

Manual de Inseminación Artificial de la Hembra Bovina

Autores

O. R. Wilde

A. de la Vega

M. L. Cruz



Cátedra de Zootecnia General I
Departamento de Producción Animal
Facultad de Agronomía y Zootecnia

Manual de Inseminación Artificial de la Hembra Bovina

Este manual se entrega a los participantes del Curso de Capacitación para Inseminadores que dicta la Cátedra de Zootecnia General I, a través de su Laboratorio de Reproducción y Diagnóstico de Enfermedades Abortifacientes (LABRYDEA), de la Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán.

Si bien no pretende cubrir todas y cada una de las numerosas facetas involucradas en esta biotécnica, abarca someramente sus principales cuestiones. Para una mejor comprensión, el contenido está dividido en seis partes. La primera parte ilustra brevemente sobre aquellos puntos que se consideran como ventajas para el empleo de la Inseminación Artificial.

La segunda intenta resumir aspectos de la organización del rodeo y en particular el manejo de los vientres a inseminar, tendientes a lograr una adecuada eficiencia reproductiva, descriptos en forma elemental.

La tercera parte reúne información sobre la conducta de la vaca en celo, comenzando por una apretada descripción de los genitales femeninos y una somera revisión de los principales signos estrales a tener en cuenta para apartar las vacas a inseminar.

En la cuarta parte se describen los métodos de inseminación, se comparan los mismos y se recomienda el uso del método de fijación cervical transrectal; además se ilustra sobre el momento óptimo para efectuar los servicios.

La quinta parte reúne información sobre la conservadora de semen, su manejo y recomendaciones para preservar su capacidad térmica. Se formulan también recomendaciones para el manejo del semen con el propósito de mantener la máxima fertilidad.

Finalmente, una sexta parte pone énfasis en brindar información para el control y la evaluación del programa de inseminación artificial, punto al que se encomienda prestar especial atención.

Tabla de Contenido

1. La Inseminación artificial.	4
1.1. Introducción.	4
1.2. Ventajas de la inseminación artificial.	4
1.3. Limitaciones de la inseminación artificial.	5
2. Organización del rodeo para I.A.	6
2.1. Preparación del rodeo de cría	6
2.2. Preparación del rodeo lechero	7
2.3. Aprestamiento para la I.A.	8
2.4. Individualización y registro de datos	8
2.5. Sanidad Animal	9
2.6. Estado corporal de los vientres	10
2.7. Destete	11
2.8. Estacionamiento de los servicios	11
2.9. Época de servicios	12
2.10. Instalaciones	13
3. Conducta sexual de la vaca en celo	14
3.1. Órganos sexuales de la vaca	14
3.2. Estro o celo	16
3.3. Duración del celo.	16
3.4. Diagnóstico de la vaca en celo	17
3.4.1. Signos relacionados al comportamiento	17
3.4.2. Signos físicos	18
3.5. Factores que afectan la expresión del celo	19
3.6. Consideraciones para implementar un programa de detección del celo	21
3.7. Errores en la detección del celo	21
3.7.1. Error de eficiencia	21
3.7.2. Error de precisión	22
3.8. Dispositivos detectores de celo	23
3.8.1. Dispositivos detectores en la vaca	25
3.8.2. Dispositivos detectores en el toro	26
4.. Organización del trabajo de inseminación	28
4.1. Observación del celo.	28
4.2. Momento de la inseminación	30
4.3. Métodos de inseminación	32
4.3.1. Descripción del método de fijación cervical	33
4.4. Errores al insertar la pipeta de inseminación	34
4.5. Estimulación de los genitales	35
4.6. Higiene	35

5. Manejo del semen congelado	36
5.1. Manejo de la conservadora de nitrógeno líquido	36
5.1.1. Tipos de termos	36
5.1.2. Estructura de la conservadora de nitrógeno líquido	37
5.1.3. Propiedades físico-químicas del nitrógeno líquido	37
5.1.4. Técnica del uso y manejo de la conservadora	37
5.1.5. Nitrógeno líquido: prevención de accidentes y primeros auxilios	39
5.2. Recomendaciones para el manejo del semen congelado	39
5.2.1. Semen congelado en pajuelas	41
5.2.2. Semen congelado en pastillas	41
6. Evaluación de la inseminación artificial	42
6.1. Causas de descontento	42
6.2. Factores que afectan la tasa de detección del celo.	43
6.3. Mejora de la detección del celo.	44
6.3.1. Porcentaje de celos diarios.	44
6.3.2. Porcentaje de vacas lecheras detectadas en celo.	45
6.3.3. Estros posibles detectados.	45
6.3.4. Proporción de intervalos interestruales.	45
6.3.5. Estimación de la detección del estro por el Test de Progesterona en Leche.	45
6.3.6. Intervalos de servicios.	46
6.3.7. Tasa de sometimiento.	46
6.3.8. Tasa de no retorno.	46
6.3.9. Índice de gestación o servicios por concepción.	47
6.3.10. Servicios acumulados.	47
6.3.11. El no retorno al celo como indicador	48
6.4. Resumen de índices reproductivos mas importantes	49
6.5. Metas y rangos aceptables.	50
Bibliografía	51

1 La Inseminación Artificial

La Inseminación Artificial (I.A.) es una biotécnica que permite lograr un gran avance en el ámbito de la actividad ganadera, pero para ello debe ser utilizada con responsabilidad y profesionalismo. La adecuada y permanente capacitación del técnico inseminador es de fundamental importancia.

Este manual pretende ser una ayuda para que, quien se dedique a esta actividad, tenga presente los conceptos básicos necesarios para desarrollarla con éxito. El inseminador, ya sea se trate de un profesional, un práctico o un productor, debe tener en cuenta que de su accionar, tanto en la detección del celo como en la siembra, depende el resultado reproductivo y productivo del rodeo.

1.1. Introducción

La mejora genética para el logro de una mayor producción y calidad del producto, se logra con el uso de reproductores probados, de alto valor de los caracteres de interés económico, pero el mejoramiento masivo de grandes poblaciones de ganado, no se podría lograr hoy sin el concurso de la inseminación artificial.

Esta biotécnica reproductiva es un símbolo tecnológico alcanzado en el siglo pasado y adoptando masivamente en aquellas regiones del mundo de ganadería científica. Con ella se lograron espectaculares avances, sobre todo en ganado lechero, cuya industria invirtió para su perfeccionamiento cuantiosas sumas de dinero, las que se recuperaron con creces con los resultados obtenidos. Sin embargo, todavía son muchas las quejas y objeciones que produce su adopción, aunque más del 90% de éstas, provienen de su mal uso y del desconocimiento de algunos aspectos fundamentales que habrán de tomarse en cuenta cuando quiera utilizársela.

Los temas desarrollados aquí, constituyen una síntesis de los puntos esenciales que influyen en la eficiencia reproductiva, procurando reunir

una información elemental y sencilla del manejo de la inseminación artificial, que resulte accesible al productor y/o personal de campo, pudiendo servir a la vez de introducción a los estudiantes de grado de ciencias pecuarias.

1.2. Ventajas de la inseminación artificial

Antes de entrar al aspecto concreto del manejo de la inseminación artificial es conveniente recordar algunas de las ventajas que brinda la misma en la mejora del ganado.

Mejoramiento genético masivo: la principal ventaja de este método de reproducción es la posibilidad de mejora genética masiva de grandes poblaciones de ganado, utilizando semen de reproductores seleccionados. El menor costo del semen pone a disposición de la mayoría de los productores el valioso aporte genético de estos animales. Hay una mejora rápida en los rasgos económicamente importantes de facilidad de parto, tasa de crecimiento, habilidad maternal y calidad de la res.

Utilización de semen de alta fertilidad: los reproductores utilizados en inseminación artificial, son animales de alta fertilidad. Animales de excelente

aptitud productiva con fertilidad regular, son por lo general, eliminados como dadores de semen, a menos que la baja fertilidad se deba al envejecimiento del reproductor.

Programación de cruzamientos: cuando se realizan cruzamientos alternados es necesario mantener separados dos o más rodeos, por estar en servicio con toros de raza diferentes. Hay que agregar al costo de los reproductores la duplicación de las necesidades de apotreramiento. Con el empleo de la inseminación artificial se liberan potreros al mantener juntos los distintos lotes de hembras en servicio.

Mejor control de los vientres: la inseminación artificial requiere una observación cotidiana de los vientres. Esto facilita el control de los mismos, el estudio del comportamiento sexual y la sanidad. Presume la previa adopción de medidas tendientes a eliminar los vientres improductivos y posibilita la detección de aquellos animales que no ciclan normalmente, teniéndolos en cuenta para su eliminación o tratamiento. Esto implica una mejora en la fertilidad del rodeo.

Disminución de los peligros e inconvenientes del mantenimiento de toros: el mantenimiento de reproductores siempre es una complicación dentro de un esquema de manejo racional, estando los toros expuestos a malograrse. En ocasiones resultan mucho más onerosos que los costos operativos de la inseminación artificial.

Reducción de transmisión de enfermedades: Reducción de problemas sanitarios y un menor riesgo de transmisión de enfermedades venéreas; con una técnica de IA apropiada, se puede eliminar virtualmente la difusión de enfermedades reproductivas de vaca en vaca.

Conducción de mejores programas de reproducción y parición: los programas de reproducción y parición son mucho más efectivos con el uso de la inseminación artificial al ejercerse un mayor control de los servicios.

Ventajas comerciales: Facilita una estación de cría y parición más corta y más concentrada, lo cual permite una mas consistente y uniforme cosecha de terneros, permitiendo comercializar los mismos con una mejor ventaja.

Maximiza la protección contra defectos inherentes. La evaluación del pedigrí y las pruebas de progenie de los toros padres usados en I.A., reducen el riesgo de transmisión de genes recesivos dañosos.

1.3. Limitaciones de la Inseminación Artificial

Existen algunas limitaciones en el uso de la inseminación artificial, que deberían ser tenidas especialmente en cuenta, ya que pueden afectar severamente los resultados. Ellas pueden ser de orden fisiológico, económico o de manejo.

Limitaciones fisiológicas: la expresión del celo, su duración y momento del día en que la vaca lo manifiesta, condiciona la tasa de detección del estro, incidiendo negativamente sobre el índice de concepción, pudiendo éste ser menor que el obtenido con servicio natural.

Limitaciones de personal: el uso de la IA requiere de técnicos y/o personal especializado, que interprete adecuadamente el comportamiento de la vaca en celo, maneje herramientas de ayuda para la detección, esté capacitado como inseminador y sea capaz de llevar registros adecuados.

Limitaciones económicas: Es necesaria una inversión inicial en termo para la conservación del semen, dosis de semen e instalaciones mínimas.

Limitaciones de manejo: Puede potenciar la aparición de taras por el uso de reproductores defectuosos o de baja puntuación. Además, puede contribuir indeseadamente a la diseminación de enfermedades (no registrado a la fecha, pero posible) si el toro donante está infectado.

2 Organización del Rodeo para la I.A.

Para trabajar racional o científicamente, la organización del rodeo es fundamental. Los rodeos de cría y lecheros poseen peculiaridades en su ordenamiento, que es necesario tenerlas en cuenta si se pretende efectuar ajustes en el manejo y lograr los mayores rendimientos productivos.

El registro de los principales eventos reproductivos es fundamental para la toma de decisiones, tener registros actualizados y saber usarlos en tiempo y forma otorga una ventaja determinante a la hora implementar cambios. La identificación del vientre y de todas las demás categorías del rodeo es el paso inicial para su ordenamiento.

