

Capítulo I. RESUMEN DE ENSAYOS SOBRE EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS DE LECHE EN PRODUCCION, FACTORES QUE LA AFECTAN Y ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA INCREMENTARLA (Período 1992 a 1997)

Daniel Cavestany*

EFICIENCIA REPRODUCTIVA Y FACTORES QUE LA AFECTAN

Definición de Términos

- **Porcentaje de Detección de Celos (%DC):** Número de vacas servidas en un período de 21 días (duración promedio de un ciclo estral), expresado como un porcentaje del número total de animales ofrecidos al comienzo del servicio.
- **Porcentaje de Concepción (%C):** Porcentaje de animales preñados sobre el total de animales servidos.
- **Porcentaje de Preñez (%P):** Porcentaje de detección de celos por porcentaje de concepción ($\%P = \%DC \times \%C$).
- **Días Abiertos (DA):** o intervalo parto a concepción. Es el intervalo entre el parto y la fecha del servicio "fértil" o en el cual la vaca quedó gestada.
- **Eficiencia de la detección de celos:** Porcentaje de vacas en celo que son detectadas.
- **Precisión de la detección de celos:** Porcentaje de vacas detectadas en celo que realmente están en estro.

1. INTRODUCCIÓN

La meta de un buen programa de manejo reproductivo es lograr un intervalo entre par-

tos (IEP) de 12 meses. Al ser la duración de la gestación prácticamente constante, el intervalo parto a concepción (días abiertos) determina la duración del IEP.

El concepto de eficiencia reproductiva puede ser definido como una "*medida del logro biológico neto de toda la actividad reproductiva*", que representa "*el efecto integrado de todos los factores involucrados, celo, ovulación, fertilización, gestación y parto*".

El objetivo primordial de los procedimientos de manejo reproductivo debe ser optimizar la eficiencia reproductiva del rodeo; este objetivo puede lograrse por un examen ginecológico posparto (PP) y tratamiento de posibles alteraciones, eficiente detección de celos, servicio temprano y sincronización de celos.

Los parámetros de fertilidad más importantes son: *porcentaje de preñez al primer servicio, número de servicios por concepción e intervalo parto a concepción*.

Finalmente, entre los factores aislados que afectan en mayor grado la eficiencia reproductiva se encuentra la falla en la detección de celos.

2. EFICIENCIA REPRODUCTIVA

En las Figuras 1 y 2 se resume la eficiencia reproductiva del tambo de INIA La Estanzuela correspondiente a los años 1990 y

* DV, M.Sc., Ph.D., Programa Nacional de Bovinos de Leche, INIA La Estanzuela.

1991. La Figura 1 muestra el porcentaje de preñez general y el porcentaje de concepción al primer servicio para los años mencionados. En el año 1990 la preñez general fue del 71% y en 1991 del 58%. Estos datos corresponden solamente a vacas en producción, no tomándose en cuenta vaquillonas por haber sido inseminadas en un campo de cría.

En la Figura 2 se muestran los resultados de preñez general y concepción al primer servicio en los tres periodos de servicio de esos años (en La Estanzuela, además de los dos periodos de servicio tradicionales de invierno (junio a agosto) y primavera (octubre a diciembre), se realizaba un periodo de servicios corto -30 días- en el mes de abril, a efectos de disponer de vacas paridas en enero para poder realizar ensayos de alimentación en otoño).

La eficiencia reproductiva de 1991 fue más baja que la de 1990, pero es interesante destacar que la preñez resultante de los

servicios de primavera fue inferior a la de los servicios de invierno en ambos años.

2.1 Factores que la afectan

Los problemas de manejo que afectan la eficiencia reproductiva son varios, ya que en este grupo se superponen varios factores. Entre ellos están aspectos de **manejo reproductivo** (sincronización de celos, etc.) y **factores humanos** (detección de celos, eficiencia de la inseminación, etc.).

En los años 1990 y 1991, en los periodos de servicio de otoño y primavera, se realizaba inseminación artificial (IA) en los primeros 2/3 del servicio y en el último tercio se realizaba un repaso con toros. Estos toros estaban provistos de un arnés marcador para poder identificar las vacas servidas. En la figura 3 se muestran los intervalos entre celos de más de 200 ciclos estrales registrados, comparando la detección visual de celos con los servicios realizados por el toro.

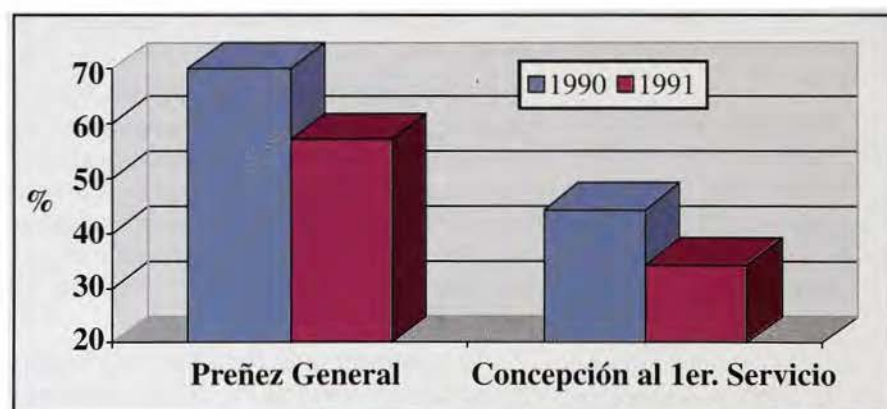


Figura 1. Porcentaje de preñez general y de concepción al primer servicio (1990 y 1991).

