluación de un Programa de Inseminación Artificial en Vacas Holstein en un Manejo Reproductivo Estacional en Condiciones de Pastoreo por Progesterona en Leche

#### II. Actividad Ovárica y Eficiencia de la Detección de Celos

*Cavestany D., Galina C.S.*

#### INTRODUCCION

Un intervalo entre partos de un año es considerado en general económicamente óptimo para vacas de leche (Louca & Legates, 1976; Schmidt, 1989). Para lograr esto, una vaca luego de parir debe reiniciar la actividad ovárica, ser observada en celo, ser inseminada y concebir dentro de los 85 días posparto. El principal problema para alcanzar estos objetivos es el tiempo que transcurre hasta la primera ovulación posparto. Un problema es la falta de síntomas de estro, a pesar de una muy eficiente detección de celos, cuando otras vacas en exactamente la misma condición ya han sido vistas en celo (Opsomer *et al*, 1996). El anestro posparto se ha dividido en “verdadero”, cuando no hay actividad ovárica y “falso” o subestro y también como “profundo” y “superficial” (MacMillan & Day, 1987). Mientras que los anestros verdaderos o profundos están normalmente relacionados a deficiencias energéticas (MacMillan *et al*, 1989; Staples *et al*, 1990), los falsos o superficiales están generalmente relacionados a problemas en la detección de celos (Schopper *et al*, 1993)

En sistemas estacionales, el intervalo del inicio del período de servicios a la primera inseminación es un parámetro importante que refleja la eficiencia de la detección de celos

(MacMillan *et al*, 1987; Grosshans *et al*, 1997). La detección de calores es por lo tanto el principal factor que afecta la eficiencia reproductiva (Hazen, 1981) y por lo tanto una pobre detección de celos causa aumentos en el intervalo entre partos (Bozworth *et al*, 1972; Rounsaville *et al*, 1979; Heersche & Nebel; 1994). En sistemas pastoriles, generalmente la detección de celos se realiza dos veces por día cuando los animales son llevados al ordeño y muchas veces esto implica la movilización de un grupo numeroso de animales. Las vacas deben a menudo recorrer largas distancias desde la pastura a la sala de ordeño, por lo que la correcta detección de celos se vislumbra como una constricción importante a la eficiencia reproductiva de la finca, aunque en estos casos su magnitud no ha sido casi estudiada (Cavestany, 1993; Cavestany, 1994; Grosshans *et al*, 1997).

La utilización de la progesterona (P4) en leche ha sido y es una herramienta muy útil para determinar la eficiencia de la detección de celos (Gartland *et al*, 1976; Günzler *et al*, 1979; Cavestany & Foote, 1985; Reimers *et al*, 1985).

Los objetivos del presente estudio son:

1. Determinar la actividad ovárica de los animales previo y durante los 80 primeros días del período de servicios.
2. Analizar por medio de la determinación de progesterona en leche, los celos perdidos luego del comienzo de la estación de empadres antes del primer celo detectado y el primer servicio realizado al comienzo de la estación de cría.
3. Evaluar los efectos de la eficiencia de la detección de estros en la eficiencia del servicio (ES) obtenida por tres períodos de 21 días a partir de la fecha de inicio de los servicios.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## Animales

En tres fincas lecheras comerciales en el sur de Uruguay, en una zona templada (34° de Latitud Sur y 56° de Longitud Oeste) con temperaturas máximas promedio de 25 °C en verano y mínimas promedio de 5 °C en invierno con más de 100 vacas en producción, ubicadas dentro de una misma área geográfica en el sur de Uruguay, en una zona templada (34° de Latitud Sur y 56° de Longitud Oeste) con temperaturas máximas promedio de 25 °C en verano y mínimas promedio de 5 °C en invierno y con un manejo productivo y reproductivo similar, se seleccionaron todos los animales que estaban en condiciones de ser inseminados al comienzo del período de servicios (20 de mayo), conformando una población de 328 animales compuesta por:

- Vacas entre 40 y 60 **DPP**, parición tardía (n=99), pero en condiciones de ser ofrecidos al servicio
- Vacas entre 60 y 90 **DPP**, (n=109) con parición temprana en ese período de pariciones pero dentro de un rango en que pudieran mantener el intervalo entre partos de 1 año en caso de quedar gestadas.
- Vacas con más 90 días posparto (**DPP**), (n=120) no gestados del período de servicios anterior.

Los animales también fueron clasificados en primíparas (n=123) y multíparas (n=205).

La distribución de animales por finca fue: finca A n=85, finca B n=91 y finca C n=152.

El período experimental se extendió por 80 días, a efectos de que los animales tuvieran por lo menos tres ciclos estrales.

## **Metodología**

Una semana antes del inicio del período de servicios, se comenzaron a obtener muestras de leche dos veces por semana de todos los animales con el fin de determinar la funcionalidad ovárica. Se analizó en primera instancia una muestra semanal de cada animal, utilizándose la segunda solo en caso de falta o duda (valores entre 1 y 3 nmol/L) de la primer muestra. Cuando se registraba una muestra con valores de progesterona inferiores a 1 nmol/L seguida o precedida de dos muestras con valores superiores a 3 nmol/L, se determinó que la vaca había tenido un celo esa semana. Ese dato fue cotejado con la información de los celos detectados por apreciación visual. El análisis de las muestras de leche permitió diferenciar los animales en anestro de aquellos con actividad ovárica.

### **Determinación de Progesterona en Leche por Radioinmunoanálisis (RIA)**

Para las determinaciones de progesterona, las muestras de leche fueron colectadas al final del ordeño en tubos de plástico de 10 cc con una pastilla conteniendo 0.1 g de azida de sodio (Merck). Las muestras eran mantenidas refrigeradas en la finca y recogidas semanalmente y transportadas al Laboratorio de Radioinmunoanálisis de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Uruguay, donde eran centrifugadas y la fracción libre de grasa almacenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis. El período entre la extracción de la muestra y la centrifugación no excedió nunca los 10 días (6 días de promedio).

La determinación de progesterona se realizó por radioinmunoanálisis (RIA) por medio de una técnica de fase sólida utilizando  $\text{I}^{125}$ . El coeficiente de variación intra-ensayo para muestras

con valores inferiores a 1 nmol/L fue de 8.2% y para muestras con niveles superiores a 1 nmol/L de 9.8%. El coeficiente de variación inter-ensayo fue de 11.7% y del 4.5% para muestras con valores inferiores o superiores a 1 nmol/L respectivamente.

### **Determinación de la Eficiencia de la Detección de Celos (EDC)**

La eficiencia de la detección de celos fue definida como *el número de vacas detectadas en celo e inseminadas en un período de 21 días, expresado como un porcentaje del número de animales elegibles para el servicio al comienzo del período*. Para determinarla, se consideraron solamente aquellos animales con actividad ovárica sobre la base de los valores de progesterona en leche. A partir de los registros de celos, se calculó en número de vacas inseminadas, del total de la población, que estaba en condición de serlo (más de 40 días posparto **DPP**) en períodos de 21 días a partir del inicio de los servicios.

### **Análisis estadístico**

El intervalo del inicio del período de servicios al primer servicio se analizó por un método de mínimos cuadrados para datos no balanceados (SAS, v 6.11, 1995), de acuerdo al siguiente modelo lineal:

$$y_{i...n} = \mu + a_{i...n} + \varepsilon_{i...n}$$

donde:

$y_{i...n}$ : Intervalos del inicio del período de servicios al primer servicio.

$\mu$ : media general

$a_{i...n}$ : variables independientes:

- Finca
- Lactancia (vaca múltipara o vaquilla de primer parto)
- Días Posparto (**DPP**)

$\epsilon_{i...n}$ : error aleatorio.

La comparación entre medias se realizó por el método LSD al 5% de probabilidad.

Para el estudio de las variables discretas (porcentaje de concepción al primer servicio y porcentaje de preñez general) se utilizó una prueba de Chi cuadrado y el procedimiento CATMOD (SAS, v. 6.11, 1995).

## RESULTADOS

### Incidencia del Anestro Posparto

Los animales con más de 3 muestras consecutivas con niveles inferiores a 1 nmol/L fueron identificados como en anestro. Del total de los 328 animales seleccionados, 56 (17.2%) no presentaban actividad ovárica determinada por progesterona. Estos animales no reiniciaron los ciclos estrales durante los 80 días que duró el período experimental. Dentro de los animales en anestro, la distribución de éstos de acuerdo a las distintas variables analizadas se presenta en el Cuadro 1. Puede apreciarse un importante efecto de finca ( $P < 0.05$ ), particularmente la Finca B, donde solamente se registró un 8.9% de animales en anestro. Dentro de los días posparto (**DPP**), en la categoría de vacas con más menos de 60 **DPP** se encontraron 39.3% en anestro, entre 60 y



90 **DPP** 46.4% estaba en anestro, mientras que en las de más de 90 **DPP** el porcentaje promedio de anestro fue del 14.3% ( $P < 0.05$ ). La lactancia fue la categoría en que se encontraron las diferencias más importantes ( $P < 0.01$ ), con un 82.1% en las vaquillas de primer parto y solamente un 17.9% en las vacas adultas.

Cuadro 1. Distribución Porcentual de los Animales en Anestro al Inicio del Período de Servicios, de Acuerdo a Finca, Días Posparto (**DPP**) y Número de Lactancia (**LAC**)

<b>FACTOR</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>%</b>
<b>FINCA</b>	A	30.4 <sup>a</sup>
	B	8.9 <sup>b</sup>
	C	14.3 <sup>c</sup>
<b>DPP<sup>1</sup></b>	40-60	39.3 <sup>a</sup>
	61-90	46.4 <sup>a</sup>
	> 90	14.3 <sup>b</sup>
<b>LACTANCIA</b>	1	82.1 <sup>c</sup>
	2+	17.9 <sup>d</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

<sup>1</sup>: DPP: Días Posparto al Inicio del Período

<sup>a, b</sup>:  $P < 0.05$

<sup>c, d</sup>:  $P < 0.01$

## Actividad Ovárica

De los 287 animales ciclando se contabilizaron, a partir de los perfiles de progesterona, un total de 491 ciclos estrales durante los 80 días del período experimental lo que significa un promedio de 1.7 ciclos por animal en actividad sexual. De ellos solamente 48% fueron observados y 52% no fueron nunca detectados. Individualmente, 27 animales (9.3%) nunca fueron inseminados dado que no fueron detectados en celo. En el Cuadro 2 se presenta la distribución de los animales ciclando pero no inseminados, subdivididos en las mismas categorías anteriores. En este caso también se registró un efecto de finca ( $P < 0.05$ ), pero no en la categoría de días posparto a la vez que existió una importante diferencia de acuerdo al número de lactancia ( $P < 0.05$ ).