2.1. Preparación del rodeo de cría.

Es recomendable preparar el rodeo a inseminar con suficiente antelación; una ocasión conveniente para hacerlo es al realizar la palpación rectal para el diagnóstico de preñez, lo que se practica generalmente en abril - mayo en la región NOA en los establecimientos con servicios primavera - estivales. Es la oportunidad de realizar una selección de vientres y de acuerdo a la rigurosidad de la presión de selección se va a obtener una mayor o menor eficiencia reproductiva. (8, 66).

Para aquellos establecimientos que no trabajan con servicios estacionados, es necesario sacar los toros del rodeo y esperar 60 días; luego de pasado ese tiempo se debe hacer palpación rectal y separar los vientres que van a destinarse a la Inseminación Artificial. La selección de vientres debe comprender además del tipo, grado de desarrollo, edad, etc., fundamentalmente su récord pasado de parición; es decir, conocer si pare años consecutivos o presenta fallas notables. Es aquí donde cobra verdaderamente relevancia el registro de datos. Evidentemente no se puede seleccionar un

animal por fertilidad si no se cuenta con su historial de servicios y pariciones.

La selección por fertilidad debe ser siempre estricta sin reparar que se trate de un animal de alta calidad o no. La selección debe estar encaminada a:

- Eliminar todos aquellos vientres que fallaron en los servicios durante dos años consecutivos.
- Eliminar aquellos vientres que al tacto rectal presentaban anomalías anatomopatológicas y enfermedades del aparato genital de carácter grave.
- Eliminar vientres con avanzado desgaste dental.
- Eliminar vaquillonas que fallan en quedar preñadas en el primer servicio.

Este trabajo de selección permitirá separar las hembras en dos grupos: a) las vacas preñadas con o sin cría y b) las vacas vacías con y sin cría.

De esta clasificación de vientres, serán destinadas para I.A. las clasificadas como vacías con cría, aprovechando este momento para hacer el destete, o bien a

principio de la primavera, ya que son conocidos los problemas del ternero durante el manejo de I.A. La presencia del ternero retrasa el retorno de la vaca al celo (anestro pospartal) y dificulta la detección de celos, lo que se ve agravado en la hacienda con sangre Cebú. Cuando hay reservas forrajeras que permitan mantener un adecuado estado corporal, la presentación de anestro pospartal es reducido. De todas maneras, siempre se puede recurrir al destete temporario (7) para reiniciar la actividad cíclica de las vacas.

Con respecto a las clasificadas como vacías sin cría, es importante aclarar que si se hallan en este estado sin causa que lo justifique (enfermedades, pérdidas postnatales o posparto, mal año, etc.) deberán ser eliminadas del rodeo.

Al lote que se clasifique como aptas para la I.A., se les agregará las vaquillonas de primer servicio, totalizando así el rodeo a inseminar en la próxima campaña. Estas vaquillonas, deberán ser seleccionadas de acuerdo a su desarrollo corporal, separando aquellas que estén alrededor de los 280 Kg. de peso para las de origen europeo y los 300 Kg. para las índicas (aproximadamente el 70 % del peso promedio de la vaca adulta vacía). Posteriormente se procede a un examen ginecológico lo más completo posible, para determinar si ese desarrollo corporal está en relación con la madurez sexual y dimensiones del canal pelviano.

Es importante tener en cuenta la uniformidad del grupo de vientres que conforman este rodeo, en caso de existir animales que se hallen por debajo del nivel medio del lote, respecto a su estado corporal, es conveniente ayudarlos con tratamientos antiparasitarios, vitaminas, reconstituyentes orgánicos, etc., en el momento que sea necesario. Siempre debe prestarse atención al estado de la hacienda, ya que a medida que la condición corporal de los animales disminuye, la ciclicidad de los vientres se ve comprometida y el porcentaje diario de celos se reduce. Esto acarreará que al finalizar la época de servicios, haya una

sensible disminución de los vientres preñados.

De esta manera, los vientres deben manifestar el celo al llegar los primeros calores de la primavera y el rebrote de los pastos, en un porcentaje adecuado para iniciar los servicios artificiales (este porcentaje oscila entre 2,5% a 4,5% de celo diario, siendo aceptable al menos un 3,5%). En un rodeo de cría, los animales disponibles lo constituyen las vacas vacías con cría al pie, o con destete temporario, las vacas vacías recientemente destetadas, las vaquillonas en buen estado corporal con más de 280 kg. de peso y aquellas hembras con tratamiento para corregir el anestro pospartal.

Cuando utilizando la inseminación artificial un vientre retorna en celo más de cinco veces habiéndose realizado correctamente las inseminaciones, es prudente eliminarlo del rodeo. Se trata de un animal que difícilmente quede preñado por monta natural. De todas formas, si se trata de un animal de baja fertilidad, seguramente será eliminado cuando se constate que falla durante dos años consecutivos.

Animales disponibles para la I.A. en un rodeo de cría

- Vacas vacías con crías y destete temporario.
- Vacas vacías recién destetadas.
- Vaquillonas en buen estado corporal o de más de 280 Kg.
- Vacas con tratamiento para corregir el anestro pospartal

2.2. Preparación del rodeo lechero.

En el caso de los rodeos lecheros, la inseminación artificial se practica a lo largo del año, a medida que las hembras disponibles para el servicio van entrando en celo, ya sea que se practique servicio continuo o estén los mismos agrupados en bloques, para asegurar una producción de leche regular a lo largo de todo el año. En

rodeos lecheros, los animales disponibles para la inseminación son aquellas vacas lactantes con mas de 45 días de paridas, las vacas con tratamiento reproductivo por anestro pospartal excesivo y las vaquillonas en peso adecuado para el entore.

Animales disponibles para la inseminación en un rodeo lechero

- Vacas lactantes con mas de 45 días de paridas.
- Vacas con tratamiento reproductivo por excesivo anestro pospartal.
- Vaquillonas en peso para el entore.

Las vaquillonas se deben seleccionar en forma similar a lo explicado para el rodeo de cría, pero tomando como umbral para el servicio un piso de 330 Kg. de peso para la raza Holando Argentino y 240 Kg. para la Jersey. En el NO argentino, este peso debería alcanzarse a los 18 meses de edad con una adecuada alimentación.

En cuanto a las vacas, estas deben ser previamente observadas para una estricta selección por fertilidad. Es conveniente la eliminación de aquellos vientres difíciles de preñar que no responden a los tratamientos reproductivos indicados, aquellos que presenten anomalías anatomopatológicas o enfermedades de origen genital y aquellos que presenten un excesivo desgaste dentario.

En vientres lecheros también resulta de importancia tener en cuenta el estado corporal de los animales, existe una estrecha relación entre éste aspecto y la fertilidad de las vacas (19).

2.3. Aprestamiento para la I.A.

Es aconsejable que, como mínimo, una semana antes de comenzar los trabajos de Inseminación Artificial, se acostumbre a la hacienda y al personal a los movimientos diarios que deberán efectuarse para tal fin. Estas maniobras tienen por finalidad:

- Adaptar el rodeo al movimiento al que será sometido durante la I.A.
- Lograr lo mismo con el personal, realizando prácticas en la detección precisa de los vientres en celo.
- Determinar el porcentaje diario de celo para corroborar si es el momento adecuado para iniciar la siembra. Si el porcentaje diario no es el aconsejable, queda a criterio del profesional el comenzar o realizar cualquier maniobra que considere necesaria.

Estas indicaciones citadas como aprestamiento podrían llegar a obviarse en ciertas y determinadas circunstancias (mansedumbre de los animales, práctica del personal, necesidad de adelantar el servicio, etc.). Todas las operaciones necesarias como ser baños, vacunaciones, tratamientos antiparasitarios y vitamínicos, etc., deben efectuarse antes de iniciar el trabajo, a fin que una vez comenzada la tarea de inseminación, no haya interrupciones que dificulten la misma.

2.4. Individualización y registro de datos

Es sustancial para todo establecimiento organizado, realizar y llevar actualizadamente un registro de datos de los animales. Esto permite conocer en cualquier momento el estado de la hacienda, su historia y su tendencia futura, posibilitando la aplicación de medidas correctivas en forma general o particular en cada etapa del proceso productivo. Este registro debe contener fundamentalmente los acontecimientos fisiológicos más importantes desde el punto de vista de la reproducción, así como también los antecedentes paternos, enfermedades, vacunaciones, trastornos de cualquier naturaleza, tratamientos, observaciones, etc. Para ello los animales deben estar perfectamente individualizados, siendo recomendable marcar a fuego el registro particular (RP) en el cuerpo y tatuar el mismo en una oreja (Figura N° 1).

Esto permite una fácil lectura. Pueden utilizarse los números pares a las hembras y los impares a los machos, también es usual que el primer dígito

estado de buena salud para obtener mejores logros en la producción, es conveniente enfatizar en el control de las enfermedades de tipo infectocontagioso del aparato reproductor y de los trastornos disfuncionales de éste que sean más comunes.

Previo al inicio de los servicios, siendo esto también válido para la monta natural, es conveniente realizar los siguientes controles:

Palpación rectal: A fin de constatar el normal estado de los órganos genitales de los vientres. Esta práctica permite descartar las hembras que nunca llegarán a parir o tardarán en quedar preñadas, ya que presentan anomalías genitales, enfermedades o trastornos hormonales que impedirán el proceso, en consecuencia el porcentaje de parición resultará más bajo si no se las elimina, distrayéndose tiempo y capital en animales improductivos. Conviene recalcar que mediante inseminación artificial no se podrá preñar animales incapacitados, por lo tanto no debe culpársela de los fracasos debidos a éste tipo de problemas. La palpación rectal permite, además, detectar los vientres preñados y separarlos, para ingresar a servicio solamente los vacíos.

Enfermedades infecciosas: El rodeo debe cumplir ciertas condiciones sanitarias, presentándose libres de brucelosis y tuberculosis. Respecto a la primera, en aquellos establecimientos donde se cumplan normalmente los planes sanitarios correspondientes debe limitarse únicamente a estar alertas ante la aparición de casos aislados de abortos, posiblemente producidos por esta enfermedad infecciosa. En caso que esta profilaxis no se realice, deberá hacerse en todos los vientres a inseminar las pruebas de diagnóstico correspondientes, eliminando todas aquellas hembras que den reacción positiva.

En cuanto a tuberculosis, debe practicarse la prueba de reacción alérgica (tuberculinización), quedando a criterio del profesional actuante el lugar de aplicación (ojo, pliegue ano-caudal, tabla del cuello),

debiendo eliminarse los animales reaccionantes.

Enfermedades venéreas (Trichomoniasis y Campylobacteriosis): se recomienda la eliminación de aquellos vientres que presentan síntomas que pongan en duda su aptitud reproductora o comprometan la salud del rodeo, para lo cual deben realizarse las pruebas correspondientes y las vacunaciones a la edad adecuada. La I.A. es recomendable en rodeos con alto índice de infección, para cortar la propagación de estas enfermedades (64).

Desparasitación: periódica para lograr una mayor eficiencia en la alimentación, o por lo menos una vez al año, especialmente un mes antes del inicio de los servicios.

Realización de todas las vacunaciones: obligatorias y/o tratamientos que sean recomendables en las particulares condiciones sanitarias de cada establecimiento.