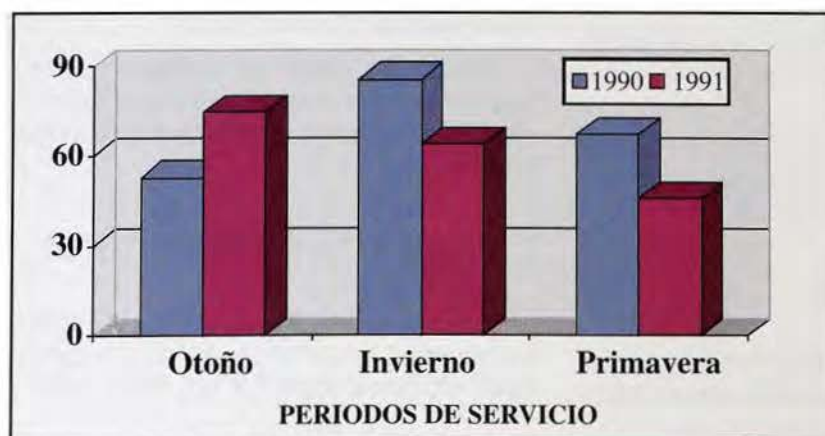


Figura 2. Porcentajes de preñez general en tres periodos de servicios de 1990 y 1991.

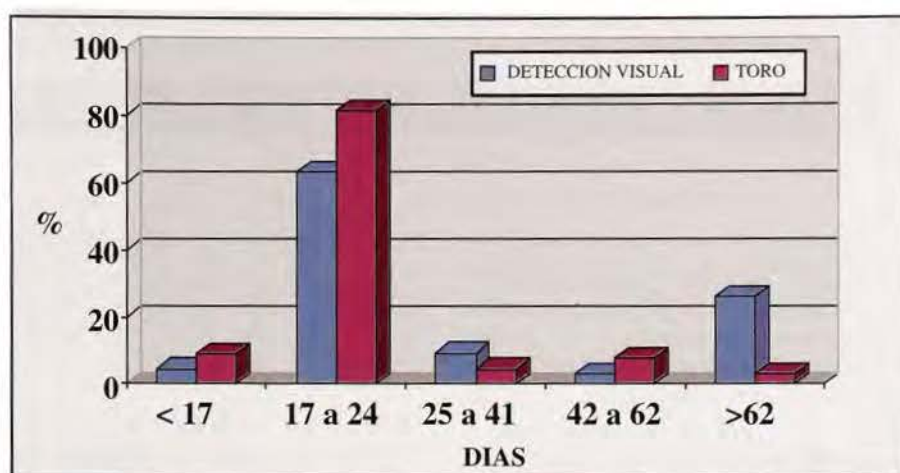


Figura 3. Intervalo entre celos detectados visualmente o por el toro. Porcentaje en cada rango.

El porcentaje de ciclos de duración normal (17 a 24 días) fue de 60% en caso de detección visual de celos y de casi un 80% correspondiente a los servicios realizados por el toro. En el caso de la detección visual, se registró un mayor porcentaje de ciclos «prolongados», lo que en realidad es el resultado de celos «perdidos» o no observados.

Otro aspecto de problemas de manejo a estudiar es la eficiencia de la inseminación. En el Cuadro 1 se muestran resultados de preñez obtenidos por dos diferentes inseminadores durante dos períodos de servicios.

La diferencia de preñez en los dos inseminadores fue debida en parte a la mayor experiencia del inseminador «A».

3. EVALUACIÓN DE PRACTICAS DE MANEJO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS LECHERAS

• Objetivo

Incrementar la eficiencia reproductiva (ER) mediante la aplicación de medidas de manejo y tratamientos estratégicos.

• Esquema

Se inició un esquema de sincronización de celos en los tres períodos de servicio del 1992, tomando en cuenta no solamente fac-

Cuadro 1. Porcentaje de preñez obtenido por dos inseminadores.

Inseminador	Número	% de Preñez
A	79	64,5
B	61	29,5

tores fisiológicos (palpación ovárica) sino considerando aspectos humanos.

Los días viernes, los animales eran palpados por vía rectal para determinar la ciclicidad ovárica y (presumiblemente) la receptividad a la acción de la Prostaglandina por la presencia de un cuerpo lúteo (CL), inyectándose no más de 25 animales por semana. Este esquema se planteó con dos objetivos, primero provocar un pico de celos a partir del día lunes siguiente (simplificando el trabajo del fin de semana) y segundo, al tratar un número limitado de animales por semana, evitar un número de celos muy grande por día, lo que podría causar la falla en la detección de algunos.

• Resultados

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de algunos parámetros reproductivos obtenidos en 1992 en comparación con los obtenidos en 1990 y 1991 (promedio de esos dos años).

Como se aprecia en el Cuadro 2, no se registraron diferencias en el Intervalo Parto al Primer Servicio, lo cual era de esperar dado

Cuadro 2. Parámetros reproductivos correspondientes al promedio de los años 1990 y 1991 y al año 1992.

AÑO	IPS ¹	DA ²	% CONC ³	PREÑEZ ⁴ %
90/91	88 ^a	135 ^a	48 ^a	65 ^a
92	87 ^a	131 ^a	58 ^a	76 ^b

¹ : IPS = Intervalo parto a primer servicio (días).² : DA = Días abiertos (intervalo parto a concepción).³ = Porcentaje de concepción al primer servicio.⁴ = Preñez general.^{a, b} = Diferentes letras entre filas difieren (P<0,05).

que los servicios se realizaron estacionalmente en períodos fijos. Por otra parte, no se realizó ningún tratamiento para tratar de modificar este parámetro. Lo mismo sucedió con los días abiertos, estando ambos parámetros por encima de las metas en un programa de manejo reproductivo de 60 y 100 días respectivamente. El porcentaje de Concepción al Primer Servicio mejoró aunque no significativamente con respecto a años anteriores, pero ambos valores se encuentran dentro de niveles aceptables. El porcentaje de Preñez General, aunque aún por debajo del ideal (88%), aumentó significativamente en el año 1992. El hecho que aumentaran la preñez general y la preñez al primer servicio en 1992 pero no disminuyera el intervalo parto a concepción se explica por el número de animales «atrasados» (esto es que no quedaron preñados en servicios anteriores).