Si se suman los animales en anestro y aquellos ciclando pero no inseminados en los primeros 80 días del período de servicios, resulta que 66 (20%) de ellos no fueron inseminados.

Cuadro 2. Distribución del Porcentaje de Animales Ciclando pero no detectados en Celos de Acuerdo a Finca, Días Posparto (**DPP**) y Número de Lactancia (**LAC**)

FACTOR	CATEGORIA	PORCENTAJE
<b>FINCA</b>	A	8.0 <sup>a</sup>
	B	20.0 <sup>b</sup>
	C	72.0 <sup>c</sup>
<b>DPP<sup>1</sup></b>	40-60	32.0 <sup>a</sup>
	61-90	36.0 <sup>a</sup>
	> 90	32.0 <sup>a</sup>
<b>LACTANCIA</b>	1	48.0 <sup>a</sup>
	2+	52.0 <sup>a</sup>
<b>TOTAL</b>		<b>100</b>

<sup>1</sup>: DPP: Días Posparto al Inicio del Período

<sup>a, b</sup>: P>0.05

<sup>c, d</sup>: P=0.07

### **Eficiencia de la Detección de Celos y Factores que la Afectan**

Una vez determinada la población con actividad ovárica, se calculó la eficiencia de la detección de celos en tres periodos de 21 días, a partir del inicio de la inseminación. Los resultados por periodo se resumen en el Cuadro 3. La eficiencia promedio de la detección de

celos en los tres periodos evaluados fue de 36.8%. Se registraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre fincas dentro de cada periodo, pero no entre periodos para cada finca ( $P > 0.1$ ) con excepción de la Finca A, en la cual hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) en el periodo 3 con respecto al 1 y 2.

Cuadro 3: Eficiencia de la Detección de Celos (Eficiencia del Servicio) en Tres Fincas y Tres Periodos de 21 Días Desde el Inicio del Servicio

<b>FINCA</b>	<b>PERIODO 1</b>	<b>PERIODO 2</b>	<b>PERIODO 3</b>
A	28.8 <sup>ac</sup> (21/73)	50.0 <sup>ac</sup> (26/52)	81.8 <sup>ad</sup> (21/26)
B	76.4 <sup>bc</sup> (68/89)	47.6 <sup>ac</sup> (10/21)	54.5 <sup>ac</sup> (6/11)
C	36.0 <sup>ac</sup> (45/125)	30.5 <sup>ac</sup> (24/80)	44.0 <sup>ac</sup> (24/55)
<b>TOTAL</b>	<b>46.7<sup>c</sup></b> <b>(134/287)</b>	<b>39.2<sup>c</sup></b> <b>(60/153)</b>	<b>54.8<sup>c</sup></b> <b>(51/93)</b>

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras entre columnas ( $P < 0.05$ )

<sup>c, d</sup>: Diferentes letras entre filas ( $P < 0.05$ )

Los días del parto al inicio del servicio (**DPP**) no tuvieron influencia en la eficiencia de la detección de celos. De la categoría de animales con 40 a 60 **DPP**, 43.9% fueron detectados en

celo, de las vacas entre 60 y 90 **DPP** 43.6% de los celos fueron observados y en aquellas hembras con más de 90 **DPP** 51.4% de los estros fueron detectados. En la Figura 1 se muestra la eficiencia de la detección de celos por días posparto y por finca. Tampoco se registraron diferencias dentro de cada finca en el porcentaje de celos observados en los distintos períodos posparto.

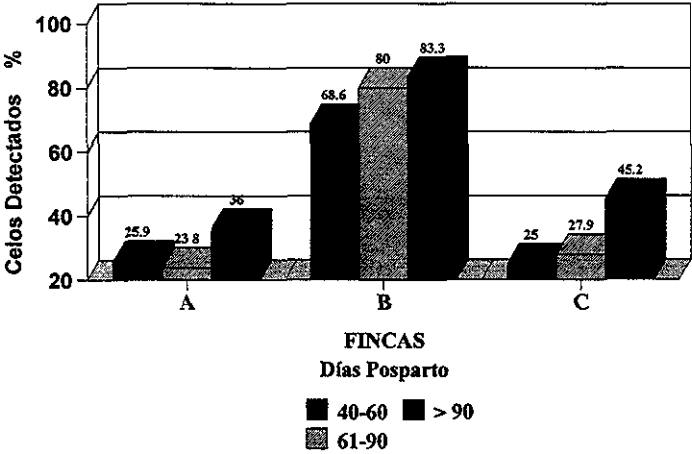


Figura 1: Porcentaje de Detección de Celos en los Primeros 21 Días del Inicio del Período de Servicios, Según Finca, y Días Posparto.

La eficiencia de la detección de celos fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) en vacas adultas (67.8%) que en vaquillas de primer parto (33.3%) en los primeros 21 días de comenzado el período de servicios. Debido al pequeño número de animales, no se evaluaron los otros dos períodos para esta categoría. No se registraron diferencias entre fincas en el porcentaje de celos observados en primíparas o multíparas como se muestra en la Figura 2.

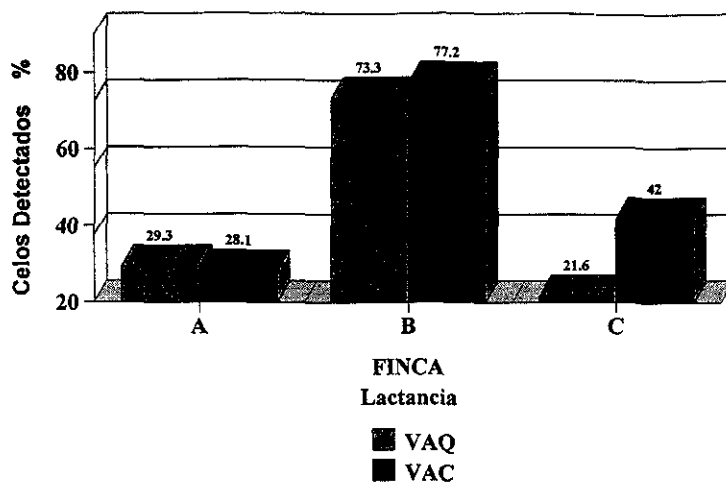


Figura 2. :Porcentaje de Detección de Celos en los Primeros 21 Días del Inicio del Período de Servicios, Según Finca y Lactancia (Vaquilla o Vaca).

### Intervalo del Inicio de la Época de Servicios al Primer Servicio

Para evaluar los efectos de la detección de celos en los parámetros reproductivos, se calculó el intervalo promedio desde el inicio del período de servicios al primer servicio. Este fue de 27 días como se presenta en el Cuadro 4, registrándose una variación importante ( $P < 0.05$ ) entre fincas y días posparto, pero no entre lactancias.

Cuadro 4: Fuente de Variación para el Intervalo desde el Comienzo del Período de Servicios a la Primera Inseminación

FACTOR	CATEGORIA	DIAS
FINCA	A	32.8 <sup>a</sup>
	B	16.1 <sup>b</sup>
	C	36.1 <sup>a</sup>
DPP <sup>1</sup>	40-60	31.7 <sup>a</sup>
	61-90	30.4 <sup>a</sup>
	> 90	23.3 <sup>b</sup>
LACTANCIA	1	30.1 <sup>a</sup>
	2+	25.9 <sup>a</sup>
TOTAL		100

<sup>1</sup>: DPP: Días Posparto al Inicio del Período

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras entre filas difieren ( $P < 0.05$ )

## DISCUSION

### Incidencia del Anestro Posparto

La incidencia de anestro, evaluado por P4 fue del 17.2%. Las hembras que mayormente tuvieron problemas de anestro fueron las primíparas con casi un 82.1% del total de las vacas en

anestro y los animales con 61-90 **DPP**, de los cuales 46.4% tenían ovarios inactivos de acuerdo a niveles de progesterona (Cuadro 1). Esta incidencia de anestro es mayor que la reportada por Bloomfield *et al* (1996) en animales en pasturas en el Reino Unido, quienes describen que el 94% de los animales estaban ciclando a los 60 **DPP**. La diferencia posiblemente sea debida a una mejor alimentación en los animales de ese trabajo. Situaciones similares a las del presente estudio han sido descritas en Nueva Zelanda (McDougall *et al*, 1992; McDougall *et al*, 1995), donde asocian indirectamente una menor disponibilidad de alimentos a una mayor carga animal y concluyen que esta situación está asociada a períodos de anestro posparto más prolongados. Para MacMillan *et al* (1989) las vacas acíclicas representan el principal problema de infertilidad en los hatos de Nueva Zelanda y esta condición de anestro es principalmente un reflejo de una insuficiente energía en la dieta luego del parto o durante el período de servicios.

En este estudio, 52% de los estros registrados por progesterona durante el período experimental nunca fueron detectados como celos, lo que es similar a los hallazgos de Fonseca *et al* (1983) y Schopper *et al* (1993). Más aún, 9.3% de los animales con actividad ovárica aparentemente normal no fueron detectados en celo durante los 80 días del estudio (Cuadro 2). En este grupo, sobresale un efecto finca, con rangos del 72% al 8% dentro del total de animales ciclando pero no detectados en celo. Si al número de vaquillas en anestro se suma el número ciclando pero no detectados en celo, resulta que 47% de los animales de esta categoría no se inseminaron durante por lo menos 120 **DPP** (40 de espera voluntaria más 80 del período de estudio). Un problema similar describe MacMillan *et al* (1989) en animales en pasturas y concuerda con las conclusiones de Fagan *et al* (1988) que el principal factor afectando la eficiencia reproductiva es la detección de celo, pero sobretodo en vaquillas de primer parto que son el futuro de la empresa pecuaria.