2.6. Estado corporal de los vientres.

Constituye éste uno de los capítulos más críticos de la producción animal en el noroeste argentino, debido a la estacionalidad del crecimiento de las pasturas. El éxito del desarrollo ganadero está condicionado por este factor, es por ello que previo a la aplicación de cualquier técnica se debe asegurar una alimentación adecuada para lograr un estado corporal satisfactorio.

La situación se ve agravada por el hecho que gran parte de la provisión de alimentos proviene del monte y de pasturas naturales, siendo muchas veces escasa el área destinada a las praderas cultivadas como así también a la provisión de reservas forrajeras (heno, silaje, etc.). De igual manera, las praderas cultivadas son, mayoritariamente, de crecimiento primavero – estival.

Una carencia en el estado corporal influirá negativamente con la manifestación del estro y provocará mortalidad embrionaria, retención de placenta, anestro, etc. La escasa manifestación de celos trae como resultado una pobre parición, ya sea en rodeos servidos por toros o

artificialmente. La pérdida de estado corporal luego de la parición influye negativamente en la eficiencia reproductiva; así una pérdida entre 0,5 y 1 punto en la condición corporal luego del parto, provocará una caída sensible de mas de 7 puntos en la fertilidad al primer servicio y un aumento cercano a 0,5 puntos en la cantidad de servicios por concepción lograda, tal como se detalla en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1: Efecto de la pérdida de estado corporal sobre el posparto.

Pérdida de la condición corporal en vacas lecheras en posparto			
Índice	< 0,5	0,5 - 1	> 1
Días a la primera ovulación	24 +/- 2	31 +/- 2	42 +/- 5
Días hasta primer celo observado	48 +/- 6	41 +/- 3	62 +/- 7
Días hasta primer servicio	68 +/- 4	67 +/- 2	79 +/- 5
Fertilidad al primer servicio (%)	65	53	17
Servicio por concepción	1,8 +/- 0,4	2,3 +/- 0,2	2,3 +/- 0,4

Señalamos aquí la conveniencia de diferenciar las categorías de vientres que tienen distintos requerimientos. Las vaquillonas y las vacas de segundo servicio representan el sector de mayores necesidades alimenticias. En segundo lugar se puede diferenciar a los que se encuentran amamantando de los secos (los que fallaron en la parición). Para hacer un uso racional de las pasturas, deben dejarse las mejores para el primer grupo de animales y las de menor calidad para vacas falladas o bien realizar algún tipo de suplementación a las primeras. En la medida que las disponibilidades del establecimiento lo permitan deben separarse las categorías según sus requerimientos.

Manejo adecuado del monte, implantación de pasturas anuales y

perennes, reservas forrajeras y suplementaciones, constituyen normas de manejo para proveer una adecuada alimentación. En el caso del ganado lechero, la alimentación es el principal factor que retrasa el primer celo posparto, debido al déficit energético que se produce durante los dos primeros meses de lactancia, el cual es mas marcado en animales de alta producción.

2.7. Destete.

Se debe practicar el destete lo más anticipadamente posible, a fin de permitir a los vientres llegar a la parición en las mejores condiciones. Esto redundará en una buena recuperación posparto y una rápida manifestación de celos fértiles. Una práctica que podría considerarse es el destete temporario por 48 ó 72 hs. o el destete precoz, ambos practicables con terneros de más de 50 días y en buen estado (7, 45, 63).

En tambo, la separación del ternero de su madre se hace luego del calostrado (4 a 6 días de nacido) y la lactancia se extiende durante diez meses aproximadamente. Es fundamental secar a la vaca dos meses antes de la fecha probable de parto y no castigarla desde el punto de vista alimenticio durante el período de seca, para que pueda llegar al parto con una condición corporal adecuada y con las reservas necesarias para suplir el déficit energético mencionado anteriormente.

2.8. Estacionamiento de los servicios.

Por estacionamiento de los servicios se entiende la reducción del tiempo de permanencia de los toros con los vientres de cría o del periodo de inseminación artificial. El beneficio de tal norma de manejo es bien conocido por casi todos los criadores de ganado, algunas de sus ventajas son:

- Concentración de la parición, lo que permite atender mejor los partos y las crías, obteniéndose terneras parejas con "cabezas" de parición concentradas y "colas" de parición poco distanciadas.

- Facilita el control del registro de producción y fertilidad.
- Facilita la selección de los vientres.
- Mejora el aprovechamiento de las pasturas.

Lo recomendable es que este período no se extienda más allá de tres o cuatro meses, siendo lo óptimo 82 días (283 días de gestación + 82 días de servicio = 365 días), de manera tal que al comenzar los servicios todas las vacas se encuentren paridas.

2.9. Época de servicios.

La elección de la época o momento del año en que se realizarán los servicios, debe efectuarse a conciencia y no al azar, ya que es un punto muy importante en el manejo reproductivo. Una época de servicios inadecuada trae graves consecuencias que generalmente determinan un bajo porcentaje de parición (6). Lo más indicado para la elección de la época de servicios es la consulta de los registros de nacimientos que llevan los establecimientos bien organizados. Rovira (50) señala dos observaciones de mucha utilidad al respecto:

- Comparar la fecha anterior de parición de todas las vacas que fallaron, con las de todas las vacas que vuelven a parir al año siguiente.
- La comparación de la fecha de parición de aquellas vacas que dan cría dos años consecutivos.

La experiencia local indica que los servicios deben realizarse entre los meses de octubre y febrero; es decir últimos días de primavera y primeros días de verano (31). El mes de diciembre sería clave ya que la máxima longitud del fotoperíodo favorecería la actividad de las hormonas gonadotrópicas (39). En esta época, la disponibilidad de pasturas, determinada por el régimen estacional de lluvias, condiciona en gran medida los resultados.

Observaciones personales

realizadas en el departamento La Candelaria, Salta, pusieron en evidencia la existencia de un número elevado de vientres que toman servicio por "robo" hacia fines del invierno o principio de primavera (septiembre-octubre), llegando a dar cría. Esto demuestra que los vientres en esta época, totalmente desfavorable desde el punto de vista de la pastura, son capaces de entrar en celo, concebir, gestar y parir normalmente un ternero. Es conveniente tener en cuenta también, que muchas de estas vacas son aquellas que fallaron en preñarse en el servicio correspondiente del año anterior.

Se comprobó también en la misma zona, que cuando los vientres entraban en servicio muy atrasados (febrero), aún estando en buen estado, el porcentaje de celos resultaba bajo. Esto concuerda también con observaciones realizadas en otras partes del mundo (17, 48). Por lo tanto se insiste en la necesidad de un estudio minucioso de los registros disponibles (propios o del lugar) para establecer la época correcta de servicios.

En el tambo no se acostumbra a estacionar los servicios como en la ganadería de cría, buscando producir leche durante todo el año. Por diferentes motivos de tipo comercial, puede ser conveniente realizar una concentración parcial de los servicios en determinada época del año (para concentrar el 70 % de las pariciones en los meses de febrero, marzo, abril), con el objeto de obtener una mayor producción de leche cuando el precio del producto o de los insumos resulte más conveniente, o para cubrir la disminución normal de la producción de leche que se verifica durante el invierno. Una alternativa es restringir la IA sólo a las vaquillonas con las características de un servicio estacionado. La tendencia actual es reemplazar el servicio continuo mencionado, por los denominados bloques de servicio; se programa la IA en 3 o 4 bloques anuales de 45 a 60 días de duración; el efecto sobre la producción de leche es prácticamente el mismo que un servicio continuo y se simplifica el trabajo diario del tambo.

2.10. Instalaciones.

Es común pensar, cuando no se está en la especialidad, que son necesarias instalaciones complicadas o costosas para implementar la inseminación artificial en un establecimiento. Casi todos éstos, que realizan un mínimo manejo, cuentan con corrales, embudo, manga y cepo, los cuales pueden adaptarse perfectamente al trabajo del inseminador.

Lógicamente, cuanto mejor sean las instalaciones, mayor será la comodidad con que se trabajará. Para comenzar a trabajar es suficiente contar, en las instalaciones ya mencionadas, con una puerta lateral en la manga, para poder ingresar por detrás del animal a inseminar con la frecuencia necesaria.

En el tambo es conveniente contar con estas mismas instalaciones, no solo para la I.A. sino para cualquier tratamiento sanitario. En caso de necesidad puede utilizarse los bretes de ordeño para trabajar con los animales, aunque no es recomendable.

Menos frecuente es encontrar una habitación cercana que cumpla la función

de un pequeño laboratorio, el cual se puede obviar si el casco de la estancia no está muy distante, adaptando un ambiente del mismo a los efectos. Lo importante es que esté ubicado cerca de la manga, bien protegido e higienizable, puesto que está destinada al depósito y manipuleo del semen y demás materiales necesarios para la I.A.

Hay que contar también con un corral de encierre o piquete, a los efectos de alojar los vientres que fueron separados para inseminar, el cual debe contar en lo posible con agua de bebida y sombra, ya que algunos animales deben pasar varias horas allí.

En cuanto a potreros, hay que prever las necesidades para toda la temporada de servicios. En general, no existen problemas para trabajar en potreros de hasta 150 ha y rodeos de hasta 500 vientres; mas allá de estos valores es conveniente dividir con líneas eléctricas los potreros extensos y organizar dos o mas rodeos. Como en todas las cosas, la práctica y la realidad particular de cada establecimiento aconsejarán en definitiva la forma de abordar el problema.

3 Conducta Sexual de la Vaca en Celo

La hembra bovina presenta periodos recurrentes de receptividad sexual o celo, que se repiten cada 21 días en promedio (con un rango entre 17 y 24 días). Es muy importante conocer la conducta de la vaca en celo y estar atentos a los signos o indicadores de éste, para inseminar en tiempo y forma las hembras que se encuentran en estro verdadero.

Inseminar una hembra que no está en celo afecta el intervalo parto concepción, configurando un error de precisión en la detección del estro, mientras que no descubrir una vaca en celo significa un error de eficiencia. Periodos de observación dedicados y frecuentes aumentan estos dos factores.

3.1. Órganos sexuales de la vaca.

El propósito de este curso de entrenamiento es enseñar al participante a pasar la pipeta de inseminación a través del cervix uterino de la vaca, para depositar en el útero las células espermáticas de los toros mejoradores. Para ello, son necesarios conocimientos elementales de la anatomía del tracto reproductivo y de los acontecimientos fisiológicos que ocurren en la vaca (2, 28).

La siguiente descripción tiene por objeto familiarizar al alumno con la anatomía y fisiología de los órganos reproductores de la vaca, los cuales se presentan en la Figura. N° 4. El tracto reproductivo femenino es muy complejo; no solo produce el ovocito (o célula germinal femenina) sino que también facilita el crecimiento y alimentación del feto en desarrollo, para luego expulsar al mismo totalmente desarrollado durante el parto.

Los órganos reproductores femeninos están controlados por un complicado sistema endocrino, es esencial el conocimiento de la anatomía y fisiología de los mismos para conducir con

éxito el programa de inseminación artificial. Éstos son los ovarios, el útero (trompas de Falopio, cuernos uterinos, cuerpo del útero y cervix o cuello), la vagina y la vulva (23, 32).

Los ovarios de la vaca (Figura N° 5) producen las células reproductoras, o gametas, conocidas como óvulo o huevo, aunque su denominación correcta es ovocito. Normalmente el bovino sexualmente maduro expulsa uno o más ovocitos cada 18 a 24 días (promedio 21 días), precedido por estro, celo o calor. Además de producir gametas, los ovarios producen hormonas que están relacionadas con el proceso de la reproducción y el crecimiento de la glándula mamaria.