En el Cuadro 3 se presenta más información del manejo reproductivo del año 1992, siempre comparado con el promedio de los dos años anteriores.

En el año 1992 se redujeron en 46 días (22%) los días de servicio a la vez que se aumentó significativamente (67 vs. 48%) el porcentaje de inseminación artificial disminuyéndose en 54 días (48%) el uso de toros como repaso. La eficiencia tanto del servicio como la eficiencia reproductiva se puede observar en el Cuadro 4.

En el Cuadro 4 se aprecian los resultados de las prácticas de manejo implementadas. El porcentaje de animales inseminados sobre los ofrecidos aumentó, aunque no significativamente. Si se registró un aumento significativo en la eficiencia de la detección de celos (% DC), lo que además se reflejó en una mejora significativa en el porcentaje de preñez.

• Conclusiones

La implementación de dos sencillas medidas de manejo, tales como una mayor presión en la detección de celos y un programa de sincronización de celos con Prostaglandinas teniendo en cuenta no solo los aspectos

Cuadro 3. Resumen de otros parámetros reproductivos de los años 1990 y 1991 respecto a 1992.

AÑO	Duración del servicio	Días de IA	Días de toro	% IA
90/91	218	105	113	48 ^a
92	173	114	59	67 ^b

IA = Inseminación Artificial.

^{a, b} = Porcentajes con diferente letra difieren (P < 0.001).

Cuadro 4. Comparación de eficiencia reproductiva de los años 1990 y 1991 con respecto a 1992.

AÑO	I/O(%)	%DC	%C	%P
90/91	83 ^a	76 ^a	56 ^a	42 ^a
92	92 ^a	89 ^b	75 ^b	67 ^b

I/O = Inseminadas sobre ofrecidas.

%DC = Porcentaje de detección de celos.

%C = Concepción al primer servicio (%).

^{a, b} = Diferentes letras entre filas difieren ($P < 0.05$).

fisiológicos sino considerando también el aspecto humano, redundaron en una mejora significativa de la eficiencia reproductiva, consiguiéndose (además de incrementar la inseminación artificial) disminuir el número de días de servicio, lo que resulta en una mayor sincronización de los partos y un aumento significativo en el porcentaje de preñez general.

4.EFECTO DE CAMBIOS DE MANEJO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

Todo programa de manejo reproductivo debe iniciarse con el establecimiento de metas, las cuales deben ser evaluadas periódicamente para poder analizar las causas que las afectan y así implementar las medidas correctivas adecuadas. Dada la cantidad de factores que influyen en la eficiencia re-

productiva, todos los parámetros deben ser cuidadosamente analizados e interpretados.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de algunos parámetros reproductivos correspondientes al año 1993, comparándolos con metas preestablecidas.

Como se aprecia, el intervalo parto a primer celo fue 6 días más largo que la meta mientras que el intervalo a primer servicio (IPS) 21 días más largo; teniendo en cuenta que la eficiencia de detección de celos fue del 89%, esta diferencia no fue debida a problemas de anestro sino a una decisión de manejo en cuanto al momento de iniciar el servicio. La prolongación en el IPS se reflejó en un intervalo parto a concepción (IPC) también más prolongado, lo que ocasionó a su vez un intervalo entre partos (IEP) 24 días más largo (0.8 meses). El número de servicios por concepción estuvo dentro de los valores prefijados y el porcentaje de preñez al primer servicio también se ubicó dentro de los rangos.

En el Cuadro 6 se presentan otros parámetros reproductivos, donde la eficiencia reproductiva se dividió en los tres periodos de servicio que se realizaban entonces en la Unidad de Lechería.

El Cuadro 6 es un ejemplo de la complejidad de los factores que afectan la eficiencia reproductiva y por lo tanto de la necesidad de evaluar los diversos parámetros cuidadosamente. Como se aprecia, el porcentaje de

Cuadro 5. Resumen reproductivo 1993 y comparación con metas¹.

PARAMETRO	META	1993
Parto a primer celo	< 45 Días	51 Días
Parto a primer servicio	< 60 Días	81 Días
Parto a concepción	< 100 Días	122 Días
Intervalo entre partos	<12.5 Meses	13.3 Meses
Servicios/Concepción	< 2.0	1.7
Preñez al 1er. servicio	45 a 55 %	53 %
Preñez general	88 %	71 % ²

¹ = Según Boletín de Divulgación No. 37. INIA La Estanzuela (Eficiencia Reproductiva en Vacas Lecheras).

² = No incluye la preñez de vaquillonas.

Cuadro 6. Otros parámetros reproductivos de 1993.

Epoca	Días	SER/OFR ¹	%C ²	Preñez
Verano	33	89 %	55 %	69 %
Otoño ³	70	88 %	49 %	75 %
Primavera	63	90 %	56 %	66 %
General	166	89 %	53 %	71 %

¹: Servidas sobre ofrecidas.²: Preñez al primer servicio.³: Repaso con toros 21 Días (30 %).

preñez al primer servicio fue inferior en el período de otoño (que fue el más largo y que incluyó el 50% de los animales servidos en el año) y sin embargo el porcentaje de preñez fue ligeramente superior debido a que en ese período se realizó un repaso con toros durante los últimos 21 días.