## **Eficiencia de la Detección de Celos y Factores que la Afectan**

La evaluación de la eficiencia en la detección de celos se realizó en tres períodos de 21 días, considerando solamente los animales con actividad ovárica. Según se presenta en el Cuadro 3, la eficiencia de la detección de celos durante el primer período de 21 días fue del 46.7%, superior al 37.5% encontrado en un ensayo anterior (Cavestany, 1993). Una de las diferencias radicó en que en este ensayo se eliminaron previamente los animales que no presentaban actividad ovárica. Los animales detectados en celo en cada uno de los períodos eran eliminados de los cálculos de los siguientes. Se registraron diferencias no significativas entre períodos, siendo el porcentaje de celos detectados menor en el segundo período que en el primero y mayor en el tercero aunque en este último se consideraron muy pocos animales. Es interesante apreciar el factor humano y su efecto en el manejo por períodos ya que las tres fincas muestran situaciones completamente diferentes. En la Finca A, la eficiencia de la detección de celos fue muy mala en el primer período (28.8%) mejorando en el segundo (50%) y en el tercero (81.8%). Aparentemente, a medida que había menos animales disponibles, la eficiencia aumentaba, lo cual contradice lo reportado por Hurnik *et al* (1975), que un mayor número de animales en celo aumenta la actividad sexual e indirectamente la posibilidad de detectar los celos. Posiblemente esta discrepancia se deba al hecho de que bajo condiciones de pastoreo el grupo sexualmente activo se forma más fácilmente y aún pocas hembras pueden interactuar con facilidad. En la Finca B, por el contrario, se registró una muy buena detección de celos en el primer período (76.4%), disminuyendo en el segundo (47.6%). Aunque no hay base experimental para demostrarlo por las características del diseño del trabajo, es posible suponer que con una buena detección de celos, todos aquellos animales con síntomas claros de celo fueran detectados en el primer período. Para el segundo período quedaron las vacas con aparentemente sintomatología de

celo más débil lo que hizo bajar la eficiencia. Por su parte, la Finca C fue consistentemente ineficiente en los primeros dos períodos, lo que concuerda con King *et al* (1976) quienes concluyen que un alto porcentaje en las dificultades de detección de celos es por error humano o al sistema de manejo de la finca, más que a un problema de los animales.

Para determinar cuales eran los factores que pudieran incidir en esta baja eficiencia además del efecto finca, se estudiaron los efectos de lactancia y días del parto al inicio del período de servicios. El principal factor fue el humano (efecto finca), no encontrándose efecto en los días posparto pero sí se registró diferencia entre vaquillas de primer parto y vacas adultas. Esto concuerda con resultados previos de Cavestany (1995), que en un estudio realizado en condiciones similares encontró una menor manifestación de celo en vaquillas de primer parto en contraposición a vacas adultas.

### **Intervalo del Inicio de la Época de Servicios al Primer Servicio**

Si la eficiencia de la detección de celos fuera del 100%, es decir todos los animales fueran detectados en los primeros 21 días del servicio, considerando un porcentaje diario de celos del 4 al 5%, el intervalo promedio desde el inicio del período de servicios a la inseminación de todos los animales no debería ser superior a los 12 a 13 días. La determinación de este parámetro es sumamente útil en sistemas con servicios estacionales (MacMillan *et al*, 1987, Grosshans *et al*, 1997) puesto que permite relacionar la eficiencia reproductiva con parámetros tales como intervalo parto a primer servicio, a concepción o intervalo entre partos. Para cuantificar esto, se determinaron los días transcurridos desde el inicio del período hasta el primer servicio de cada animal. El intervalo fue de 27.4 días, superior a los 13 días de MacMillan *et al* (1987) y los 15 días de McDougall (1992) que a su vez reporta una tasa de detección de celos del 90% y los 17

días de Grosshans *et al* (1997). En este parámetro también se registró un efecto de finca. No se registraron diferencias entre lactancias, pero sí en los días posparto. Los animales con más de 90 días posparto tuvieron un intervalo significativamente menor que aquellos con menos días posparto. Esta categoría de animales tuvo una eficiencia de detección de celos mayor (aunque no significativa) que las otras.

En sistemas con servicios estacionales, esta prolongación del intervalo al primer servicio compromete seriamente la eficiencia reproductiva ya que limita las posibilidades de que un animal quede gestante antes de finalizar el período. La pobre eficiencia de detección de celos lleva a un mayor intervalo al primer servicio y si se agrega a esto que la preñez en cada servicio no supera el 40%, la preñez general obtenida en el período se verá seriamente afectada, de acuerdo a Fagan *et al* (1988).

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Bloomfield G, Morant SV, Ducker MJ. A survey of reproductive performance in dairy herds. characteristics of the patterns of progesterone concentrations in milk. *Anim Prod* 1986;42:1-10.
2. Bozworth RW, Ward G, Call EP, Bonewitz ER. Analysis of factors affecting calving intervals of dairy cows. *J Dairy Sci* 1972;55:334-338.
3. Cavestany D. Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. I. Parametros reproductivos. *Bol Div INIA La Estanzuela Uruguay* 1993;37:22 pp.
4. Cavestany D. Manejo reproductivo programado. En: *Jornada Sobre Presentación de Resultados Experimentales. Ejercicio 1993. Serie Act Dif INIA La Estanzuela Uruguay* 1994;21:35-45.
5. Cavestany D. Reinicio de la actividad ovárica postparto. En: *Jornada Sobre Presentación de Datos Experimentales. Ejercicio 1994. Serie Act Dif INIA La Estanzuela Uruguay* 1995;106:1-15.
6. Cavestany D, Foote RH. The use of milk progesterone and electronic vaginal probe as aids in large dairy herd reproductive management. *Cornell Vet* 198;575:441-453.
7. Fagan JG, Bourke S, Roche JF. The reproductive performance of dairy cows in five herds. *Irish Vet J* 1988;42:40-44.
8. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.

9. Gartland P, Schiavo JJ, Hall CE, Foote RH, Scott NR. Detection of estrus in dairy cows by electrical measurements of vaginal mucus and milk progesterone. *J Dairy Sci* 1976;59:982-985.
10. Grosshans T, Xu ZZ, Burton LJ, Johnson DL, Macmillan KL. Performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand. *Livestock Prod Sci* 1997;51:41-51.
11. Günzler O, Rattenberg A, Görlach R, Han R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinary and biotechnical measurements in cows. *Brit Vet J* 1979;135:541-549.
12. Hanzen Ch. L'oestrus: manifestations comportementales et méthodes de détection. *Ann Méd Vet* 1981;125:617-633.
13. Heersche R, Nebel RL. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci* 1994;77:2754-2761.
14. Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl Anim Ethol* 1975;2:55-68.
15. King GJ, Hurnik JE, Robertson HA. Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. *J Anim Sci* 1976;42:688-692.
16. Louca A, Legates JE. Production losses in dairy cattle due to days open. *J Dairy Sci* 1976;51:573-583.
17. Macmillan KL, Day AM. Treating the non-cycling cow. *Proc Ruakura Farm Conf New Zealand* 1978;39:65-68.
18. Macmillan KL, Day AM, Taufa VK, Henderson HV, Allison PA. Some effects of injecting a prostaglandin F<sub>2</sub>alpha (Lutalyse) during the post-partum period on the subsequent fertility of dairy cows. *Proc New Zealand Soc Anim Prod* 1978;47:65-68.

19. Macmillan KL, Day AM, Taufu VK. The problem of the non-cycling cow. Proc Ruakura Farmers Conf 1989;41:15-18.
20. McDougall S, Burke CR, Williamson NB, Macmillan KL. The effect of stocking rate and breed on the period of postpartum anoestrus in grazing dairy cattle. Proc New Zealand Soc Anim Prod 1995;55:236-238.
21. McDougall S, Macmillan KL, Williamson NB. Effect of stocking rate and breed on calving to first ovulation and oestrus in pasture fed dairy cows. Proc 12<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod AI 1992;1:72.
22. Opsomer G, Mijten P, Coryn M, de Kruif A. Post-partum anoestrus in dairy cows: A review. Vet Quart 1996;18:68-75.
23. Reimers TJ, Smith RD, Newman SK. Management factors affecting reproductive performance of dairy cows in the Northeastern United States. J Dairy Sci 1985;68:963-972.
24. Rounsaville TR, Oltenacu PA, Milligan RA, Foote RH. Effects of heat detection, conception rate and culling policy on reproductive performance in dairy herds. J Dairy Sci 1979;62:1435-1442.
25. Schopper D, Schemer R, Weiler U, Claus R. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. Reprod Dom Anim 1993;28:225-235.
26. Schmidt GH. Effect of length of calving intervals on income over feed and variable costs. J Dairy Sci 1989;72:1605-1611.
27. Staples CR, Thatcher WW, Clark JH. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. J Dairy Sci 1990;73:938-947.

28. Thatcher WW, Wilcox CJ. Postpartum estrus as an indicator of reproductive status in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1973;56: 608-610.

## Experimento 4

### **Sincronización de Celos con o sin Inseminación a Tiempo Fijo como Alternativa para Incrementar la Eficiencia de la Detección de Celos y la Eficiencia Reproductiva en Programas de Inseminación Artificial en Vacas Holstein Bajo Condiciones de Pastoreo**

*Cavestany, D. Galina, C.S.*

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo en sistemas de manejo con servicios estacionales es obtener el mayor número de animales preñados en el menor tiempo posible (Grosshans *et al*, 1997). El porcentaje de preñez es el producto del porcentaje de detección de celos por el porcentaje de concepción (Burke *et al*, 1996). Aumentar el porcentaje de concepción no es sencillo, por lo que el porcentaje de detección de celos es una restricción importante para una buena eficiencia reproductiva (ER). Todos los trabajos que han cuantificado la eficiencia de la detección de estros muestran porcentajes muy bajos, del orden del 43% (Fonseca *et al*, 1983), 52% (Fagan *et al*, 1988; Esslemont, 1992). En el otro extremo, Anta *et al* (1989) reportan tasas de detección del 36%, en condiciones de trópico. Para detectar celos exitosamente, además de la habilidad para reconocer sus múltiples signos, se debe dedicar suficiente tiempo a la observación de los animales (Foote, 1975). Eerdeburg *et al* (1996) sobre la base de la elaboración de una escala con los distintos signos de calor y mayores períodos diarios de observación reportan porcentajes de detección del 74%. Otra manera de aumentar la eficiencia de la detección de celos es implementar medidas que permitan aumentar la cantidad de vacas en celo en un período menor de tiempo, para lo cual una



herramienta posible es la sincronización (Cavestany & Foote, 1985). Al lograr una mayor actividad sexual en una población, se logra aumentar la sintomatología de celo (Williamson *et al*, 1972; Hurnik *et al*, 1975) lo que mejora la eficiencia de la detección de celos.