Las trompas de Falopio, también denominadas oviductos, están suspendidas por el ligamiento ancho, abriéndose en el extremo fimbriado cerca de los ovarios. Estas capturan y conducen al ovocito desde el ovario al útero. Las trompas de Falopio terminan en la punta de los cuernos uterinos, que son formaciones tubulares parecidas a los cuernos de un carnero, de naturaleza glandular y muscular. Ambos cuernos

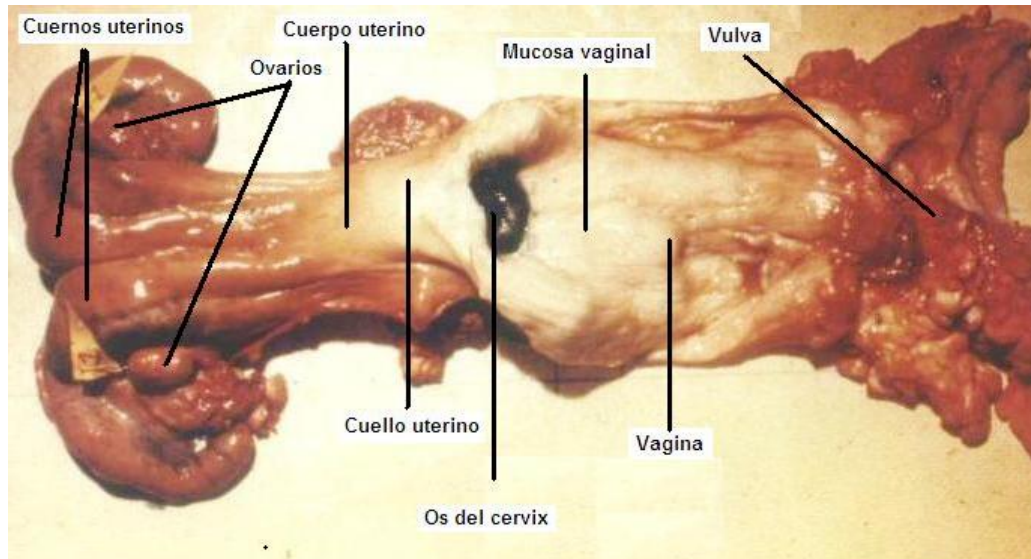


Figura N° 4: Órganos reproductivos femeninos del bovino. Se ha abierto la vagina para exponer la os del cervix (pintada de negro).

uterinos son verdaderas continuaciones de los oviductos, pero con paredes mas grandes y anchas. Los cuernos contienen

al feto en desarrollo y, debido a su elasticidad muscular, cambian de tamaño con el crecimiento del mismo.

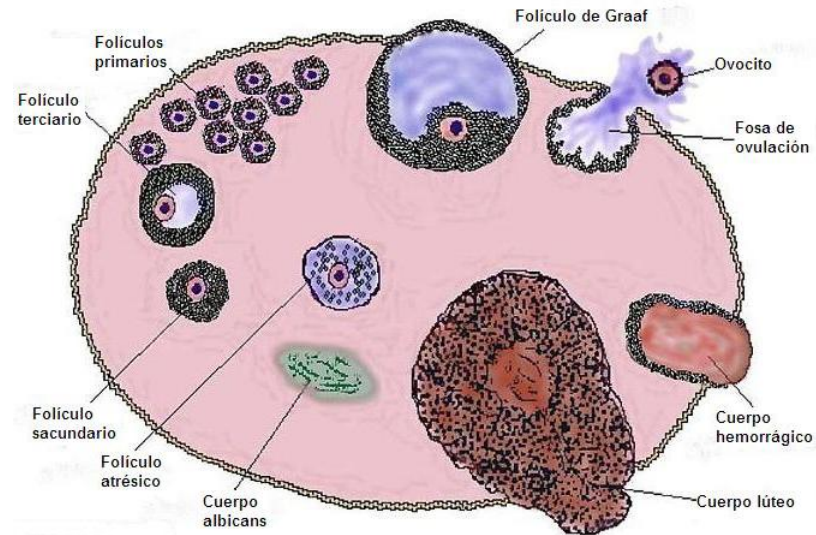


Figura N° 5: Corte esquemático de un ovario de vaca.

Los cuernos uterinos se abren a una cavidad común, denominada cuerpo del útero, de breve longitud, que se continúa posteriormente con una estructura musculosa y de pared gruesa, denominada cuello uterino o cervix, atravesado por un canal, denominado canal cervical, el cual presenta muchos

pliegues que dificultan el pasaje de la pipeta de inseminación. El cervix tiene unos 7 cm. de longitud y 2 - 3 cm. de espesor aproximadamente. Durante el celo o calor, el cuello se distiende ligeramente, pero durante el parto se distiende al máximo para permitir la expulsión del feto. En el transcurso de la

gestación está sellado por un tapón de moco para proteger al embrión en desarrollo y al útero contra la invasión de gérmenes. El cuello se abre posteriormente dentro de la vagina; esta es estrictamente el órgano de copulación, que se extiende desde la vulva hasta el cuello del útero. En la vaca tiene unos 25 a 30 cm. de largo.

Durante la cópula el semen es eyaculado en la vagina, una pequeña depresión justo frente al cuello recoge parte del semen junto a la abertura de este órgano. La vagina se estrecha algo en la vulva o abertura externa del tracto reproductor. Es un órgano común del tracto reproductor y del urinario, de mayor diámetro que el cuello.

Las vacas, a diferencia de otros animales domésticos, no son reproductores estacionales; normalmente entran en celo cada 21 días en promedio, durante todo el año o hasta quedar preñadas. Ocasionalmente se presentan períodos irregulares de celo debido a condiciones anormales en los ovarios o bien a problemas nutricionales.

El ovocito o huevo de la vaca, es fecundado por un solo espermatozoide e inmediatamente comienza el desarrollo de un nuevo individuo con una serie de divisiones. La célula individual fecundada, se divide para formar dos, luego cuatro, ocho, etc. Al comienzo, estas divisiones se producen aproximadamente cada doce horas.

El aparato reproductor de la hembra bovina está regulado por un complejo sistema endocrino, comandado por estructuras que se encuentran en la base del cerebro que secretan las hormonas responsables del comportamiento reproductivo. Este sistema endocrino es el encargado de controlar la manifestación del celo, la concepción, la gestación, el parto, etc., como así también actuar sobre la atracción sexual entre el macho y la hembra (23, 41, 60).

3.2. El estro o celo.

Se denomina "estro", "calor" o "celo" a un restringido período del ciclo

sexual de las hembras caracterizado por una búsqueda activa del macho y un intenso deseo de copular que presentan éstas. Este intenso deseo las lleva a adoptar actitudes homosexuales, montando a otras hembras e imitando los movimientos copulatorios del macho. Es éste el único momento en que la vaca acepta al macho, produciéndose pocas horas antes de la liberación del ovocito (ovulación).

Los signos exteriores del estro son numerosos y varían en intensidad y duración, representando una valiosa ayuda para el hombre que detecta celo, permitiendo a éste seleccionar las hembras en calor en el momento propicio para una eficaz fecundación (11).

El estro, celo o calor
Es el único momento en que la hembra bovina acepta al macho para la cópula.

3.3. Duración del estro.

El estro en la hembra bovina tiene una duración de unas pocas horas, siendo el más corto, comparado con otros mamíferos de granja, como la oveja, la cerda o la yegua. Tradicionalmente se aceptó que el celo de la vaca era en promedio unas 18 h., pero registra un rango desde unas pocas horas hasta 24 h.

La determinación exacta de la duración del celo, entendida como el intervalo que va desde la primera monta hasta la última, se vio dificultada por la imposibilidad de conocer con precisión el inicio del mismo o la ocurrencia de la primera monta, sobre todo teniendo en cuenta que una buena proporción de los animales comienzan el comportamiento de celo durante la noche.

La utilización de dispositivos electrónicos para la detección del celo, ha aportado nueva información respecto a la duración del estro, como así también sobre su inicio. Así, ha sido posible conocer que el ganado tiende a tener más montas y una duración más larga del estro durante los meses invernales que en los

meses de verano (16). El ganado lechero puede tener una duración más corta del celo y menos montas por vaca que las de aptitud carnicera.

La duración promedio del estro en el ganado lechero (Holando), usando un sistema radiotelemétrico (HeatWach) promedió 7,1 (+/- 5,4) h. con 8,5 montas por periodo de celo (13). Menos montas y una duración más corta del estro en las vacas lecheras que en las vacas de carne puede estar influenciado por factores medioambientales que difieren entre las prácticas de producción para las razas. El encierro, el ordeño, contacto con los humanos, tensión y otros factores pueden influir en la conducta del estro en el ganado.

Recuerde

El celo en las hembras bovinas dura unas pocas horas. El ganado lechero actual presenta una duración promedio de 7 horas y 8 montas por evento.

3.4. Diagnóstico de la vaca en celo.

El éxito o fracaso de la inseminación artificial está determinado fundamentalmente en detectar todas las vacas en celo (eficiencia en la detección del celo) y una correcta inseminación en el momento oportuno (precisión) (2, 3, 54).

El fracaso de la inseminación artificial en muchos establecimientos se debe fundamentalmente a una deficiente detección del celo, porque los responsables de la observación no tienen muy en claro que animal es el que se debe apartar o desconocen algunos de los aspectos más importantes del diagnóstico del estro. Muchas veces el único síntoma tenido en cuenta para separar la vaca en celo es la posición de monta, y en algunos casos se duda si se tiene que separar al animal que monta o al que se deja montar. Por supuesto que la posición de monta es el síntoma más característico del celo y el más evidente, pero una observación basada exclusivamente en ésta conduce generalmente a obtener un porcentaje bajo de vientres inseminados, ya que muchos de ellos no son detectados.

Nunca estará de más insistir en la adopción de un programa completo que incluya el adiestramiento adecuado de los encargados de observación del celo (42, 53).

Se expone en éste punto los signos característicos más importantes para apartar correctamente a los animales en celo (41).

3.4.1. Signos relacionados al comportamiento.

a) Signo Primario:

Posición de monta: Es la escena típica de la vaca en celo; cuando esto ocurre se dice que el animal está "alzado" o "caliente". La conducta del animal en este período es característica. Es el único momento durante el cual la hembra, condicionada síquica y fisiológicamente, acepta al macho. La vaca en celo se muestra inquieta, camina de un lado a otro olfateando a sus compañeras, éstas la descubren fácilmente y tratan de montarla imitando el acto sexual. Cuando se deja montar aceptando a su compañera, se denomina posición de monta (Figura N° 6). Generalmente son varias las vacas que tratan de montar al animal alzado, originándose un verdadero remolino de hembras que se trasladan inquietamente de un lado a otro del cerco, mientras el resto de la hacienda pasta tranquilamente; esto es lo que se denomina grupo sexualmente activo.



Figura N° 6: Posición de monta (vaca overa)

Debe separarse siempre la vaca que se deja montar, la que está abajo. El acto de monta está condicionado por olores característicos que se desprenden del animal en celo y que se percibe a

considerable distancia atrayendo al macho. Generalmente en el rodeo hay varias vacas que tienen una capacidad comparable a la del toro para detectar estos olores, comportándose como éste y efectuando saltos de monta sobre el animal en celo.

b) Signos Secundarios:

Nerviosismo: Al comienzo del estro el animal tiende a apartarse del resto y posteriormente, debido al intenso deseo de copular, busca la presencia de otros animales emitiendo mugidos característicos. Existe un aumento de la actividad con desplazamiento del animal de un lado a otro del rodeo o por el borde de los alambrados.