5.EFECTO DE CAMBIOS DE MANEJO EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA

En la Unidad de Lechería de La Estanzuela se realizaban tres períodos de servicios (abril, junio a agosto y octubre a diciembre) que resultaban en pariciones de verano (20%), otoño (50%) y primavera (30%). Tratando de ajustar la producción de leche a los mejores precios del mercado, este esquema comenzó a modificarse a partir del período de servicios de primavera de 1993 en el que no se ofrecieron las vaquillonas de primer parto. En el año 1994 los cambios fueron más drásticos, eliminándose los períodos de servicios de abril y primavera. Se realizó un único período de servicios que se extendió desde el 20 de mayo al 30 de setiembre. De esta manera, se modificó la distribución de partos y disminuyó el número de los mismos (Cuadro 7).

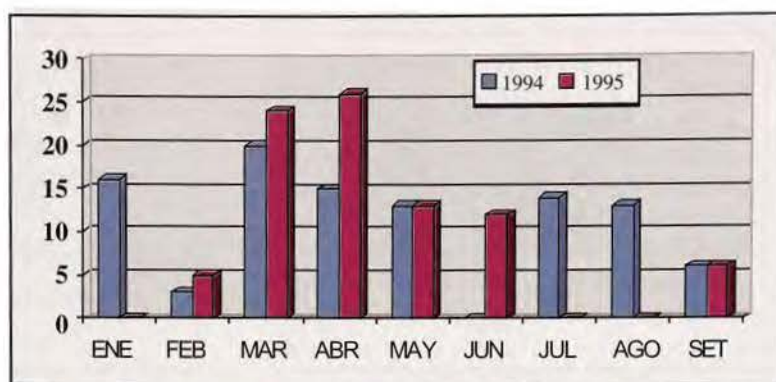
El menor número de partos de 1995 se compensó con un mayor número de vaquillonas que ingresaron. El número de partos de vacas en la primavera de 1994 disminuyó al haberse inseminado menos vacas en la primavera de 1993 (la mayoría de los partos de julio de 1994 corresponden a vaquillonas). En

el mes de junio de 1993 y 1994 no hubo partos debido a que desde 1993 se realiza de manera rutinaria la inducción de los últimos partos del período. Esto se hace mediante la administración de Dexametasona a aquellas vacas a las que le faltan entre 15 y 30 días para la fecha de parto normal. Si bien esto trae secuelas de retención de placenta, la misma se trata fácilmente lográndose que esos animales puedan ser ofrecidos en el siguiente período de servicio. En algunos casos los terneros pueden ser más débiles, pero con una atención adecuada pueden recuperarse y las ventajas de lograr preñar esos animales compensa los gastos e incluso la posible pérdida de alguna cría. En la Figura 4 se puede apreciar más claramente la distribución de partos (en porcentajes) en los años 1994 y 1995.

Cuadro 7. Número de partos por mes en los últimos 3 años.

Mes/Año	1993	1994	1995
Enero	40	34	0
Febrero	3	6	5
Marzo	38	42	44
Abril	35	32	26
Mayo	17	28	13
Junio	0	0	12
Julio	6	30	0
Agosto	43	28	0
Setiembre	32	11	0
Octubre	0	3	0
TOTAL	214	214	172

Figura 4. Porcentaje de partos pormes (1994 y 1995).



Este cambio de manejo trajo aparejado un cambio consecuente en los principales indicadores de eficiencia reproductiva. En el Cuadro 8 se compara la eficiencia reproductiva de 1992 que, como ya se había descrito, se había mejorado significativamente con respecto a años anteriores, con la obtenida en 1993 y 1994.

Como se había mencionado, en la primavera de 1993 no se inseminaron las vaquillonas de primer parto por lo que el primer servicio de estos animales se realizó en el período de otoño de 1994. De modo similar, al eliminar el servicio de abril en 1994 el intervalo parto a primer servicio (IPS) aumentó sensiblemente (las vacas que parieron en enero de 1994 recién se inseminaron por primera vez a fines de mayo) y aumentó

consecuentemente y por las mismas causas el intervalo parto a concepción (IPC). Debido a una buena eficiencia del servicio, el porcentaje de preñez aumentó con respecto al año anterior. Aún así, disminuyó el número de partos respecto a 1994 (Cuadro 7). El intervalo entre partos (IEP) no cambió, pero sí disminuyó el índice de partos y el índice de partos ajustado.

El aumento en los intervalos del parto al primer servicio (IPS) y a la concepción (IPC) se aprecia mejor en la Figura 5, donde se expresan porcentualmente los diferentes rangos de estos intervalos.

Obviamente, las vacas con IPC mayor a 90 días no van a tener un IEP de un año, disminuyendo la eficiencia reproductiva.

Cuadro 8. Cambios en los principales parámetros de eficiencia reproductiva ocasionados por cambios de manejo.

PARÁMETRO	1992	1993	1994
IPS ¹ (Días)	89 ^a	86 ^a	150 ^b
IPC ² (Días)	125 ^a	118 ^a	169 ^b
Preñez general (%)	76 ^a	71 ^a	78 ^a
IEP ³ (Meses)	13.4 ^a	14.0 ^a	13.5 ^a
Índice de partos ⁴ (%)	79 ^a	81 ^a	40 ^b
Índice de partos ajustado ⁵ (%)	71 ^a	68 ^a	39 ^b

¹ : Intervalo parto a primer servicio.

² : Intervalo parto a concepción.

³ : Intervalo entre partos.

⁴ : Vacas que paren en un año y vuelven a parir al siguiente.

⁵ : Porcentaje de partos con un intervalo de 12 meses.

^{a,b} : Medias con diferente letra entre filas difieren ($P < 0.05$).



Figura 5. Porcentaje de vacas con diferentes rangos para los intervalos del parto al primer servicio y a la concepción. Comparación entre 1993 y 1994.

En resumen, estos cambios de manejo traen aparejados una disminución de los indicadores reproductivos. El desafío futuro es mejorar la eficiencia reproductiva y obtener porcentajes de preñez superiores al 85% para que este esquema de un solo período de servicios anual pueda ser sustentable.