Los primeros métodos de sincronización de celos se realizaron sobre la base de la administración de prostaglandina F<sub>2α</sub> (**PGF**) (Rowson *et al*, 1972; Inskeep, 1973). Sin embargo, en vacas de leche en producción la respuesta a esta hormona es más errática que en vaquillas, ya que mientras en esta última categoría un 73% presenta estro dentro de los 5 días luego del tratamiento, en vacas en producción el porcentaje oscila entre un 12% (Lauderdale *et al*, 1981) y un 35% Cavestany (1994). Hay esquemas que sincronizan tanto el desarrollo folicular como la regresión del cuerpo lúteo sobre la base de combinaciones de **GnRH** y **PGF** (Thatcher *et al*, 1989; Macmillan & Thatcher, 1991; Lucy *et al*, 1992; Wolfenson *et al*, 1994; Pursley *et al*, 1995; Schmitt *et al*, 1996), que resultan en un aumento de la precisión en la detección de celos, además reduce considerablemente el período de tiempo necesario para la detección de celos al sincronizar entre 70% y 80% de las vacas en un intervalo de 4 días (Twagiamungu *et al*, 1995). Las combinaciones de progestágenos y **PGF** para sincronizar vacas en producción resultan además en porcentajes de concepción ligeramente superiores (Folman *et al* 1984). Además, los altos niveles de progesterona previos a la administración de **PGF** resultan en un mayor porcentaje de detección de celos (Rosenberg *et al*, 1990) y aumenta la fertilidad del tratamiento (Folman *et al*, 1990; Xu *et al*, 1997).

Más recientemente, se han comenzado a desarrollar tratamientos que combinan **GnRH** con **PGF** y progesterona o progestágenos (Archbald *et al*, 1992), los que dieron lugar a programas de sincronización con inseminación a tiempo fijo, obviando así el problema de detección de celos (Archbald *et al*, 1992; Xu *et al*, 1997; Pursley *et al*, 1997a; Pursley *et al*,

1997b). En estos esquemas, a las 48 horas de la inyección de **PGF** se administra **GnRH** que provoca la ovulación del folículo recientemente desarrollado (Silcox *et al.*, 1995) y se realiza la inseminación entre 16 y 20 horas luego de esta inyección. Para que estos tratamientos tengan éxito, deben tener una buena sincronía del estro y buena concepción a la inseminación a tiempo fijo. Esto se puede lograr utilizando protocolos basados en progesterona, ya que ésta controla mejor la expresión de estro y la ocurrencia del pico preovulatorio (Fogwell *et al.*, 1986).

A los efectos de buscar alternativas para mejorar la eficiencia reproductiva en sistemas de producción estacionales, se diseñaron dos experimentos con los objetivos de:

1. Evaluar la precisión de la detección de vacas sincronizadas en grupos pequeños o grandes.
2. Comparar la eficiencia de la detección de celo en vacas sincronizadas bajo dos sistemas de detección de celo.
3. Comparar la fertilidad de vacas sincronizadas con vacas en celo natural.
4. Evaluar un esquema de sincronización de celos e inseminación artificial (IA) a tiempo fijo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ensayo 1. Efecto de la Frecuencia de la Detección de Celos en un Tratamiento de Sincronización de Celos**

En dos fincas comerciales con más de 150 vacas en producción, se seleccionaron hembras con más de 40 días de paridas y con actividad ovárica (presencia de un cuerpo lúteo determinado por palpación rectal de los ovarios) estas vacas fueron sometidas al siguiente tratamiento sincronización de celos:

- Día 0: Inyección I/M de 0.2 mg de un análogo sintético de **GnRH** (Gonadorelina) + inserción intravaginal de una esponja de poliuretano impregnada con 300 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (**MAP**).
- Día 7: Retiro de la esponja e inyección I/M de 15 mg de un análogo de Prostaglandina F2a (Luprositol) (**PGF**).

Se tomaron muestras de leche para determinar niveles de progesterona al día 0 (inicio del tratamiento), día 7 (inyección de prostaglandina) y día 8. Se tomó una muestra adicional de leche el día en que los animales eran inseminados. Para las determinaciones de progesterona, las muestras de leche fueron colectadas en tubos de plástico de 10 cc con una pastilla conteniendo 0.1 g de azida de sodio (Merck). Las muestras eran mantenidas refrigeradas en la finca y recogidas semanalmente y transportadas al Laboratorio de Radioinmunoanálisis de la Facultad de Veterinaria donde eran centrifugadas y la fracción libre de grasa almacenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis. La determinación de progesterona se realizó por radioinmunoanálisis (**RIA**) por medio de una técnica de fase sólida utilizando  $\text{I}^{125}$ .

En la finca 1 el tratamiento se realizó en 4 grupos pequeños ( $n = 42, 49, 40, 40$ ) utilizándose como testigos 79 animales del hato inseminados en celo natural en la misma época. En la finca 2 se sincronizaron 2 grupos grandes ( $n = 112$  y  $131$ ) con 73 animales como testigos. Los tratamientos se realizaron en 4 y 2 semanas sucesivas respectivamente, a partir del comienzo del período de servicios. En la finca 1 la detección de celos se realizó por el método convencional, dos veces al día coincidiendo con cada período de ordeño. En la finca 2 se realizó un tercer período de detección de celos de dos horas entre ambos períodos de ordeño.

Para evaluar la respuesta, el intervalo desde el fin del tratamiento a la inseminación se dividió en tres períodos:

1. Menos de 5 días. Animales en celo por respuesta al tratamiento.
2. 5 a 22 días. Animales en celo en un período no atribuible al tratamiento.
3. Más de 22 días. Animales detectados en celo en un estro siguiente al provocado por el tratamiento.

A los 45 días de la inseminación se realizó diagnóstico de gestación por palpación rectal a aquellas vacas que no volvieron a manifestar celo.

Para el análisis de las variables continuas (intervalo tratamiento a inseminación) se efectuó una prueba de “t” para muestras apareadas. Para el análisis de las variables discretas se utilizó la prueba de “Chi Cuadrado”.

## **Ensayo 2. Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Holstein en Producción**

El ensayo se realizó al final del período de servicios (septiembre) en dos fincas comerciales con más de 150 vacas en producción. Se seleccionaron aquellos animales con más de 100 días de paridos, en actividad sexual de acuerdo a la palpación de los ovarios con las siguientes características:

1. Que no habían manifestado celo hasta ese momento o
2. que habían tenido un servicio por lo menos 30 días antes de la fecha de inicio del ensayo y no estaban gestantes al examen por ultrasonografía.

Los tratamientos realizados en cada finca fueron:

### **Grupo 1:**

- Día 0: Inyección I/M de 0.2 mg de **GnRH** (Gonadorelina<sup>1</sup>) + inserción intravaginal de una esponja de poliuretano impregnada con 300 mg de Acetato de Medroxiprogesterona (**MAP**).
- Día 7: Retiro de la esponja e inyección I/M de 15 mg de un análogo de Prostaglandina F2a (Luprositol **PGF**<sup>2</sup>).
- Día 9: Inyección I/M de 0.2 mg de **GnRH** (Gonadorelina)
- Día 10: (20 hs luego de la inyección de **GnRH**) Inseminación artificial sin detección de celos.

Grupo 2:

- Día 0: Inyección I/M de 0.2 mg de **GnRH** (Gonadorelina).
- Día 7: Inyección I/M de 15 mg de un análogo de Prostaglandina F2a (Luprositol) (**PGF**).
- Día 9: Inyección I/M de 0.2 mg de **GnRH** (Gonadorelina).
- Día 10: (20 hs luego de la inyección de **GnRH**) Inseminación artificial sin detección de celos (Pursley *et al*, 1995).

A los 30 días de la inseminación se realizó diagnóstico de gestación por ultrasonografía (**US**), utilizando un equipo Aloka 550 con un transductor de 5 MHz.

Para el análisis de las variables discretas se utilizó el procedimiento CATMOD y la prueba de “Chi Cuadrado”.

---

<sup>1</sup> Fertagyl, Intervet, Boxmeer, Holanda

<sup>2</sup> Prosolvin, Intervet, Boxmeer Holanda

## RESULTADOS

### Ensayo 1. Efecto de la Frecuencia de la Detección de Celos en un Tratamiento de Sincronización de Celos

En la Figura 1 se muestran los porcentajes de vacas con niveles de progesterona superiores a 3 nmol/L al inicio del tratamiento (Día 0), al momento de retirar el implante del progestágeno e inyección de PGF (Día 7) y a las 24 horas siguientes (Día 8).

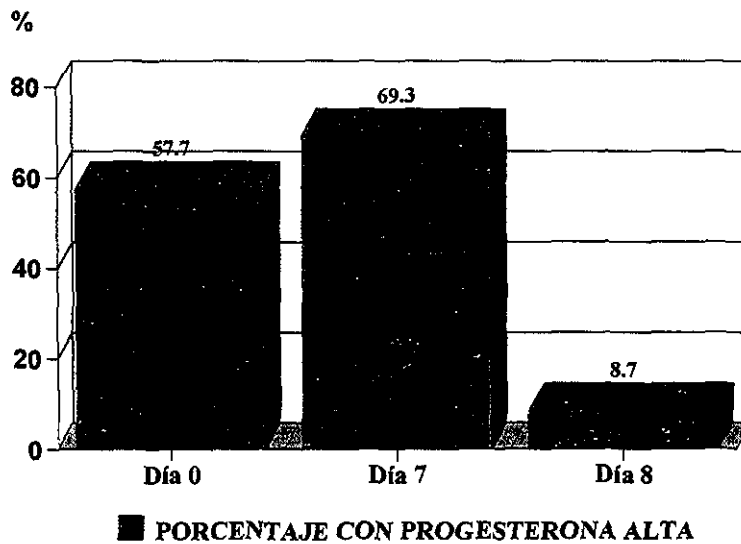


Figura 1. Niveles de Progesterona al Inicio (Día 0), Inyección de PG (Día 7) y 24 hs más tarde (Día 8) en las 2 Fincas del Estudio.