Disminución del apetito: Como consecuencia directa del estado nervioso, el animal disminuye el consumo de alimentos. Paralelamente se registra en las vacas de tambo una disminución en la producción láctea.

Hiperactividad: Las vacas en celo son hiperactivas, aumentando la frecuencia de los pasos, lo cual puede ser detectado con dispositivos electrónicos como los denominados "marcapasos" que envían señales de radio que son decodificadas y digitalizadas en una computadora.

Signos de comportamiento

- Signo primario: posición de monta.
- Signos secundarios:
 - Nerviosismo
 - Disminución del apetito
 - Hiperactividad

3.4.2. Signos físicos:

Este conjunto de signos se consideran secundarios:

Flujo o descarga normal: La vaca en celo produce abundante secreción mucosa que eventualmente se descarga por la vulva. Frecuentemente no todas las vacas que se encuentran en celo son montadas por sus compañeras. Sin embargo, la correcta observación de los vientres permite reconocer a estos

animales, ya que los mismos se reúnen con los otros vientres en celo y tratan de montar a una vaca "alzada". En el acto de monta, el animal en celo volteja por su vulva abundante secreción transparente y brillante, semejante en aspecto y viscosidad a la clara del huevo; esta secreción o moco se enreda en su cola y moja la grupa dándole brillo. Sólo en este caso es recomendable separar al animal que monta. Otras veces ocurre que este animal es descubierto y montado por otras vacas hacia el final del horario de observación. Debe tenerse en cuenta que una vaca normal produce de 200 a 250 c.c. de secreción mucosa durante el celo. Al comienzo de este período la secreción es acuosa, para tornarse algo más pegajosa hacia el final. Esta secreción proviene de las glándulas mucosas del cervix uterino, cuando el animal está en pié se almacena en la vagina, pero cuando el animal monta, se levanta o realiza algún esfuerzo, el mucus se descarga hacia el exterior de una sola vez. Esto obliga a una estricta observación de la conducta particular de cada uno de los vientres.

Manchas de mucus: El mucus que cuelga de la vulva es desparramado sobre la grupa por el movimiento de la cola, formando manchas brillantes que son apreciadas hasta cierta distancia.

Vulva edematizada: Cuando el animal está en celo la vulva se presenta hinchada, edematizada y rojiza por la mayor afluencia de sangre que se dirige al tracto reproductivo en ese momento. Este fenómeno se debe a la acción de los estrógenos (hormona sexual femenina), cuya secreción por el ovario está aumentada durante el estro.

Grupa con peladuras: Frecuentemente la grupa de los animales en celo presenta peladuras, ocasionada por el peso de los animales que los montan, depositándose además sobre ella barro, paja o algún otro material.

Estas características del celo detalladas precedentemente, son extremadamente variables en intensidad y algunas de ellas están siempre ausentes en determinados animales. Se han

estudiados otros factores tratando de relacionarlos con el estro, pero son de escasa utilidad por su falta de seguridad. Estos son: relajación del área lumbo-sacra, relajación de la vulva, olfateo y lamida de vulva, micción frecuente, etc. Un método de gran apoyo para el diagnóstico del celo pero limitado porque requiere la sujeción del animal, lo constituye la palpación de los ovarios a través del recto, permitiendo reconocer la presencia de folículos maduros, ovulación o cuerpos lúteos.

Signos físicos

- Flujo o descarga normal
- Manchas de mucus
- Vulva edematizada
- Grupa con peladuras

Ocasionalmente, el flujo o descarga vaginal, no es indicativo de celo y puede inducir a una falsa lectura (26). Esto ocurre particularmente en los casos siguientes:

Flujo o descarga sanguinolenta: La descarga sanguinolenta se presenta después de 24 a 48 horas de producido el celo. Se debe a la ruptura de pequeños vasos sanguíneos que tiñen el mucus con sangre. Esta secreción es normal e indica que el celo se realizó un día o dos antes, debiendo este dato ser tenido en cuenta para pronosticar el próximo celo. No debe apartarse los vientres con este tipo de secreción. Es conveniente señalar que esta descarga sanguinolenta, algunas veces no se presenta o no puede ser observada en determinados animales.

Flujo o descarga anormal: Debe tenerse especial cuidado en la observación de descargas anormales (22) las cuales vienen acompañadas de pus, secreciones celulares y/o sangre. En estos casos se impone una revisión clínica del aparato genital a los efectos de determinar el origen de estas alteraciones y realizar su tratamiento. Es frecuente que estos casos se produzcan generalmente en vacas que han parido recientemente o han presentado retención de placenta. Las inseminaciones en estos animales van por lo general al fracaso ya que los

espermatozoides se depositan en un medio infectado, corriéndose por otro lado el riesgo de llevar la infección más profundamente si es que el útero no ha sido contaminado. La infección generalmente cede espontáneamente, pero puede ser tratada con la administración local de antibióticos y hormonas, pero es recomendable una buena observación de los genitales.

3.5. Factores que afectan la expresión del celo.

La detección de un animal en celo muchas veces puede ser afectada negativamente por determinadas condiciones ambientales (38), las cuales deben ser tenidas en cuenta para evitar la ocurrencia de errores que perjudicarán los índices reproductivos. El comportamiento estral se ve influenciado por:

Tipo de alojamiento: El alojamiento de las vacas debe permitir que ellas interactúen para que el comportamiento de celo pueda ser expresado. Esto sucede cuando ellas están estabuladas, en cuyo caso el celo debe ser leído por sus signos secundarios.

Piso: La actividad montante de las hembras se expresa mejor en pisos de tierra que en pisos de cemento y tienen celos mas prolongados. Tampoco las áreas embarradas son adecuadas, por lo que en general, las vacas tienden a buscar sectores elevados o firmes en el cerco. La identificación de estos sectores suele ser útil, sobre todo cuando son superficies extensas.

Problemas podales: Las vacas con problemas podales expresan menos actividad montante.

Temperatura: Cuando las temperaturas diarias se incrementan alrededor de los 25°C, también se incrementa la monta, pero temperaturas por encima de los 30°C, mas allá del rango confort del bovino, disminuyen la actividad montante. Las vacas en épocas frías montan más que las vacas en épocas cálidas. Pero en los días calientes tienden a mostrar más intensamente los signos secundarios, tales como lamerse, reflejo de papada, toparse. Los vientres con

estrés térmico incrementan la muerte embrionaria, presentan celos mas cortos, reducen el número de montas por periodo de celo y disminuyen la tasa de concepción (24).

Hora del día: Aparentemente las vacas tienden a montarse más temprano en la mañana y en las últimas horas de la tarde.

Factores nutricionales: La actividad montante y la expresión del celo

disminuyen en aquellas vacas que sufren notable pérdida de peso después de parir, en comparación a sus compañeras con mínimas pérdidas de peso. Muchas vacas con escasa condición corporal se encuentran en anestro. La Tabla N° 2 muestra el porcentaje de hembras en celo entre 40 y 120 días posparto, según su estado corporal (65).

Densidad de animales: La actividad montante aumenta con el

Tabla N° 2: Condición corporal al parto y celo después del parto.

		Días después del parto (%)							
Condición corporal al parto	Nº de vacas	40	50	60	70	80	90	100	120
Delgada	272	19	34	46	55	62	66	70	77
Moderada	364	21	45	61	79	88	92	100	100
Buena	50	31	42	91	96	98	100	100	100

número de vacas presentes por unidad de superficie. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cuando están muy apretadas se producen falsas montas, debido a que no tienen espacio hacia donde escapar.

Estatus de las hembras acompañantes: Las vacas preñadas demuestran ser menos propicias que las vacías como detectoras de celo, al igual que las vacas que se encuentran a mitad del ciclo (entre los días 10 y 15 del ciclo).

Número de vacas en celo: la cantidad de montas por vaca se incrementa con la cantidad de animales en celo.

ATENCIÓN: Es muy importante el rol que juegan los otros vientres del rodeo en la detección del celo. Se debe tener especialmente en cuenta que las vacas preñadas y las que se encuentran en mitad del ciclo, no son buenos animales detectores de celo. Los mejores

animales detectores de celo son las mismas vacas en estro y las que se encuentran en una fase del ciclo cercanas a éste. Cuanto mas animales en celo hay en un momento dado, mayor es la cantidad de montas por vaca en celo y por lo consiguiente, mayores oportunidades de detección. La Tabla N° 3 ilustra al respecto (33).

Factores que afectan la expresión del celo

- Tipo de alojamiento.
- Piso.
- Problemas podales.
- Densidad de vacas.
- Temperatura.
- Hora del día.
- Estatus de las otras vacas.
- Número de vacas en celo.
- Factores nutricionales.

Esto es muy importante en rodeos pequeños donde eventualmente se alza una única vaca en el día, por lo que su detección sería difícil; en estos casos es muy conveniente implementar algún sistema de sincronización del estro.

Tabla Nº 3: Relación vacas en celo y número de montas por animal en celo.

Vacas en celo	Montas/Período de celo
1	11,2
2	36,6
3	52,6
4 o +	49,8

3.6. Consideraciones para implementar un programa de detección del celo.

Es muy conveniente acordar prácticas de manejo que permitan maximizar la tasa de detección del celo (61). El énfasis debería ser puesto en (47):

- Usar el tiempo en forma eficiente, observando el celo en los momentos adecuados, por lo que el encargado debe con exclusividad limitarse a la observación de los animales.
- Permitir a las hembras interactuar entre ellas.
- No observar celo en terrenos con pisos resbalosos o fangosos.
- Controlar los problemas podales de las vacas lecheras.
- Asignar y capacitar una persona exclusiva para la detección del celo, brindándole en lo posible incentivos. Es fundamental que el personal de campo tenga en claro la importancia que tiene esta tarea para la obtención de resultados reproductivos adecuados.
- Identificar positivamente a los animales con caravanas grandes, números legibles, etc.
- Registrar todos los celos, sea que se insemine o no el animal. Usar ayudas para detectar el celo.

- En rodeos grandes, usar vaquillonas androgenizadas para detectar celo.
- Controlar el estado corporal de las vacas.
- Implementar programas de sincronización o inducción del estro.

3.7. Errores en la detección del celo.

Los errores que se comenten en la detección del celo se agrupan básicamente en dos: a) **errores de eficiencia** y b) **errores de precisión**. Como el hombre no tiene la capacidad del toro para detectar la hembra en celo, comete un número de errores que tienen como resultado una caída sustancial de los rendimientos productivos (Kg. de carne o litros de leche). Estos errores se comenten frecuentemente tanto en los tambos como en rodeos de carne.

3.7.1. Error de Eficiencia.

El primer error que se comente con alta frecuencia, es no detectar todas las vacas que se encuentran en celo. Esto se conoce como un **error de eficiencia en la detección del celo** y su incidencia contribuye a aumentar los días al primer servicio y el intervalo parto-concepción, pero tiene poca repercusión en la tasa de concepción global del rodeo. Se debería alcanzar una tasa de detección del 80 al 85 %. Es conveniente tener presente que existen tres grandes contribuyentes en el manejo reproductivo para que una vaca permanezca vacía, ellos son:

- el porcentaje de vacas detectadas en celo.
- la tasa de concepción.
- el periodo de espera voluntario posparto.