6. INSEMINACIÓN UNA VEZ POR DÍA

Hasta 1995 el esquema de inseminación utilizado era el tradicional, es decir las vacas en celo de mañana se inseminaban de tarde y viceversa, permitiendo un intervalo de aproximadamente 12 horas entre el celo y el servicio. En el período de servicios de 1995, se realizó la inseminación una sola vez por día, por las mañanas. La detección de celo se continuó en la forma anterior, de modo que los animales vistos en celo de tarde se inseminaban a la mañana siguiente y los

vistos en celo de mañana, esa misma mañana. Para las vacas vistas en celo de tarde el intervalo a la inseminación era de 15 horas mientras que las vacas vistas en celo de mañana de 3 a 4 horas. Los resultados se resumen en el Cuadro 9:

El número de animales vistos en celo fue superior al encontrado en la tarde. La preñez, fue ligeramente superior con el sistema tradicional (AM/PM), pero no fue estadísticamente diferente.

Lo que fue inferior a años anteriores fue la preñez por inseminaciones, que fue causado por un resultado inferior obtenido por uno de los inseminadores (34,7%) con respecto al otro (50,0%).

En conclusión, el sistema de inseminar una sola vez por día (aunque manteniendo el sistema de detección de mañana y tarde) no resulta en una menor fertilidad y en cambio ahorra tiempo y facilita el trabajo del tambo.

Cuadro 9. Porcentaje de inseminaciones y preñeces según celos detectados por primera vez de mañana o de tarde.

Hora celo	Número	% Inseminaciones	% Preñez
Mañana	224	56,3 ^a	44,2 ^a
Tarde	174	43,7 ^b	52,3 ^a
TOTAL	398	100,0	47,7

^{a, b}: Porcentajes con distinta letra difieren ($P < 0,05$).

7. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN VACAS HOLANDO EN UN MANEJO REPRODUCTIVO ESTACIONAL EN CONDICIONES DE PASTOREO.

I. Efecto de la Detección de Celos en la Eficiencia Reproductiva

Los objetivos de este estudio fueron:

1. Evaluar un programa de inseminación artificial en vacas en producción mediante la determinación de progesterona en leche basándose en muestras obtenidas en momentos estratégicos.
2. Evaluar la precisión de la detección visual de celos 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 el porcentaje de detección de celos (%DC) y en el porcentaje de preñez (%P) del rodeo en periodos 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 cinco tambos comerciales con más de 100 vacas en producción, ubicados dentro de una misma área geográfica y con un manejo productivo y reproductivo similar, se seleccionaron 768 vacas con partos en el periodo de enero a julio. Los partos por tambo 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 Holando, con producción de leche diaria de 15 litros, y 5000 litros por lactancia producto de dos ordeños

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 todos los tambos, 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 celos se realizaba dos veces por día, de mañana y de tarde, cuando los animales eran llevados al ordeño. Todos los tambos 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 celo por la tarde, o esa misma mañana si fueron detectados en celo ese día. El intervalo de detección de celo a inseminación tenía, por lo tanto, un rango de 5 a 17 horas. Los tambos estaban dentro de un circuito de inseminación, por lo que en todos ellos el manejo de la inseminación artificial fue similar, utilizando el mismo inseminador.

- Registros

En el periodo experimental se registró la identificación de los animales, fecha de parto, numero 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 en la cual 0 corresponde a una vaca extremadamente flaca y 5 a un animal excesivamente gordo. En el tambo 2 no se registró peso ni condición corporal. La producción de leche se midió una vez al mes.

- Metodología

Al comenzar el periodo 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 celo 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 los tambos.

- Precisión de la Detección de Celos y Estimación de Preñez

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 celo, 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 celo 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 del Porcentaje de Detección de Celo (%DC) y Porcentaje de Preñez (%P)

La eficiencia de la detección de celos (%DC) 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 el %P, las vacas se clasificaron por lactancia (primiparas o multiparas) 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 preñadas.
- Vacas con más 90 días posparto (DPP), parición temprana.

El porcentaje de preñez (%P) 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

Resultados

• Parámetros reproductivos de la población y factores que los afectan

El intervalo del parto al primer servicio (IPS) fue de 101.5 ± 48.8 días (media $\pm$ DE) y el intervalo parto a concepción (IPC) de 134.4 ± 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 10 se resumen los parámetros que afectaron la reproducción. Las vaquillonas de primer parto demoraron 40 días más en tener su primer servicio y 33 días más en quedar preñadas y de modo similar, los animales con peso y condición corporal menor, necesitaron más tiempo en ser inseminados por primera vez y quedar preñadas.

A pesar que en general las vaquillonas de primer parto parieron más temprano, no existió interacción significativa entre peso al parto y lactancia lo que hubiera significado que las vaquillonas 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 11.

Cuadro 10. 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).

Parámetro	Categoría	IPS ¹	IPC ²
Lactancia	1	124.2±3.8 ^a	146.1±4.6 ^a
	2+	84.4±1.7 ^b	113.7±2.7 ^b
Peso	< 500 kg	118.2±5.8 ^a	140.2±6.8 ^a
Al parto	> 500 kg	85.5±1.8 ^b	113.7±2.5 ^b
Condición corporal	£ 2	113.0±3.0 ^a	130.8±3.9 ^a
Al parto	> 2	88.3±2.4 ^b	118.2±3.2 ^b

¹ : IPS: Intervalo parto a primer servicio.

² : IPC: Intervalo parto a concepción.

^{a,b} : Diferentes letras entre filas difieren (P<0.01).

Cuadro 11. Efecto del mes de parto en el Intervalo Parto a primer Servicio (IPS) y el Intervalo Parto a Concepción (IPC).