La muestra del día 7 muestra un aumento del porcentaje de vacas con niveles luteales de progesterona con respecto a la del día 0. Asimismo, como era de esperarse, a las 24 horas de la administración de **PGF**, menos de un 10% de los animales tenían niveles altos de progesterona.

Para analizar la respuesta al tratamiento se evaluó el número de animales inseminados en 30 días, de modo de poder incluir un ciclo estral completo luego de la sincronización y los resultados se presentan en el Cuadro 1. Como puede observarse, aunque no fue estadísticamente diferente, un mayor porcentaje de animales fueron detectados en celo e inseminados en la finca 2, donde se realizó la detección de celos tres veces por día. Donde sí se aprecia una diferencia es en el intervalo del tratamiento a la inseminación, que para la Finca 1 fue de 13.2 días y para la Finca 2 de 6.1 días ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 1. Número de Animales Tratados, Porcentaje Detectado en Celos e Inseminados e Intervalo desde el Tratamiento a la Inseminación en cada Finca.

PARAMETRO	FINCA 1	FINCA 2
<b>ANIMALES</b>	171	243
<b>INSEMINADOS<sup>1</sup></b>	71 % <sup>a</sup>	80 % <sup>a</sup>
<b>DIAS SINC-IA<sup>2</sup></b>	13.2±1.5 <sup>b</sup>	6.1±0.6 <sup>a</sup>
<b>MEDIANA</b>	4	3

<sup>1</sup>: Vacas inseminadas en 30 días luego del tratamiento

<sup>2</sup>: DIAS SINC-IA = Intervalo Sincronización a IA (media ± ESM)

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras entre filas difieren ( $P < 0.05$ )

El Cuadro 2 desglosa el intervalo desde el fin del tratamiento a la inseminación en tres períodos. En la finca 1, bajo un esquema de detección de celos convencional el porcentaje de animales inseminados en los 5 días siguientes al tratamiento fue 59.8%, significativamente menor a la Finca 2, donde la detección de celos se realizó tres veces por día y se inseminaron 77.7% vacas en el mismo período ( $P < 0.07$ ). Mientras que no se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el porcentaje de animales inseminados entre los 5 y 22 días luego del tratamiento, un mayor porcentaje ( $P < 0.01$ ) de vacas se inseminó luego de los 22 días en la finca 1 (27.9%) en comparación a la finca 2 (7.8%).

Cuadro 2. Porcentaje de Vacas Inseminadas en Tres Períodos

Luego del Tratamiento por Finca

Días T-IA <sup>1</sup>	FINCA 1	FINCA 2
< 5	59.8 % <sup>a</sup> (73/122)	77.7 % <sup>b</sup> (150/193)
5-22	12.3 % <sup>c</sup> (15/122)	14.5 % <sup>c</sup> (28/193)
> 22	27.9 % <sup>d</sup> (34/122)	7.8 % <sup>e</sup> (15/193)

<sup>1</sup>: Días T-IA: Días Tratamiento a Inseminación

<sup>a, b</sup>:  $P < 0.07$ , <sup>c</sup>:  $P > 0.1$  <sup>d, e</sup>:  $P < 0.01$  (diferentes letras entre columnas)



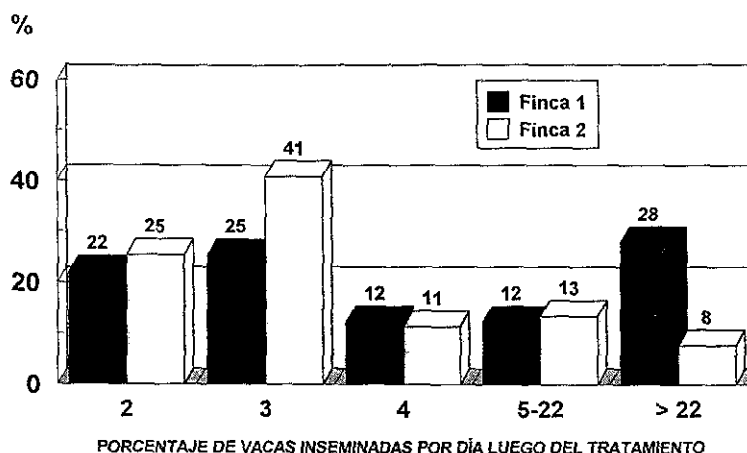


Figura 2. Porcentaje de Vacas Inseminadas por día luego de la sincronización en cada Finca.

La Figura 2 muestra el porcentaje de animales inseminados por día y se aprecia que más del 40% de las vacas entraron en celo para los dos días después del tratamiento.

#### a. Precisión de la Detección de Celos

Con el fin de evaluar la precisión en la detección de celos en las dos fincas, se tomó una muestra de leche al momento de la inseminación para determinar niveles de progesterona. De un total de 467 muestras obtenidas de 315 inseminaciones de vacas sincronizadas y 152 de vacas en celo natural (testigos) en las dos fincas, solamente 5.7% fue superior a 1 nmol/L y apenas 2.3% de esas fueron superiores a 3 nmol/L. No existieron diferencias entre fincas ni entre animales sincronizados o inseminados a celo natural.

#### b. Fertilidad del Tratamiento

La concepción al primer servicio en la finca 1 fue de 56.9% registrándose diferencias (P=0.11) entre sincronizados (65.6%) y testigos (48.1%), mientras que en la finca 2 fue muy baja (30.5%) y no se registraron diferencias (P>0.1) entre animales sincronizados (30.9%) o inseminados a celo natural (30.1%). (Cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de Concepción por Finca para Animales Sincronizados o Inseminados a Celo Natural

GRUPO	FINCA 1	FINCA 2
TRATADO	65.6 <sup>a</sup>	30.9 <sup>a</sup>
TESTIGO	48.1 <sup>b</sup>	30.1 <sup>a</sup>
TOTAL	56.9	30.5

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras entre columnas difieren ( $\chi^2_1$ , P=0.11)

## **Ensayo 2. Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Holstein en Producción**

### **a. Respuesta al Tratamiento**

Un total de 114 vacas se inseminaron a tiempo fijo en los dos grupos de tratamiento, utilizándose como testigos a 62 vacas que fueron inseminadas a celo natural en el mismo período. De las 114 vacas tratadas, 68 (33.3%) se diagnosticaron preñadas por US a los 30 días de la IA

mientras que solamente 19 (31.3%) de las testigos resultaron preñadas ( $P < 0.06$ ) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Respuesta al Tratamiento. Vacas Inseminadas,  
Vacas Preñadas y Porcentaje de Preñez

<b>GRUPO</b>	<b>INSEMINADAS</b>	<b>PRENADAS</b>	<b>% de PRENEZ</b>
<b>MAP</b>	46	22	47.8 <sup>a</sup>
<b>No MAP</b>	68	16	23.5 <sup>b</sup>
<b>Testigos</b>	62	19	31.3 <sup>b</sup>
<b>Total</b>	<b>176</b>	<b>57</b>	<b>32.4</b>

<sup>a, b</sup>:  $\chi^2_1, P < 0.06$

Los animales del ensayo se dividieron de acuerdo al grupo de tratamiento (con **MAP** o sin **MAP**) y a la historia previa de las vacas (con servicio previo **-CS-** o sin servicio previo **-SS-** al tratamiento). El porcentaje de preñez por categoría se resume en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Porcentaje de Preñez según Categoría de Animales, Sin Servicio (SS), Con un Servicio previo al Tratamiento (CS) y con Progestágenos (MAP) o sin Progestágenos (S/MAP).

CATEGORIA	INSEMINADAS	PREÑADAS	% PREÑEZ
MAP-SS	34	20	58.8 <sup>b</sup>
S/MAP-SS	38	11	28.9 <sup>a</sup>
MAP-CS	30	9	30.0 <sup>a</sup>
S/MAP-CS	34	11	32.0 <sup>a</sup>

<sup>a, b</sup>: Diferentes letras difieren ( $P < 0.05$ )

La única diferencia significativa en preñez ( $P < 0.05$ ) se registró en aquellas vacas que no habían tenido servicio previo al tratamiento y que éste incluyó MAP (MAP-SS).

## DISCUSIÓN

### Ensayo 1. Efecto de la Frecuencia de la Detección de Celos en un Tratamiento de Sincronización de Celos

Los valores de progesterona del día 0 muestran que menos del 60% de los animales tenían progesterona alta al inicio del tratamiento, algo menos de lo esperado si se considera que la fase luteal del ciclo estral dura unos 15 días de promedio (Hansel & Convey, 1983), por lo que en una muestra tomada al azar de una población con actividad ovárica normal, habría al menos 70% de las vacas en diestro. Los valores de progesterona al momento de inyectar la PGF (día 7), también

son más bajos que el 90% reportado en estudios en que las vacas tenían un CL funcional al tratamiento (Cavestany *et al*, 1990) lo que confirmaría que no todas las vacas presentaban actividad ovárica normal. Aproximadamente 10% de los animales no respondieron a la inyección de PGF y mantuvieron niveles elevados de progesterona a las 24 horas de la inyección, lo que implica una respuesta similar a la reportada por Twagiamungu *et al* (1995) pero inferior a Moreno *et al* (1986) en cuyo trabajo el 100% de los animales ocurrió la regresión del cuerpo lúteo. Estos animales no respondieron al tratamiento y no fueron detectados en celo dentro de los 5 días posteriores al tratamiento.