La eficiencia en la detección del celo se define entonces como **el porcentaje de vientres en estro que son inseminadas o identificadas como estando en celo**. Únicamente deben incluirse aquellas vacas cíclicas que al menos tengan 30 días de posparto para el caso de las vacas lecheras o 50 días posparto para las vacas de carne.

También deben estar libres de desordenes reproductivos tales como piómetra, ovarios císticos u otras infecciones reproductivas, y lógicamente no estar preñadas.

Para conocer que tan eficaz es la práctica utilizada en la detección de celo, se puede desarrollar un test que se conoce como *Tasa de Detección de Celo de 24 Días*. Para ello, durante 24 días se observa celo y el número de vacas en celo detectadas se divide por el número total de vacas involucradas. Entonces, por ejemplo, si sobre 50 vacas, 15 son detectadas en celo, la tasa de detección obtenida es del 30%, lo cual marca una gran ineficiencia en la detección.

Una buena práctica para manejar este tipo de error es estudiando el *intervalo de retorno al servicio* (ver punto 6.3). Este intervalo es el número de días entre dos servicios consecutivos de un mismo animal, que normalmente debería ser en promedio 21 días. Múltiplos de este número indicaría celos no detectados.

En los rodeos con baja eficiencia en la detección de los celos, el personal responsable debería revisar o comenzar a familiarizarse con los distintos síntomas o señales de comportamiento y físicos del estro. Además, debería revisarse completamente el sistema empleado en la detección de los celos en el rodeo. Hay que recalcar que la eficiencia en la detección del celo depende exclusivamente del factor humano y que una mayor eficiencia producirá una sustancial mejora en el desempeño reproductivo de todo el rodeo.

Las investigaciones han sacado a luz que en la mayoría de los rodeos, menos del 50% de las hembras en celo son detectadas (4, 35), por lo que es necesario imponer un programa de detección de celo enfocado a un monitoreo de 24 h., ya sea implementando técnicas baratas, como el pintado de la cola, o mas costosas, como podómetros y demás dispositivos electrónicos.

La Tabla Nº 4 muestra lo devastador que puede resultar una baja

eficiencia de detección de celos en rodeos manejados exclusivamente con IA (25). Según estos datos, si solamente se detecta el 20% de los celos, el 48% de las vacas con 200 días de posparto permanecerán vacías, mientras que no habrán sido inseminadas el 21%. Cuando la eficiencia es del 50% (una cifra algo superior al promedio de la eficiencia por observación visual), el 13% de las vacas permanecerán vacías.

Recuerde

Un error de eficiencia se comete cuando hay muchos celos que no son observados o se pierden. Se detecta habitualmente menos del 50% de las vacas que están en celo.

Tabla Nº 4: Efecto de varias eficiencias para la detección del estro sobre la performance reproductiva.

Vacas	Estros detectados		
	20%	50%	80%
Vacas no preñadas por 200 días (%)	48	13	3
Vacas no servidas por 200 días (%)	21	<1	0

3.7.2 Error de precisión.

Un error en la precisión se comete cuando se insemina una vaca que no está en celo. Este tipo de error también estira el intervalo parto concepción, pero afecta el índice de concepción.

Los test de progesterona en sangre y leche, han demostrado que la ocurrencia del Error de Precisión es del 5 al 30% en la mayoría de los rodeos (1). Este tipo de error se produce generalmente, cuando se separa una hembra basándose en signos secundarios. La precisión de detección de celos se define como el **porcentaje de celos observados que son verdaderos celos**. La precisión será del 80% si 2 de cada 10 vacas inseminadas

no están en celo. Si bien el único signo definitivo de estro es la figura de una vaca que acepta sin restricciones la monta, hay situaciones donde la presencia de signos secundarios hace recomendable apartar un animal para servicio. La precisión de la lectura de estos signos secundarios depende de la habilidad del operador y como ocurre una gran variabilidad individual entre hembras, la evaluación es bastante dificultosa. Hay una ocurrencia normal de errores asociada con estos signos secundarios, que se presenta en la Tabla N° 5 (34).

Tabla N° 5: Signos de celo y error de precisión asociado.

Signo de Celos	Porcentaje de Error
Monta	2,4
Montar otras vacas	2,5
Encoladura enrulada	3,3
Actividad inusual	4,2
Mugido	4,6
Mucus en la vulva	5,2
No bajada de la leche	8,0
Detector totalmente disparado	10,6
Sangre en la vulva	17,6
Detector parcialmente disparado	20,9

Generalmente los rodeos lecheros que presentan problemas reproductivos, experimentan ambos tipos de errores. Debería esperarse una mejora tanto en la eficiencia como en la precisión, reentrenando al personal encargado de la detección de los celos.

Un sistema económico de detección del celo, como el basado en la observación visual más el uso de pintura

en la cola, ha demostrado ser tan eficiente como el sistema HeatWatch, lo que debería tenerse en cuenta para sistemas de producción menos avanzados, como el noroeste argentino.

Los dispositivos electrónicos modernos, no han hecho mas que confirmar que una importante cantidad de celos son perdidos diariamente; por ejemplo, investigaciones con el sistema HeatWatch (13, 67) han demostrado que el 24% de los celos detectados son de baja intensidad (menos de 1,5 eventos de monta) y escasa duración (menos de 7 h.), lo que facilita que las vacas en celo pasen inadvertidas bajando la eficiencia de la detección de celos.

La Tabla N° 6 presenta un listado de características para los rodeos con errores de precisión e ineficiencia en la detección del celo (47).

Recuerde

Un error de precisión se comete cuando se insemina una vaca que no está en celo. Habitualmente, alrededor de un 5 al 30% de las vacas inseminadas no están en celo.

3.8. Dispositivos detectores de celo.

Una deficiente detección es el principal escollo a vencer para obtener una alta eficiencia reproductiva. Mejorar la detección del estro es de suma importancia para optimizar el rendimiento reproductivo de los rodeos bajo inseminación artificial. Algunos factores causantes de estrés (mala nutrición, alojamiento, piso barroso, temperaturas elevadas, alta humedad, etc.), presentan una incidencia negativa al disminuir la intensidad y la duración del celo. Las evidencias físicas de estro son desplegadas muy frecuentemente durante la noche (49), lo que hace importante contar con ayudas que provean 24 horas de control.

Si bien un observador experimentado puede detectar alrededor del 90% de los celos en las vacas que están ciclando regularmente, el empleo de ayudas visuales o detectores de celo

pueden mejorar sensiblemente el programa de observación (15, 17, 52, 55).

Es común en algunos establecimientos el uso de toros impedidos de realizar la cópula (gomer) o de novillos sexualmente activos (inducidos hormonalmente) para detectar los animales en celo.

Esto mejora la observación convencional, ya que los dispositivos detectores presentan la ventaja de permitir la individualización de aquellos animales que entran y salen del celo por la noche o fuera de los horarios de observación (43).

Tabla Nº 6: Características de un rodeo con errores de precisión e ineficiencia en la detección del celo.

Característica de un rodeo con errores de precisión
<p>Los Intervalos inter-estro entre 3 y 17 días exceden el 10%.</p> <p>Los intervalos inter-estro entre 25 y 35 días exceden el 10-15%.</p> <p>Las vacas inseminadas un día y nuevamente dentro de los tres días exceden el 5%.</p> <p>Varias vacas son chequeadas preñadas a un servicio más temprano que el último registrado.</p> <p>Varias vacas paren normalmente tres a seis semanas antes de la fecha esperada de parto.</p>
Característica de un rodeo con errores de ineficiencia
<p>Muy pocos celos son observados y registrados antes del primer servicio.</p> <p>El promedio de Días al Primer Servicio excede los 80 días cuando el Periodo de Espera Voluntario al Primer Servicio es de 60 días.</p> <p>El promedio de Intervalo entre Servicio excede los 30 días.</p> <p>Intervalos inter-estro entre 38 y 45 días y entre 55 y 65 días exceden el 15%.</p>

Comprobaciones realizadas usando cámaras de video durante las 24 horas del día para observar la actividad sexual, demostraron que el 45% de la actividad montante se producía entre la medianoche y las 6.00 h., en tanto que un 22% se registraba entre las 18.00 h. y la medianoche. Prácticamente el 67% de los vientres entraban en celo en horas en que no se realizaba la observación personal, lo cual no significa que gran parte de ese 67% no presente actividad montante durante el día (27, 49). Estudios más recientes, basados en radiotelemetría de sensores detectores de monta extremadamente sensibles, determinaron que el 48% de la actividad de monta se produce entre la medianoche y las 8.00 de la mañana, el 27% entre las 9.00 y las 16.00 h. y el 25% entre las 17.00 y 24.00, con un promedio de 12 horas de duración para el estro (13, 67).

Un buen dispositivo detector debe proporcionar un control continuo de la observación durante las 24 horas del día, los animales marcados por tales dispositivos deben poder ser individualizados a distancia y deben poder accionarse o marcar en cualquier tiempo y lugar. Para que estas ayudas funcionen, algunas prácticas cruciales de manejo deberían cumplirse adecuadamente

- Una nutrición equilibrada y un programa sanitario son esenciales para asegurar que las hembras ciclen y se encuentren con un balance energético conducente a maximizar la expresión del estro y la concepción.
- Una apropiada identificación de los animales y un excelente registro son fundamentales para anotar y realizar las tareas apropiadas en los animales correctos.
- Resultan cruciales aquellas condiciones que aumenten al máximo la expresión del celo y las herramientas para su detección. Esto incluye adecuado tiempo y espacio para la interacción animal, piso y ambiente propicio para la monta y la expresión del estro.

Estos aspectos son esenciales para que las herramientas de detección del celo que son activadas por la monta tengan una apropiada performance. Dos clases de dispositivos resultan particularmente eficientes, los que son colocados en las vacas y los que se colocan en toros incapacitados.

Si bien algunos dispositivos detectores de celo están hoy comercialmente disponibles en la región, otros todavía no han debutado en el NOA. El listado que sigue a continuación, es meramente ilustrativo, en cuanto al funcionamiento y adopción de algunos dispositivos electrónicos modernos, representan costos incompatibles con la rentabilidad de la mayoría de los establecimientos de la región.

3.8.1. Dispositivos detectores en la vaca.

Dispositivo detector de monta no electrónico: La señal primaria de comportamiento estral en la vaca es la disposición para la monta; su observación aunque parezca simple, es un verdadero reto del manejo reproductivo. Basado en esta conducta reproductiva, se han diseñado y desarrollado dispositivos sensibles a la presión originada en la monta. Estos dispositivos se colocan sobre la grupa de la vaca, accionándose cuando el animal es efectivamente montado (Figura N° 7).



Figura N° 7: Vaca con un detector de monta activado (rojo).

La acción de monta coloca al dispositivo en "rojo", siendo fácilmente detectable ese color por el observador.

Tiene el inconveniente de su costo y el que algunas veces se acciona falsamente o se pierde. No obstante ello presenta una eficacia superior al 80%. Para reducir los costos, puede ser utilizado solamente en aquellos vientres que no fueron detectados en celo después de 40 días de servicio.

Pinturas para la detección del celo: Existen actualmente en el mercado, pinturas especiales para la detección del celo, que se aplican en la grupa de la vaca sobre el hueso sacro (Figura N° 8).



Figura N° 8: Pintura detectora de celos

Cuando el animal es detectado en celo por otros y consecuentemente montado, la pintura es removida por el roce, por lo que se puede individualizar al animal en estro. Luego de la inseminación, pueden repintarse con otro color para controlar el retorno a servicio. Este sistema se adecua bastante bien en vacas de tambo, ya que durante el ordeño se puede controlar con facilidad el estado de la pintura (20).