	Parto	IPS	IPC
Inicio de Servicios: 20 de mayo	Enero	155.3±12.1 ^a	221.1±13.6 ^a
	Febrero	121.1±5.5 ^b	147.2±6.6 ^b
	Marzo	114.5±3.0 ^c	137.6±4.0 ^c
	Abril	89.0±3.9 ^d	116.3±5.2 ^d
	Mayo	86.9±5.0 ^d	118.3±6.1 ^d
	Junio	79.6±5.4 ^e	94.0±6.4 ^e
	Julio	72.7±6.5 ^f	69.9±7.8 ^f

^{a, b, c, d, e, f} : 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 Celo

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. 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 preñadas. 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). Este error varió entre tambos, en el tambo "A" fue del 43.5%, en el "B" del 4.3%, en el "C" 3.0%, "D" 30.4% y "E" 8.7% y no tuvo relación con los errores en la detección de celo de cada tambo. Así, el tambo "A", que tuvo el mayor

error de muestreo, tuvo uno de los porcentajes más bajos de detección incorrecta de celo, y de modo inverso sucedió en el tambo "E".

En el Cuadro 12 se presentan los porcentajes de animales inseminados con niveles luteales de progesterona. Se registraron importantes diferencias entre tambos en el porcentaje de animales incorrectamente detectados en celo ($P < 0.05$).

• Estimación de Preñez

De 564 vacas estimadas preñadas 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 celo nuevamente dentro del período experimental y los 60 restantes fueron posteriormente diagnosticadas no preñadas por palpación rectal. El intervalo promedio entre el celo 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 descritos y la distribución de los animales en cada uno se presenta en el Cuadro 13.

Cuadro 12. Número y porcentaje de vacas con niveles de progesterona superiores a 3 nmol/L en el día del servicio según tambo.

Tambo	n	P4 ALTA (%)
A	406	7.4 ^a
B	116	8.3 ^a
C	179	4.5 ^a
D	340	10.3 ^a
E	174	30.5 ^b
TOTAL	1215	11.1

^{a, b}: ($\chi^2 = 72.6$, $P < 0.05$).

Cuadro 13. Intervalo entre el celo fértil de acuerdo a los niveles de progesterona al día 23 y el siguiente celo registrado.

Rango	Número	Porcentaje
23 – 30	17	11.0
31 – 42	48	31.2
> 42	89	57.8
TOTAL	154	100

Un 11% de los animales tuvo 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 del Porcentaje de Detección de Celos (%DC) y Porcentaje de Preñez (%P).**

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 (%DC). En el Cuadro 14 se presentan los resultados obtenidos del porcentaje de animales detectados en celo 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 celos fue del 37.5%, no registrándose diferencias entre éstos períodos ($P>0.1$).

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 días posparto no afectaron significativamente ($P>0.1$) la eficiencia de la detección de celos en ninguno de los períodos analizados.

Se encontró además un menor porcentaje de detección de celos en las vaquillonas 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 ($P<0.08$).

Para evaluar el efecto tambo en la eficiencia de la detección de celos (Figura 6), se utilizaron solamente 3 períodos debido al número de animales por tambo. El porcentaje de celos detectados por tambo fue constante en los tres períodos analizados, registrándose diferencias entre los tambos A, C y E con respecto a los tambos B y D ($P<0.05$). A su vez, el tambo A fue más eficiente ($P<0.05$) que los tambos 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 inter-estros. 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 15 se presentan los resultados sobre la base de 718 intervalos inter-estros calculados clasificados de acuerdo a diferentes rangos.

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

Cuadro 14. Porcentaje de detección de celos (%DC), porcentaje de preñez (%P) y porcentaje de concepción (%C = %P/%DC) obtenida en períodos de 21 días (fechas entre paréntesis).

Período	n	%DC	%P	%C
1 (20/5-10/6)	380	42.9 ^a	17.6 ^a	41.1 ^a
2 (11/6-2/7)	298	38.3 ^a	18.3 ^a	47.7 ^a
3 (3/7-24/7)	222	36.0 ^a	14.3 ^a	39.7 ^a
4 (25/7-15/8)	206	38.8 ^a	14.5 ^a	37.4 ^a
5 (16/8-6/9)	174	35.1 ^a	14.5 ^a	42.5 ^a
6 (7/9-28/9)	144	34.0 ^a	14.6 ^a	42.9 ^a
GENERAL	1424	37.5	15.6	41.9

^a: $P>0.1$.

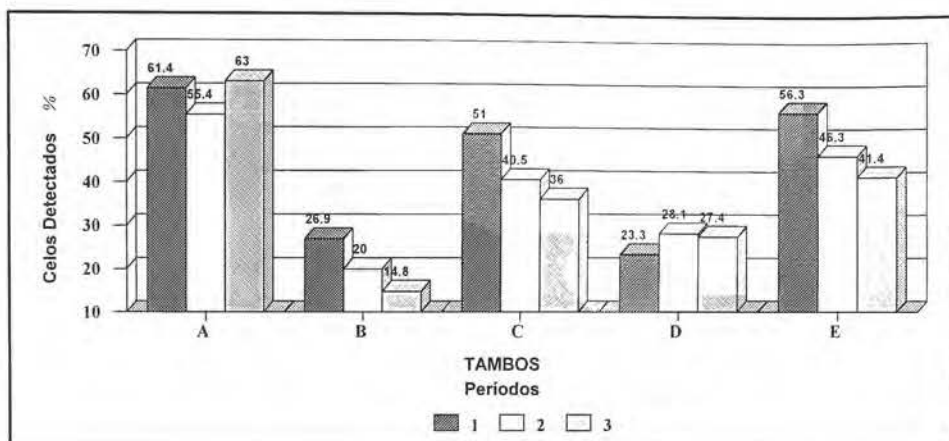


Figura 6. Eficiencia de la detección de celos en 3 periodos de 21 días a partir del inicio del periodo de servicios, según tambo (A, B, C, D y E).