Los resultados del Cuadro 1 muestran una respuesta más dispersa en la finca 1 con menor eficiencia de la detección de celos. En la finca 2, con mayor detección de celos la respuesta fue más compacta. Aunque sólo son dos fincas, la respuesta al mismo tratamiento es dicotómica, con un porcentaje numéricamente mayor de animales inseminados en la finca con tres períodos de detección de celos (finca 2). Rosenberg *et al* (1990) reportan que con cuatro observaciones diarias, un 75% de las vacas en celo son detectadas en 7 días y Eederburg *et al* (1996) concluyen que con 12 observaciones diarias es posible detectar el 100% de las vacas en celo. El intervalo del tratamiento al celo fue significativamente menor con más observaciones diarias de celos. Si se considera que de acuerdo a Wolfenson *et al* (1994) la respuesta al tratamiento ocurre dentro de los 5 días posteriores, con un 70% a 80% de las vacas en celo (Twagiamungu *et al*, 1995), el menor porcentaje de animales detectados en celo bajo el sistema “tradicional” (dos veces por día) fue debido a un mayor porcentaje de celos no detectados. Los animales que no respondieron a la sincronización y mantuvieron niveles altos de progesterona al día siguiente a la inyección de PGF, fueron inseminados entre los 5 y 22 días luego del tratamiento. Este porcentaje fue similar en ambas fincas. El mayor número de animales detectados en celo luego de los 22 días del

tratamiento en la finca 1, fueron aquellos que sí respondieron a la sincronización, pero el celo no fue observado, por lo que fueron inseminados al siguiente celo.

### **Precisión en la Detección de Celos**

El porcentaje de vacas reportadas en celo con niveles altos de progesterona (5.7%) fue muy inferior al encontrado en el ensayo 2 (11.1%). De acuerdo a Fogwell *et al* (1986), los protocolos de sincronización que incluyen progesterona exógena controlan mejor la expresión de estro, lo que pudo influir en la mejor precisión en la detección de celos en las vacas sincronizadas.

### **Fertilidad del Tratamiento**

El objetivo del ensayo no era evaluar la fertilidad del tratamiento, sin embargo en la Finca 2, donde la fertilidad obtenida fue superior, se registró una tendencia a una mayor fertilidad en las vacas sincronizadas. Este efecto puede ser debido a la inclusión de una fuente de progesterona en el tratamiento de sincronización, que aumenta la fertilidad del mismo (Folman *et al*, 1990; Xu *et al*, 1997). Al controlar mejor la expresión de estro y la ocurrencia del pico preovulatorio (Fogwell *et al*, 1986). En la finca 2, la fertilidad de los dos grupos fue muy baja debida a otros factores que el diseño del experimento no pudo determinar.

## **Ensayo 2. Sincronización de Celos e Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Vacas Holstein en Producción**

El número de animales del ensayo fue escaso para sacar conclusiones sobre fertilidad de los tratamientos. Por otra parte, la comparación entre porcentajes de preñez con trabajos realizados por otros investigadores en diferentes condiciones y utilizando animales bajo distintas exigencias de producción y clima es riesgosa, por lo que más que comparar porcentajes es más seguro comparar con diferencias entre grupos de tratamiento dentro de cada trabajo.

Pursley *et al* (1995) desarrollaron el esquema **GnRH-PGF-GnRH-IA** y de acuerdo a esos autores, el protocolo sincroniza la ovulación dentro de un período de 8 horas, 24 a 32 horas luego de la segunda inyección de **GnRH**, por lo que proponían una inseminación a las 16 horas de la segunda inyección de **GnRH**. En un trabajo posterior, Pursley *et al* (1997a) no encontraron diferencias en los porcentajes de preñez con su grupo control compuesto de animales inyectados con **PGF** e inseminados a celo detectado. Burke *et al* (1996) con un protocolo similar tampoco encontraron diferencias entre tratados y controles inseminados a celo detectado.

En el presente trabajo, el grupo testigo (sin **MAP**) tuvo una preñez significativamente menor que el grupo al que se le agregó el progestágeno (**MAP**), sin embargo la inseminación se realizó entre 20 y 24 horas luego de la segunda inyección de **GnRH**, por lo que esta diferencia podría explicar la menor tasa de preñez para el grupo sin **MAP** en comparación con los trabajos mencionados.

No existen antecedentes en la literatura revisada acerca de la utilización de **MAP** en bovinos de leche con este esquema de tratamiento. Tampoco es claro, por lo tanto, si la **MAP** se comporta igual a la progesterona natural en cuanto a los tiempos en que se desencadenan los eventos fisiológicos que esta hormona sintética provoca. Los trabajos realizados utilizando progesterona natural (**PRID**) se han realizado en combinación con **PGF** y reportan un ligero incremento ( $P=0.07$ ) utilizando esta fuente de progesterona (Xu *et al*, 1997). Stevenson *et al*

(1989) también con una combinación de **PGF** y **PRID** no encontraron mejoras en la preñez con la adición de progesterona.

Otra característica de este ensayo, es que fue realizado con vacas con historias reproductivas irregulares, ya sea con más de 120 días de paridas y sin celos detectados luego de más de 80 días de servicio, o vacas con un servicio y diagnosticadas vacías por ultrasonografía a los 30 días. Es posible que en esta clase de vacas, este esquema de tratamiento tenga alguna ventaja comparativa con otros.

El protocolo desarrollado aparece como una alternativa interesante para incrementar la eficiencia reproductiva en vacas de leche en condiciones pastoriles. Más investigación es necesaria para determinar los mecanismos fisiológicos de acción del progestágeno sintético Acetato de Medroxiprogesterona (**MAP**) y la sucesión y tiempos de los eventos fisiológicos que provoca, como la maduración de un folículo preovulatorio que diera la pauta a un celo fértil.

Asimismo, previa la recomendación del uso comercial de **MAP** para vacas en ordeño, serán necesarios estudios de residuos de esta hormona y evaluar efectos nocivos para los consumidores.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Anta E, Rivera JA, Galina C, Porrás A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Vet Mex* 1989;20:11-18.
2. Archbald LF, Tran T, Massey R, Klapstein E. Conception rates in dairy cows after timed-insemination and simultaneous treatment with gonadotrophin releasing hormone and/or prostaglandin F2 alpha. *Theriogenology* 1992;37:723-731.
3. Burke JM, de la Sota RL, Risco C, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1996;79:1385-1393.
4. Cavestany D. Comparación entre dos métodos de sincronización de celos. En: Jornada Sobre Presentación de Resultados Experimentales. Ejercicio 1993. Serie Act Dif INIA La Estanzuela Uruguay 1994;21:35-45.
5. Cavestany D, Foote RH. Prostaglandin F2a used for cows with unobserved estrus in a large commercial herd monitored by milk progesterone assay. *Cornell Vet* 1985;75:393-397.
6. Cavestany D, Miranda W, Tagle R, Gama S, Lanzzeri S. Determination of the reproductive performance of Holstein cows in Uruguay. En: *Livestock Reproduction in Latin America*. Ed. by FAO/OIEA 1990;81-85.
7. Eederburg-Van FJCM, Loeffler HSH, Vliet-Van JH. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart* 1996;18:52-54.
8. Esslemont RJ. Measuring dairy herd fertility. *Vet Rec* 1992;131:209-212.
9. Fagan JG, Roche JF. Reproductive activity in post partum dairy cows. *Proc 11<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod AI* 1988;2:28.

10. Fogwell RL, Kanyima BM, Villa-Godoy A, Enright WJ, Ireland JJ. Enhanced precision of estrus and luteinizing hormone after progesterone and prostaglandin in heifers. *J Dairy Sci* 1986;69:2179-2185.
11. Folman Y, Kaim M, Herz Z, Rosenberg M. Reproductive management of dairy cattle based on synchronization of estrous cycles. *J Dairy Sci* 1984;67:153-160.
12. Folman Y, Kaim M, Herz Z, Rosenberg M. Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. 2. Effects of progesterone and parity on conception. *J Dairy Sci* 1990;73:2817-2825.
13. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.
14. Foote RH. Estrus detection and estrus detection aids. *J Dairy Sci* 1975;58:248-256.
15. Grosshans T, Xu ZZ, Burton LJ, Johnson DL, Macmillan KL. Performance and genetic parameters for fertility of seasonal dairy cows in New Zealand. *Livestock Prod Sci* 1997;51:41-51.
16. Hansel W, Convey EM. Control of ovarian function in domestic animals. *J Anim Sci* 1983;57 (Suppl 2):404-424.
17. Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl Anim Ethol* 1975;2: 55-68.
18. Inskeep EK. Potential uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animals. *J Anim Sci* 1973;36:1149-1157.

19. Lauderdale JW, McAllister JF, Kratzer DD, Moody EL. Use of prostaglandin F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) in cattle breeding. *Acta Vet Scand (Suppl)* 1981;77:181-191.
20. Lucy M, Stevenson JS, Call EP. Controlling first service and calving interval by prostaglandin F2 $\alpha$ , gonadotropin-releasing hormone, and timed insemination. *J Dairy Sci* 1992a;69:2186-2194.
21. Lucy MC, Savio JD, Badinga L, de la Sota RL, Thatcher WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *J Anim Sci* 1992b;70:3615-3626.
22. Macmillan KL, Thatcher WW. Effect of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicle in cattle. *Biol Reprod* 1991;45:883-889.
23. McDougall S, Macmillan KL, Williamson NB. Effect of stocking rate and breed on calving to first ovulation and oestrus in pasture fed dairy cows. *Proc 12<sup>th</sup> Intl Congr Anim Reprod AI* 1992;1:72.
24. Moreno IYD, Galina CS, Escobar FJ, Ramirez B, Navarro-Fierro, R.: Evaluation of the lytic effect of prostaglandin F2 alpha in zebu cattle based on serum progesterone. *Theriogenology* 1986;25:413-421.
25. Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH. *Theriogenology* 1995;44:915-923.
26. Pursley JR, Kosorok MR, Wiltbank MC. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci* 1997a;80:301-306.
27. Pursley JR, Wiltbank MC, Stevenson JS, Ottobre JS, Garverick HA, Anderson LL. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J Dairy Sci* 1997b;80:295-300.