Dispositivo a presión electrónico: Otro tipo de dispositivo a presión pero electrónico, que también se coloca en la grupa de la vaca, se muestra en la Fig. N° 9. Este tipo de dispositivo, al ser activado por monta, detecta, identifica y acumula las montas, para luego retransmitir estos datos a receptores remotos integrados a sistema computacionales. Estos dispositivos, que son de muy alto costo para su uso en el

noroeste argentino, presentan desempeños similares a la de una buena observación visual.



Figura N° 9: Detector electrónico

Resistencia eléctrica del moco cervical: La resistencia eléctrica del moco cervical sufre cambios cíclicos asociados con los cambios ováricos y las variaciones cíclicas de las hormonas reproductivas. Se han construido con este propósito sencillos y económicos dispositivos electrónicos (Figura N° 10) que registran estos cambios para correlacionarlos con el momento del celo.



Figura N° 10: Dispositivo para monitorear la resistencia eléctrica del moco cervical

Una caída en la resistencia está asociada con la ocurrencia del estro. Básicamente cuentan con una sonda de

dos electrodos que se insertan en profundidad en la vagina; el flujo de corriente entre los dos electrodos es registrado en una unidad electrónica portátil. Estos dispositivos podrían ser económicamente utilizados en pequeños rodeos que no pueden disponer de tiempo para la observación visual o con problemas de estado del tiempo que impida la misma, aunque su operación consume algo de tiempo, pero aparentemente produce lectura mas rápidas que los cambios de progesterona en leche (51).

Podómetro: Las vacas en celo son hiperactivas y caminan mucho más, por lo que es posible detectar estos animales colocando un dispositivo electrónico marcapasos (Figura N° 11), el cual emite señales de radio que son captadas por una antena y enviadas a un monitor donde la señal se digitaliza, se identifica al animal y se emite una alarma. Cuando la actividad relativa supera en un 100% el andar promedio, el inicio de la actividad de monta se encuentra en las subsiguientes 2-4 h (62). El podómetro podría detectar entre el 70 y 80% de las vacas en celo (38).



Fig. N° 11: Vaca con podómetro.

3.8.2. Dispositivos detectores en el toro.

Bozal marcador: Se trata de un marcador tipo bolígrafo (Figura N° 12) que se coloca debajo de la quijada de un toro incapacitado quirúrgicamente para realizar la cópula o para fecundar o en novillos sexualmente activos, siendo preferible su uso en toros. El marcador es sujetado firmemente por correajes a la

cabeza del animal. Consta de un depósito de tinta en cuya base inferior lleva embutidos uno o tres bolígrafos que imprimen trazos de tinta resistente sobre el lomo del animal que es montado. Debe tenerse la precaución de separar lo antes posible al animal marcado con el fin que no se repitan los saltos, evitándose así el gasto excesivo de tinta. Usando estos marcadores a bolígrafo en toros incapacitados se determinó que alrededor del 5% de las vacas marcadas nunca son vistas ni muestran interés por ser montadas (10).

La eficacia de este sistema aumenta en relación al número de toros utilizados, cuya presencia contribuiría a aumentar la actividad sexual (52).

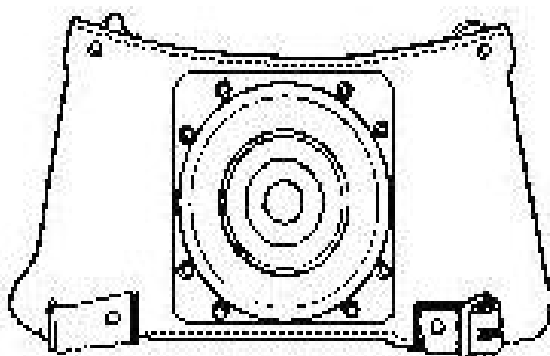


Figura Nº 12: Bozal marcador

Es de recalcar que los dispositivos para detectar el celo son ayudas, de ninguna manera pueden por ahora reemplazar a una buena observación visual. Los mejores resultados se obtienen combinando la observación con las ayudas. Un ejemplo de la tasa de eficiencia en la detección del celo utilizando varios métodos se presenta en la Tabla Nº 7 (22).

Recuerde

Los dispositivos para detectar el celo, son ayudas y de ninguna manera pueden por ahora reemplazar a una buena observación visual.

Tabla 7: Tasa de detección del estro usando distintos métodos.

Método de detección	% detectado
Observación 24 horas por día	89
Detector de monta KaMaR	87
Observación visual 3 x día (Amanecer, mediodía, tarde)	86
Video continuo	81
Observación visual 2 x día (Amanecer, tarde)	81
Animales marcadores	75
Pintura en la cola	71
Dos tamberos entrenados (durante el ordeño)	50
Peón (durante el ordeño)	50
Observación casual	43

4 Organización del Trabajo de Inseminación

El éxito o fracaso de un programa de inseminación artificial en un establecimiento ganadero, sea para carne o leche, depende de cómo se haya organizado la rutina para detectar las hembras en calor.

El entrenamiento del inseminador es fundamental al momento de depositar el semen en el tracto reproductivo de la hembra, pero tan o más importante es inseminar todas las vacas inseminables.

El encargado de detectar el celo se enfrentará a situaciones de indecisión para determinar si un animal está en celo o no, será importante saber si se está presentando vacas en estro verdadero, o si está llevando a inseminar todas las vacas que se encuentran realmente en celo en un día determinado.

Es necesario ejecutar un programa que contemple la capacitación del personal involucrado, cuantas veces y como se detectará el celo, en que momento se inseminarán las vacas y como se evaluará el programa.

4.1. Observación del celo.

Es habitual que los vientres sean examinados dos veces por día para la detección del celo, durante las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde, durante el período establecido como época de servicios. El esquema de manejo debe adecuarse a las características del establecimiento. Los animales que se encuentran en el potrero de pastoreo, deben encerrarse en un corral de observación o rodearse en una esquina del mismo potrero donde serán observados durante 30 a 60 minutos como mínimo, en cada periodo, tiempo durante el cual el encargado irá individualizando las hembras encontradas en celo, para

separarlas recién al finalizar el horario establecido y llevarlas al corral de encierre. Cuanto mas hembras en celo haya, mejor detección del celo habrá (55).

Tanto el corral como el sector destinado al rodeo deben ser lo suficientemente amplios y de piso firme, para que los animales se encuentren cómodos. El lugar de encierre debe contener agua de bebida, para lo cual se calcula 4 m² de superficie y 0,50 m de bebedero por animal. Se reitera la conveniencia que en este mismo corral se suministre algún tipo de ración suplementaria que juntamente con el agua tiene la facultad de atraer a los animales.

Algunos establecimientos no acostumbran rodear ni encerrar la hacienda, debiendo los encargados de la observación trasladarse por todo el potrero para efectuar su trabajo. De esta manera es muy factible que no se detecten a todos los animales en celo al ser imposible controlar bien de cerca a cada una de las hembras.

El rodear los animales en una esquina de la pastura tiene la ventaja de facilitar el contacto entre los animales, se los puede controlar de cerca estudiando su comportamiento y realizando de esta forma una correcta observación. Este es un método que ha probado ser mucho más eficaz. Es conveniente recalcar que las vacas no deben estar muy apretadas durante la detección, dejándolas moverse libremente en el área de observación.

En la explotación lechera, también debe observarse celo dos veces por día como mínimo, preferentemente en un potrero o en el corral de espera si éste tiene un tamaño adecuado. Cuando se obliga a los animales al hacinamiento, pueden producirse falsas montas, lo cual también ocurre durante los traslados por los callejones del establecimiento.

Incrementar la frecuencia de la detección del celo (Tabla N° 8), mejora la cantidad total de celos detectados, por lo que lo que se considera conveniente realizar al menos tres observaciones diarias (una observación adicional al mediodía de 30 minutos).

Tabla N° 8: Porcentaje de vacas vistas en celo en relación al número de períodos de observación.

N° de Períodos de Observaciones	% de Vacas Vistas en Celo
Una vez al día	60%
Dos veces al día	80%
Tres veces al día	90%
Cuatro veces al día	100%

Investigaciones recientes donde se asignaron puntajes a los signos de comportamiento estral en vacas lecheras (Tabla N° 9), demostraron que las hembras que despliegan actividad de monta, configuran el 50% de los animales en celo en un rodeo determinado, habiendo más de una vaca en celo simultáneamente (1). El otro 50% de las hembras en celo despliegan únicamente signos secundarios de comportamiento, con ovulaciones dentro de las 24 horas de detectadas, en aquellos animales que obtuvieron puntuaciones de casi tres veces la puntuación de las que ovularon después de 48 h.

Tabla N° 9: Escala de puntuación para los síntomas de estro observados ¹

Síntomas de estro	Puntos
Descarga vulvar mucosa	3
Olisqueo o flehmen	3
Nerviosismo	5
Olfateo de vulva de otra vaca	10
Reflejo de papada	15
Montada pero no quieta	10
Intento de montar otras vacas	35
Montar otras vacas por el lado de la cabeza	45
Dejarse montar	100
Cada vez que un síntoma es observado, se registraba la puntuación asignada para ese síntoma. Si la suma de puntos excede de 50 durante dos periodos de observación consecutivos, la vaca es considerada en celo.	

De acuerdo con estos estudios, sería conveniente prestar atención a los animales con signos secundarios marcados y separarlos considerándolos también en celo.

Recuerde

Observe celo durante 30 minutos cada vez, por lo menos tres veces al día.

4.2. Momento de la inseminación.

Se señaló que dos son los puntos críticos que frecuentemente reducen la tasa de éxito la inseminación artificial: el diagnóstico de la vaca en celo y el momento de la inseminación. ¿Cuál es el momento oportuno para inseminar? Para responder esta pregunta conviene conocer los principales acontecimientos fisiológicos del período de calor o celo. La conducta de estro es un corto periodo de receptividad sexual desplegado por las hembras cada 18 a 24 días, durante el cual la vaca se deja montar por el toro u otras hembras. Este periodo de receptividad sexual se despliega de manera no uniforme durante el día. Es decir, algunas vacas lo muestran a la mañana temprano, otras al atardecer y una gran proporción lo hace durante las horas oscuras, si bien la duración promedio del estro es de 18 horas, muchos animales tienen un celo más corto (14). Por otro lado, las vaquillonas y las vacas índicas presentan un celo que varía entre las 6 y 8 h. La duración de un estro se mide desde la primera oportunidad de verdadera monta hasta que ocurre la última. Los detectores electrónicos han traído mayor precisión al aporte de este dato.

A los efectos de la inseminación, las seis primeras horas de celo son inconvenientes para ejecutar la siembra dado que las inseminaciones realizadas en este lapso tienen baja fertilidad. La base biológica que explica esto es la siguiente: la liberación del ovocito (ovulación) se produce 10 a 12 horas después del fin del celo o bien unas 24 a 30 horas después del inicio del mismo, con un promedio de 27 h. Este fenómeno es disparado por la misma hormona que causa el estro en las vacas. La vida media del ovocito sin fertilizar es de 6 a 12 h., mientras que los espermatozoides

conservan su capacidad fecundante en el tracto reproductivo de la hembra unas 24 horas.