Cuadro 15. Porcentaje de ciclos estrales de diferente duración de acuerdo a los rangos preestablecidos (días).

Rango	n	%
<17	42	5.8
17-24	324	45.1
25-35	12	1.7
36-48	201	28.0
>48	139	19.4

- Analizar por medio de la determinación de progesterona en leche, los celos perdidos luego del comienzo del periodo de servicio antes del primer celo detectado y el primer servicio realizado al comienzo de la estación de cría.
- Evaluar los efectos del porcentaje de detección de celos (%DC) en tres periodos de 21 días a partir de la fecha de inicio de los servicios.

Materiales y Métodos

• Animales

En tres tambos comerciales con más de 100 vacas en producción y con un manejo productivo y reproductivo similar, se seleccionaron todos los animales que estaban en condiciones de ser inseminados al comienzo del periodo 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 periodo de pariciones pero dentro de un rango en que pudieran mantener el intervalo entre partos de 1 año en caso de quedar preñadas.
- Vacas con más 90 de días posparto (**DPP**), (n=120) no preñadas del periodo de servicios anterior.

8. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN VACAS HOLANDO EN UN MANEJO REPRODUCTIVO ESTACIONAL EN CONDICIONES DE PASTOREO POR PROGESTERONA EN LECHE

II. Actividad Ovárica y Eficiencia de la Detección de Celos

Los objetivos del presente estudio fueron:

- Determinar la actividad ovárica de los animales previo y durante los 80 primeros días del periodo de servicios.

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

La distribución de animales por tambo fue:

- Tambo A n=85
- Tambo B n=91
- Tambo 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 del Porcentaje de Detección de Celos (%DC)

Para determinar este parámetro, 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 el 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.

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 16. Puede apreciarse un importante efecto de tambo ($P<0.05$), particularmente el Tambo B, donde solamente se registró un 8.9% de animales en anestro. Dentro de los días posparto (**DPP**), en la categoría de vacas con 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% ($P<0.05$). En el factor lactancia fue donde se encontraron las diferencias más importantes ($P<0.01$), con un 82.1% en las vaquillonas de primer parto en anestro y solamente un 17.9% en las vacas adultas.

Cuadro 16. Distribución porcentual de los animales en anestro al inicio del período de servicios, de acuerdo a tambo, días posparto (**DPP**) y número de lactancia (**LAC**).

Factor	Categoría	%
Tambo	A	30.4 ^a
	B	8.9 ^b
	C	14.3 ^c
DPP ¹	40-60	39.3 ^a
	61-90	46.4 ^a
	> 90	14.3 ^b
Lactancia	1	82.1 ^c
	2+	17.9 ^d

¹ : **DPP**: Días posparto al inicio del período.

^{a, b} : $P<0.05$. ^{c, d} : $P<0.01$.

• 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 17 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 tambo ($P<0.05$), 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.

• Porcentaje de Detección de Celos y Factores que la Afectan

Una vez determinada la población con actividad ovárica, se calculó el porcentaje de detección de celos en tres períodos de 21 días, a partir del inicio de la inseminación. Los resultados por período se resumen en el Cuadro 18. El porcentaje promedio de detección de celos en los tres períodos evaluados fue de 36.8%. Se registraron diferencias ($P<0.05$) entre tambos dentro de cada período, pero no entre períodos para cada tambo ($P>0.1$) con excepción del Tambo A, en la cual hubo diferencia ($P<0.05$) en el período 3 con respecto al 1 y 2.

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

Cuadro 17. Distribución del porcentaje de animales ciclando pero no detectados en celo de acuerdo a tambo, días posparto (DPP) y número de lactancia (LAC).

Factor	Categoría	%
Tambo	A	8.0 ^a
	B	20.0 ^b
	C	72.0 ^c
DPP ¹	40-60	32.0 ^a
	61-90	36.0 ^a
	> 90	32.0 ^a
Lactancia	1	48.0 ^a
	2+	52.0 ^a

¹ : DPP: Días posparto al inicio del período.

a, b : $P<0.05$.

c, d : $P<0.01$.

Cuadro 18. Porcentaje de detección de celos en tres tambos y tres períodos de 21 días desde el inicio del servicio.

Tambo	Período 1	Período 2	Período 3
A	28.8 ^{ac} (21/73)	50.0 ^{ac} (26/52)	81.8 ^{ad} (21/26)
B	76.4 ^{bc} (68/89)	47.6 ^{ac} (10/21)	54.5 ^{ac} (6/11)
C	36.0 ^{ac} (45/125)	30.5 ^{ac} (24/80)	44.0 ^{ac} (24/55)
GENERAL	46.7 ^c (134/287)	39.2 ^c (60/153)	54.8 ^c (51/93)

a, b : Diferentes letras entre filas ($P<0.05$).

c, d : Diferentes letras entre columnas ($P<0.05$).

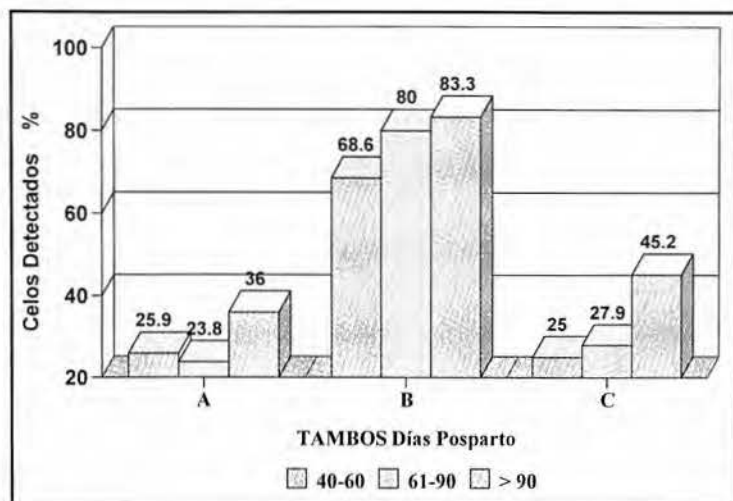


Figura 7. Porcentaje de detección de celos en los primeros 21 días del inicio del período de servicios, según tambo, y días posparto.