28. Rosenberg M, Kaim M, Herz Z, Folman Y. Comparison of methods for the synchronization of estrous cycles in dairy cows. 1. Effects on plasma progesterone and manifestation of estrus. *J Dairy Sci* 1990;73:2807-2816.
29. Rowson L, Tervit R, Brand A. The use of prostaglandins for synchronization of oestrus in cattle. *J Reprod Fertil* 1972;29:145-148.
30. Schmitt EJ-P, Drost M, Diaz T, Roomes C, Thatcher WW. Effect of a gonadotropin-releasing hormone agonist on follicle recruitment and pregnancy rate in cattle. *J Anim Sci* 1996;74:154-161.
31. Silcox RW, Powell FL, Pursley JR, Wiltbank MC. Use of GnRH to synchronize ovulation in holstein cows and heifers treated with GnRH and prostaglandin. *Theriogenology* 1995;43:325-331.
32. Stevenson JS, Mee MO, Stewart RE. Conception rates and calving intervals after prostaglandin F2a or prebreeding progesterone in dairy cows. *J Dairy Sci* 1989;72:208-218.
33. Thatcher WW, Macmillan KL, Hansen PJ, Drost M. Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology* 1989;31:149-164.
34. Twagiamungu H, Guibault LA, Dufour JJ. Synchronization of ovarian follicular waves with a gonadotropin-releasing hormone agonist to increase the precision of estrus in cattle: a review. *J Anim Sci* 1995;73:3141-3151.
35. Williamson NB, Morris KS, Blood DC, Cannon CM, Wright PG. A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in large commercial dairy herds. II Oestrus signs and behaviour patterns. *Vet Rec* 1972;91: 50-58.

36. Wolfenson D, Thatcher WW, Savio JD, Badinga L, Lucy MC. The effect of a GnRH analogue on the dynamics of follicular development and synchronization of estrus in lactating cyclic dairy cows. *Theriogenology* 1994;42:633-644.
37. Xu ZZ, Burton LJ, Macmillan KL. Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF<sub>2</sub>alpha and progesterone. *Theriogenology* 1997;47:687-701.

## DISCUSIÓN GENERAL

Se realizaron cuatro experimentos para determinar los factores que afectan la eficiencia reproductiva de vacas Holstein en producción en condiciones de pastoreo y proponer medidas correctivas.

En el primer experimento se realizó un estudio de las características del reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas y vaquillas en condiciones de pastoreo, mediante la utilización de ultrasonografía (US) y progesterona en leche (P4). El objetivo también era evaluar la eficiencia de la detección de celos (EDC) definida como *el porcentaje de vacas detectadas en celo e inseminadas en los primeros 21 días luego del inicio del período de servicios, sobre el total de ofrecidas* y el porcentaje de preñez (PR), definido como *el porcentaje de vacas preñadas en los primeros 21 días luego del inicio del período de servicios, sobre el total de ofrecidas*.

De dicho ensayo se puede inferir que un prolongado reinicio de la actividad ovárica posparto no era un problema importante, ya que el intervalo a la primera ovulación fue de 35 días y que a los 60 días posparto (DPP) el 87% de los animales había iniciado la actividad ovárica. Esto coincide con otros trabajos realizados también con vacas en pastoreo en Nueva Zelanda (McDougall *et al*, 1995). El reinicio de la actividad ovárica se vio afectado solamente por el peso corporal al parto, similar a lo reportado por Senatore *et al* (1996), pero este efecto se manifestó solamente en aquellas vacas con peso corporal al parto menor a 400 kg. Contrariamente a lo encontrado por Domeq *et al* (1997), la condición corporal al parto no afectó la actividad ovárica. Un buen manejo nutricional de las vacas lecheras implica que durante los 2 meses del período seco reciban una alimentación que permita que se acumulen reservas corporales para luego del parto compensar el balance energético negativo durante los primeros meses de lactación. En sistemas de producción de leche a pasto, normalmente las vacas secas no reciben el alimento

necesario para colmar el 100% de los requerimientos de mantenimiento y gestación. Para cubrir esto, las vacas tienen que movilizar sus reservas corporales, lo que resulta que las vacas no puedan acumular reservas y aumentar el peso corporal durante ese período. El resultado es que las vacas que son secadas con bajo peso corporal lleguen al parto siguiente también con bajo peso y deban utilizar esas escasas reservas para la producción de leche lo que resulta en una disminución de la actividad ovárica durante el posparto temprano, hasta pasado el pico de la lactación. Además de esta disminución en la función ovárica, se registra una producción de leche inferior al potencial genético del animal. Por esta razón, los niveles de producción de leche tampoco tuvieron efecto en el reinicio de la actividad ovárica, contrariamente a los resultados de Enbergs *et al* (1995), pero los animales de ese estudio registraron una producción de leche promedio de 9500 kg mientras que en este fue inferior a los 5000 kg.

La actividad ovárica comenzó de manera irregular normalizándose a medida que aumentaban los DPP. De acuerdo a Macmillan & Day (1987), un período de exposición previa de progesterona es necesario para estimular el eje hipotálamo-hipófisis-ovario para desencadenar la secuencia de eventos que llevan al celo. El primer ciclo posparto fue de menor duración que los siguientes, lo que coincide con Stevenson & Britt (1979), Fonseca *et al* (1983), Bloomfeld *et al* (1986) y Eger *et al* (1988). Solamente el 48% de las ovulaciones fueron acompañadas de sintomatología de celo, lo cual concuerda con Fonseca *et al* (1983), Fagan & Roche (1988) y Schopper *et al* (1993) y aunque se registró una tendencia a aumentar los síntomas de celo en conjunción con las ovulaciones, esto representa una fuente de pérdidas en la eficiencia reproductiva global del hato.

Un resultado por demás interesante fue que la actividad ovárica previa al inicio del período de servicios afectó la eficiencia de éstos. Un 81% de los animales con dos o más ciclos previos al servicio fueron inseminados en 21 días, en contraposición a 19% de aquellos con uno o

ningún ciclo previo. Además, si el ciclo anterior al servicio fue de duración normal, 62% de los animales fueron servidos en 21 días, mientras que si éste fue corto, solamente 38% de los animales fueron inseminados ( $P < 0.05$ ). De modo similar, el 91% de los animales gestados en los primeros 21 días tuvo 2 ó más ciclos previo a ese servicio; un 56% de los gestados tuvo un ciclo estral de duración normal previo al servicio. Toda esta información sugiere que es importante que los animales tengan una actividad ovárica normal y más de un ciclo previo al inicio del período de servicios. Esto implica que tendrán que gestarse rápidamente al empezar el programa de IA para tener un intervalo entre parto en el hato no mayor de 13 meses. Al conocimiento del autor, es la primera vez que esta información se obtiene en estos sistemas de producción y confirma la importancia no sólo de un rápido reinicio de la actividad ovárica sino de una normalización de la misma en condiciones de servicios estacionales. Esto concuerda con Folman *et al* (1973), quienes encontraron que la concentración de progesterona durante el ciclo estral que precede a la inseminación está estrechamente relacionado a la ocurrencia de un servicio efectivo. Los resultados del presente estudio están de acuerdo con la información de Senatore *et al* (1996), quienes afirman que la preñez al primer servicio está positivamente relacionada con el número de ovulaciones previas a la inseminación.

En el segundo ensayo se realizó en 5 fincas comerciales evaluando el efecto de la eficiencia y precisión de la detección de celos en un programa estacional de inseminación artificial (IA). El intervalo al primer servicio fue de 101 días y a la concepción de 134 días, intervalos más largos que los reportados en trabajos realizados en climas templados (Fonseca *et al*, 1983; Fagan & Roche, 1988; Esslemont, 1992; Etherington *et al*, 1996), sin embargo similares a los encontrados en condiciones de trópico seco (Anta *et al*, 1989). Al ser el sistema de inseminación estacional, el intervalo al primer servicio se prolongó debido al período de espera voluntario sobretodo en aquellos animales que parieron más temprano en la estación de partos.



Los 134 días abiertos representan un **IEP** de 13.6 meses, un mes y medio más que la meta de 12 meses.

La eficiencia general de la detección de celos fue del 37.5%, similar al 43% reportado por Fonseca *et al* (1983), al 48% de Etherington *et al* (1996), al 38% de Anta *et al* (1989) y al 38% de Heersche & Nebel (1994). Fue inferior al 62.8% de Robert & Taylor (1996), al 52% de Esslemont (1992) y al 74% de Edeburg *et al* (1996). A diferencia de todos estos estudios, que calculan la eficiencia global de la detección de celos al cabo de un período de tiempo prolongado y basándose en perfiles de progesterona, éste se realizó en hatos con servicios estacionales, por lo que los cálculos se realizaron tomando períodos de 21 días a partir de la fecha de inicio de la IA. Al analizar esta eficiencia de acuerdo a la finca, los días posparto de los animales y el número de lactancia, se encontró que el único efecto significativo fue el de finca, lo que indirectamente implica un efecto humano en la detección de celos. Varios estudios han demostrado que los efectos más importantes que afectan el **IEP** en animales bajo condiciones de pastoreo son la finca donde se realiza el estudio y el año del mismo (para revisión ver Galina y Arthur, 1991). La pobre detección de celos no ha sido evaluada anteriormente en estas condiciones y representa una importante pérdida de eficiencia reproductiva para estos sistemas de producción. En un estudio similar en vacas de carne Galina *et al* (1990) encontraron que solamente fueron capaces de detectar el 30% de los animales ofertados en un programa de IA en vacas Gyr.

Solamente 11% de los animales reportados en celo tenían valores luteales de progesterona lo que representa una precisión mayor a la descrita en la literatura (Hoffmann *et al*, 1976; Shemesh *et al*, 1978; Günzler *et al*, 1979; Oltner & Edqvist, 1981). La detección de celos empleado en estas fincas se realiza cuando los animales son traídos al ordeño de mañana y de tarde y solamente aquellas vacas que notoriamente aceptan la monta son reportadas en calor. Esto

si bien logra una mayor precisión en la detección, conlleva con una mayor pérdida de celos, tal cual ya fue demostrado.

Del análisis de las muestras obtenidas al día 23 luego de la IA, la precisión para el diagnóstico positivo de gestación fue del 65.8%, más bajo que lo reportado por otros investigadores (Hoffmann *et al*, 1976; Shemesh *et al*, 1978). Por otra parte, al analizar los intervalos entre estros, se encontró que solamente el 45% de éstos estaba dentro del rango normal de 17 a 24 días (Esslemont, 1992). Uniendo estos dos valores, es posible inferir que haya existido un efecto patológico confundido que provocara muertes embrionarias tempranas, lo que también contribuye a pérdidas de la eficiencia reproductiva. Este concepto merece futura investigación.