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 7 se muestra el porcentaje de detección de celos por días posparto y portambo. Tampoco se registraron diferencias dentro de cada tambo en el porcentaje de celos observados en los distintos periodos posparto.

El porcentaje de detección de celos fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en vacas adultas (67.8%) que en vaquillonas 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 periodos para esta categoría. No se registraron diferencias entre tambo en el porcentaje de celos observados en primíparas o multíparas como se muestra en la Figura 8.

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 19, registrándose una variación importante ($P < 0.05$) entre tambo y días posparto, pero no entre lactancias.

9. CONSIDERACIONES FINALES

La eficiencia reproductiva en bovinos de leche está afectada principalmente por aspectos relacionados al **animal** y aspectos **humanos**. Los primeros se pueden resumir en cuatro causas principales: *alimentación*,

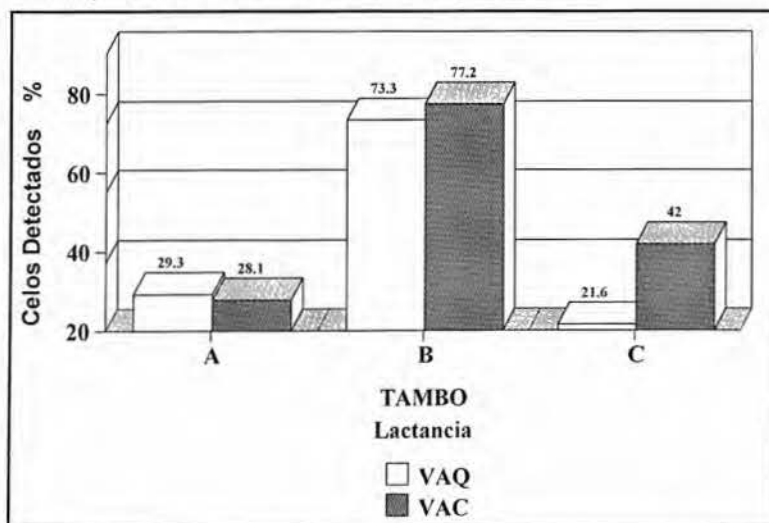


Figura 8. Porcentaje de detección de celos en los primeros 21 días del inicio del período de servicios, según tambo y lactancia (vaquillona o vaca).

Cuadro 19. Fuente de variación para el intervalo desde el comienzo del período de servicios a la primera inseminación.

Factor	Categoría	%
Tambo	A	32.8 ^a
	B	16.1 ^b
	C	36.1 ^a
DPP ¹	40-60	31.7 ^a
	61-90	30.4 ^a
	> 90	23.3 ^b
Lactancia	1	30.1 ^a
	2+	25.9 ^a
Total		27.4

¹ : DPP: Días Posparto al inicio del Período.

^{a,b} : Diferentes letras entre filas difieren

^{c,d} : P<0.05.

paridad, salud y producción, las que a la vez están interrelacionadas. De éstas, los estudios realizados indicaron que la producción de leche, en los niveles nacionales y bajo las condiciones de manejo de los tambos no afecta la eficiencia reproductiva, contrariamente a lo que sucede en otros países con otros esquemas de manejo y otros niveles de producción. Si bien no se han realizado estudios especialmente diseñados para evaluar las interacciones entre nutrición y reproducción, los trabajos descriptos en este capítulo han demostrado que una pobre condición corporal al parto afecta la eficiencia reproductiva. Esto es el reflejo de una inadecuada alimentación de la vaca seca. Por otra parte, la condición corporal al momento del servicio, o las variaciones entre ésta y la condición al parto no afectan la eficiencia reproductiva a menos que la pérdida de condición sea muy grande. Los problemas de salud relacionados al parto (retención de placenta, metritis, vaca caída, etc.) afectan la reproducción, así como también enfermedades de causa bacteriana o viral. Este problema puede ser la causa de baja eficiencia reproductiva y es un aspecto a estudiar más exhaustivamente en el futuro próximo. La paridad afecta la eficiencia reproductiva, especialmente en las vaquillonas de primer parto, y este aspecto se desarrolla en otro capítulo.

Finalmente, los aspectos humanos influyen en la reproducción de un modo mayor al

que tradicionalmente se le adjudica. El factor principal radica, de acuerdo a los trabajos realizados, en la eficiencia de la detección de celos y es por ello que se ha desarrollado una línea de trabajo para buscar solucionar este aspecto, la mayoría de los cuales se presentan en un capítulo posterior. Lo que si se ha evaluado fue que, mediante un manejo reproductivo programado mediante esquemas de sincronización de celos es posible acortar los períodos de servicios sin afectar la preñez obtenida al final de éstos. Otros factores se relacionan a la inseminación los cuales son difíciles de determinar pues incluyen todos los pasos de la técnica, descongelación y manipulación del semen, canulación, etc., pero sí hay inseminadores que logran mayores porcentajes de preñez que otros.

Una medida de manejo interesante fue la realización de la inseminación una vez por día en vez de la tradicional de dos veces diarias. Este cambio no afectó la fertilidad de la inseminación y simplificó este aspecto de manejo a la vez que permite reducir costos en casos en que se utilice un inseminador externo.

En conclusión, a partir de la evaluación de las causas que afectan la eficiencia reproductiva, las líneas de trabajo que se consideraron prioritarias fueron el estudio del anestro posparto y de diferentes esquemas de sincronización de celos.