El diseño del segundo experimento no permitió diferenciar si en la baja eficiencia de la detección de celos registrada había un efecto de anestro confundido. Para despejar esa incógnita, se diseñó un tercer experimento donde se estableció la actividad ovárica de los animales previa y durante el período de servicios. Se encontró una incidencia de anestro del 17.2% algo mayor que la reportada por (Bloomfield *et al*, 1996) en el Reino Unido. De todas maneras, el porcentaje encontrado es bajo como para explicar la baja eficiencia del servicio que fue del 38.5%, prácticamente igual a la encontrada el año anterior. Estos resultados también muestran que las vaquillas de primer parto son más “difíciles” de detectar en celo y confirman la importancia del factor humano en este aspecto, lo cual concuerda con lo reportado por Zarco (1990).

De los resultados obtenidos en los experimentos anteriores es obvio que una de las mayores limitantes para maximizar la eficiencia reproductiva era una baja eficiencia de la detección de celos. Una de las posibles maneras de mejorar el porcentaje de detección de éstos es aumentar el tiempo dedicado a la observación de los mismos (Eederburg *et al*, 1996). Otra manera es implementar medidas que permitan aumentar la cantidad de vacas en celo en un período menor de tiempo, para lo cual una herramienta posible es la sincronización (Cavestany &

Foot, 1985). Por otra parte, al lograr una mayor actividad sexual en una población, se logra aumentar la sintomatología de celo (Williamson *et al*, 1972; Hurnik *et al*, 1975) lo que podría mejorar la eficiencia de la detección.

A los efectos de buscar soluciones para esto, se diseñaron dos experimentos sobre la base de sincronización de celos. En el primero, se eligió un protocolo que asegurara una buena respuesta (Pursley *et al*, 1997) al cual se le agregó un progestágeno. Se utilizaron dos fincas y los efectos secundarios que se intentaron medir fueron el número de animales sincronizados por vez y el tiempo dedicado a la detección de celos. Los resultados demostraron que al aumentar el número de animales sincronizados en una población, no se incrementaron los errores en la detección de celos (vacas en diestro con síntomas de estro), ya que menos del 6% de las vacas reportadas en celo tenían valores luteales de progesterona. Por otra parte, al aumentar el período de observación de celos, aumentó numéricamente el número de animales detectados (78% vs. 60%, NS) en los siguientes 4 días del tratamiento. La adición de un progestágeno al tratamiento mostró un leve incremento en la fertilidad del mismo ( $P=0.11$ ).

En el segundo experimento se ensayaron 2 esquemas de sincronización e IA a tiempo fijo, con una modificación a los anteriormente propuestos (Burke *et al* (1996) que fue la adición de un progestágeno (MAP) al protocolo. Esta modificación resultó en un aumento en el porcentaje de preñez con respecto a los testigos y el grupo sin MAP (47.8%<sup>a</sup>, 23.5%<sup>b</sup>, 31.3%<sup>b</sup>), lo cual representa una interesante opción a desarrollar pruebas de campo con un número mayor de animales.

## CONCLUSIONES GENERALES

De los ensayos realizados se puede concluir lo siguiente:

1. La prolongación en el reinicio de la actividad ovárica posparto no es un problema importante, bajo las condiciones de producción en que se realizaron los ensayos, ya que el intervalo a la primera ovulación fue de 35 días y que a los 60 días posparto (DPP) el 87% de los animales había iniciado la actividad ovárica.
2. El reinicio de la actividad ovárica se vio afectado solamente por el peso corporal al parto.
3. La actividad ovárica previa al inicio del período de servicios afectó la eficiencia de la detección de celos. Un 81% de los animales con dos o más ciclos previos al servicio fueron inseminados en 21 días, en contraposición a 19% de aquellos con uno o ningún ciclo previo. Además, si el ciclo anterior al servicio fue de duración normal, 62% de los animales fueron servidos en 21 días, mientras que si éste fue corto, solamente 38% de los animales fueron inseminados ( $P < 0.05$ ). De modo similar, el 91% de los animales gestados en los primeros 21 días tuvo 2 ó más ciclos previo a ese servicio; un 56% de los gestados tuvo un ciclo estral de duración normal previo al servicio.
4. La eficiencia general de la detección de celos fue del 37.5% y el único efecto significativo fue el de finca. Esta pobre detección de celos no ha sido evaluada anteriormente en estas condiciones y representa una importante pérdida de eficiencia reproductiva para estos sistemas de producción.

5. Solamente 11% de los animales reportados en celo tenían valores luteales de progesterona lo que representa una precisión mayor a la descrita en la literatura.
6. Al aumentar el número de animales sincronizados en una población, no se incrementaron los errores en la detección de celos.
7. Al aumentar el período de observación de celos, aumentó numéricamente el número de animales detectados (78% vs. 60%, NS) en los siguientes 4 días del tratamiento.
8. La adición de un progestágeno al tratamiento mostró un leve incremento en la fertilidad del mismo en comparación con el grupo sin progestágeno y los controles (47.8%<sup>a</sup>, 23.5%<sup>b</sup>, 31.3%<sup>b</sup>) (P=0.11). Esto presenta una interesante opción a desarrollar con más animales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anta E, Rivera JA, Galina C, Porras A, Zarco L. Análisis de la información publicada en México sobre eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parametros reproductivos. *Vet Mex* 1989;20:11-18.
2. Bloomfield GA, Morant SV, Ducker MJ. A survey of reproductive performance in dairy herds. Characteristics of the patterns of progesterone concentrations in milk. *Anim Prod* 1986;42:1-10.
3. Burke JM, de la Sota RL, Risco C, Staples CR, Schmitt EJP, Thatcher WW. Evaluation of timed insemination using a Gonadotropin-Releasing Hormone agonist in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1996;79:1385-1393.
4. Cavestany D, Foote RH . Prostaglandin F2a used for cows with unobserved estrus in a large commercial herd monitored by milk progesterone assay. *Cornell Vet* 1985;75:393-397.
5. Domecq JJ, Skidmore AL, Lloyd JW, Kaneene JB. relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. *J Dairy Sci* 1997;80:113-120.
6. Eerdeburg-Van FJCM, Loeffler HSH, Vliet-Van JH. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Vet Quart* 1996;18:52-54.
7. Eger S, Shemesh M, Schindler H, Amir S, Foote RH. Characterization of short luteal cycles in the early post-partum period and their relation to reproductive performance in dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1988;16:215-224.

8. Enbergs H, Voll S, Lohmoller L. Analysis of the postpartum oestrous cycle performance in dairy cows with a high milk yield: correlation between the different criteria for the milk record and those of the cycle. *Reprod Dom Anim* 1995;5:265-269.
9. Esslemont RJ. Measuring dairy herd fertility. *Vet Rec* 1992;131:209-212.
10. Etherington WG, Kinsel ML, Marsh WE. Relationships of production to reproductive performance in Ontario dairy cows: herd level and individual animal descriptive statistics. *Theriogenology* 1996;46: 935-959.
11. Fagan JG, Roche JF. Reproductive activity in post partum dairy cows. *Proc 11<sup>th</sup> Int Congr Anim Reprod AI* 1988;2:28.
12. Folman Y, Rosenberg M, Herz, Davidson M. The Relationship between plasma progesterone concentration and conception in post-partum dairy cows maintained on two levels of nutrition. *J Reprod Fert* 1973;34:267-278.
13. Fonseca FA, Britt JH, McDaniel BT, Wilk JC, Rakes AH. Reproductive traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open. *J Dairy Sci* 1983;66:1128-1147.
14. Galina CS, Arthur GH. Review on cattle reproduction in the tropics. Part 4. Oestrous cycles. *Anim Breed Abst* 1990;58:697-707.
15. Galina CS, Murcia C, Beatty A, Navarro-Fierro R, Porras A. Reproductive performance of Zebu cattle in México. *Proceedings of the Final Research Coordination Meeting*. Bogotá, 19-23 September 1988. *FAO/IAEA Vienna, Austria*. p. 213-220, (1990).
16. Günzler O, Rattenberg A, Görlach R, Han R, Hocke P, Claus R, Karg H. Milk progesterone determination as applied to the confirmation of oestrus, the detection of cycling and as an aid to veterinary and biotechnical measurements in cows. *Brit Vet J* 1979;135:541-549.

17. Heersche R, Nebel RL. Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus. *J Dairy Sci* 1994;77:2754-2761.
18. Hoffmann B, Günzler R, Hamburger R, Schmidt W. Milk progesterone as a parameter for fertility control in cattle: methodological approaches and present status of application in Germany. *Brit Vet J* 1976;132:469-476.
19. Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl Anim Ethol* 1975;2: 55-68.
20. Macmillan KL, Day AM. Treating the non-cycling cow. *Proc Ruakura Farm Conf* 1987;39:65-68.
21. McDougall S, Burke CR, Macmillan KL, Williamson NB. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Res Vet Sci* 1995;58:212-216.
22. Oltner R, Edqvist LE. Progesterone in defatted milk: its relation to insemination and pregnancy in normal cows as compared with cows on problem farms and individual problem animals. *Brit Vet J* 1981;137:78-87.
23. Pursley JR, Kosorok MR, Wiltbank MC. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci* 1997;80:301-306.
24. Robert O, Taylor RT. El estado reproductivo en cuatro fincas de ganado Jersey valorado mediante niveles de progesterona en leche. *Turrialba* 1986;36:179-186.
25. Schopper D, Schemer R, Weiler U, Claus R. Effects of milk yield on the fertility of dairy cows during the postpartum period: evaluation of progesterone profiles. *Reprod Dom Anim* 1993;28:225-235.
26. Senatore EM, Butler RW, Oltenacu PA. Relationships between energy balance and postpartum ovarian activity and fertility in first lactation dairy cows. *Anim Sci* 1996;62:17-23.



27. Shemesh M, Ayalon N, Shalev E, Nerya A, Schindler H, Milguir F. Milk progesterone measurement in dairy cows: correlation with estrus and pregnancy determination. *Theriogenology* 1978;9:343-352.
28. Stevenson JS, Britt JH. Relationships among luteinizing hormone, estradiol, progesterone, glucocorticoids, milk yield, body weight and postpartum ovarian activity in Holstein cows. *J Anim Sci* 1979;48:570-577.
29. Williamson NB, Morris KS, Blood DC, Cannon CM, Wright PG. A study of oestrous behaviour and oestrus detection methods in large commercial dairy herds. II Oestrus signs and behaviour patterns. *Vet Rec* 1972;91: 50-58.
30. Zarco LA. Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet Mex* 1990;3:235-240.