Por lo tanto, si se insemina en las primeras horas de celo, los espermatozoides llegarían exhaustos al momento de la liberación del óvulo, fallando la concepción. Por ello es recomendable inseminar cerca del fin del celo. Los datos estadísticos demuestran que estas inseminaciones son altamente fértiles (Figura N° 13). Se señaló que la ovulación se produce 10-12 horas después del fin del celo. Como el óvulo se mantiene fértil unas 12 horas, si se insemina demasiado tarde puede resultar que sea el óvulo el que envejezca

Pero la principal causa de la baja fertilidad de las inseminaciones tardías está representado por la detención de los mecanismos de ascenso de los espermatozoides, regido hormonalmente, que permiten que estos se encuentren en pocos minutos en el área de fecundación ubicada en la porción ampular de las trompas. Se asume que los espermatozoides arriban a esta área, impulsados no solamente por su cola, sino fundamentalmente por las marcadas contracciones que ejecuta el útero bajo la acción de los estrógenos, succionando prácticamente a los mismos. A pesar de lo señalado, existe un lapso suficientemente largo después de finalizado el celo donde es factible realizar inseminaciones con buenos porcentajes de concepción. Las hembras deben ser inseminadas durante el periodo de celo, pero hasta 6 horas después de finalizado el mismo aún es factible lograr una inseminación exitosa. Muchos investigadores opinan que para obtener los mejores resultados, los vientres deberían ser inseminados durante la última parte del período de celo (18, 29).

Recuerde

Las determinaciones actuales efectuadas en vacas lecheras arrojan un promedio de 7 h. para la duración del celo. Muchas vacas despliegan celos de una duración marcada y significativamente menor.

Es conveniente estudiar con atención la Figura N° 14. Como norma de trabajo para obtener los más altos índices de fecundidad debe procederse de la siguiente forma: las hembras que sean separadas en celo por la mañana, se inseminaran en las últimas horas de la tarde y las que sean separadas en celo por la tarde, deberán ser inseminados en las primeras horas de luz en la mañana siguiente. Esta es la denominada regla

AM-PM, considerada como válida en los últimos 50 años para bovinos de origen europeo, cuyos celos se estimaban durar unas 18 h.

En las hembras cebú los celos son significativamente más cortos, alrededor de 12 h. en vacas y hasta 6 u 8 h. en vaquillonas. Por esta razón, en el caso de animales de razas índicas se recomienda inseminar inmediatamente de detectado el celo.

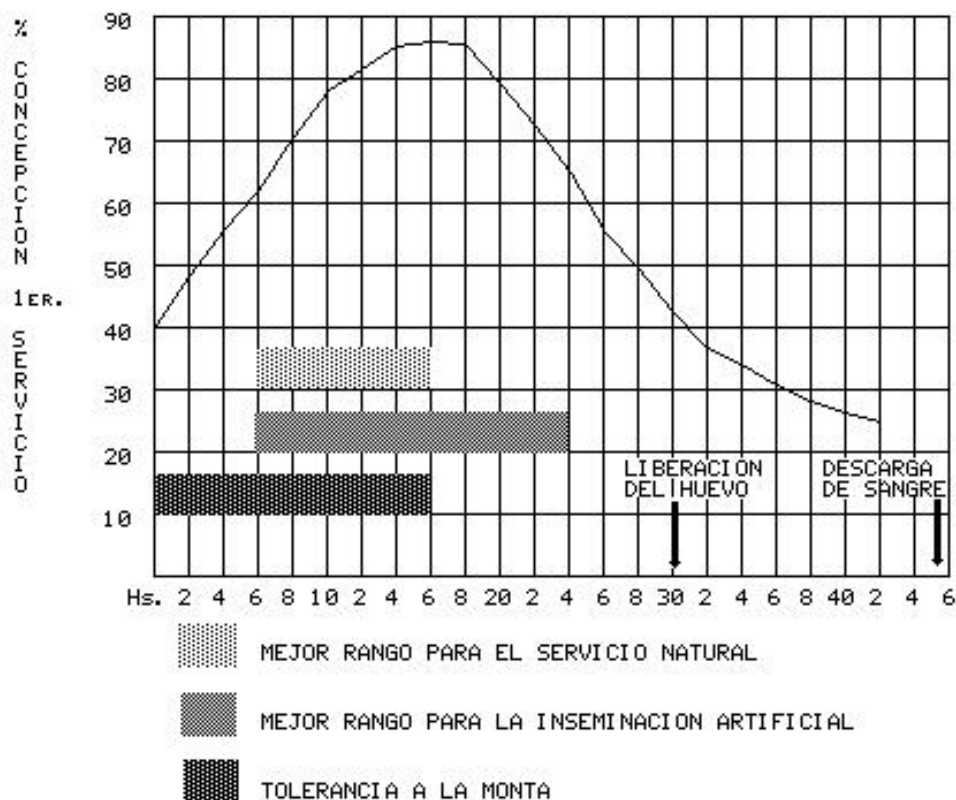


Figura N° 13: Relación entre el Momento de la Inseminación Artificial y la Fertilidad (Adaptado de G.W. Stam; Artificial Breeding and Livestock Improvement, Ed. D.S. Burch, Winsor Press, Chicago, N.Y., 1954)

La utilización de dispositivos electrónicos para la detección del celo, como se mencionó en el punto 3.3, ha aportado nuevos puntos de vista sobre el momento oportuno para inseminar. El ganado tiende a tener más montas y una duración más larga del estro durante los meses invernales que en los meses de verano (16). Por consiguiente, la verificación del celo por periodos cortos de tiempo durante el verano, podrían producir pobres resultados. El ganado lechero puede tener una duración más corta del celo y menos montas por vaca que las de

aptitud carnífera.

Menos montas y una duración más corta del estro en las vacas lecheras que en las vacas de carne, pueden estar influenciadas por factores medioambientales que difieren entre las prácticas de producción para las distintas razas. El encierro, el ordeño, contacto con los humanos, tensión y otros factores pueden influir en la conducta del estro en el ganado. La información actual proveniente del uso de nuevas tecnologías, han relativizado la regla AM-PM (44, 46),

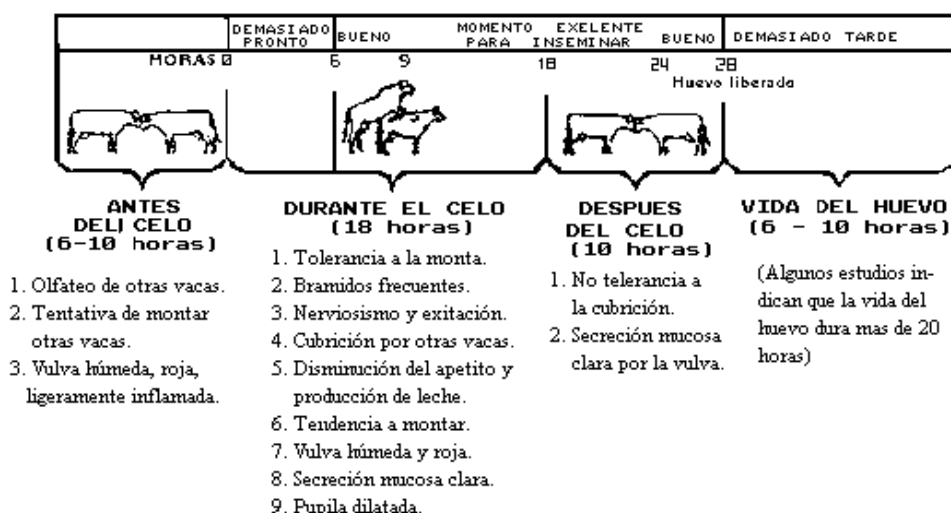


Figura N° 14: Cuando Inseminar. (Adaptado de Perry E.J.. The Artificial Insemination of Farm Animals, 3ra ed., New jersey, Rutgers University Press, 1960)

reforzando su cuestionamiento en que las mejores tasas de concepción se obtuvieron con inseminaciones realizadas entre las 4 y 12 h de detectado el celo (13), además los riesgos serían mayores cuando se insemina tarde. Evidencias adicionales, basadas en el supuesto cambio en los patrones de celo de la vaca Holando americana (40), contribuyen a reforzar este cuestionamiento. Sin embargo, para el caso de las razas europeas resultaría todavía vigente la norma de inseminar a la tarde las vacas separadas por la mañana y al día siguiente las detectadas en celo por la tarde. La Tabla N° 10 presenta las tasas de concepción obtenidas con inseminaciones en distintos rangos de horarios. También hay soporte para inseminar en un único horario diario, cuando el inicio del estro no es conocido, obteniéndose similares resultados tan efectivos como cuando se utiliza la regla AM-PM (20, 47). Graves et al (21) trabajando con vacas y vaquillonas Jersey no encontraron diferencias significativas en preñez inseminando de acuerdo a la regla AM-PM (60,5%) o una sola vez al día (57,6%).

Las vacas inseminadas 16 horas después del inicio del celo tuvieron una tasa de concepción más baja que las

vacas servidas entre 4 y 12 horas después del inicio del celo. Por lo tanto, teniendo en cuenta que cuando se emplea un programa de detección de celo basado en la observación visual, el inicio del celo es desconocido, lo recomendable es inseminar unas pocas horas después.

Tabla N° 10: Tasa de concepción en vacas lecheras inseminadas a diferentes tiempos después del comienzo del estro o celo (adaptado de Dransfield et al. 1998).

Intervalo desde inicio del celo a la IA (horas)	Número de inseminaciones	Tasa de Concepción (%)
0 a 4	327	43.1
>4 a 8	735	50.9
> 8 a 12	677	51.1
> 12 a 16	459	46.2
> 16 a 20	317	28.1
> 20 a 24	139	31.7
> 24 a 26	7	14.3

El inicio del celo fue determinado por el sistema HeatWatch® (DDx Inc., Denver, CO).

4.3. Métodos de inseminación.

En esta sección se describe la técnica de inseminación más usada, la de fijación cervical transrectal, por ser la más

eficiente. Otros métodos que se utilizaron en algún momento son el vaginal y el del vaginoscopia. Se realizaron comparaciones entre los tres métodos (56), tras las cuales el método recto-vaginal o de fijación cervical transrectal ha demostrado ampliamente ser el más eficiente, por su elevado índice de no retorno al celo, además de ventajas sanitarias y prácticas.

4.3.1. Descripción del método de fijación cervical transrectal.

El objetivo de estas líneas es interiorizar al lector acerca de los detalles más importantes a tener en cuenta en el momento de la ejecución de la técnica mas adecuada para inseminar vacas. Todo el equipo utilizado para la inseminación debe estar perfectamente limpio, los tubos de dilución y pipetas o vainas deben estar esterilizadas o utilizarse elementos descartables, ya que son económicos y desechables. Se

utilizan igualmente guantes descartables, aunque algunos técnicos prefieren usar de látex

El técnico en el campo debe mantener sus instrumentos bien limpios y desinfectados, el delantal limpio y en buen estado. Cuando se usa semen congelado y tubos, pipetas o vainas descartables, no es preciso limpiar el equipo inseminador. Todo inseminador debe tener un tacho de desperdicios para el equipo usado; no hay nada peor que los catéteres, guantes y material desechables en general, desparramados en el área de trabajo.

Ya se mencionó que el método mas eficiente es el recto-vaginal; recurrir al vaginoscopia o depositar el semen en vagina, constituye una impericia de principiante. La técnica de fijación cervical, tal como se muestra en la Figura N° 15, es de empleo universal y la aplicación es la misma ya sea que se use semen fresco o congelado, almacenado en pajuelas o pastillas (9).

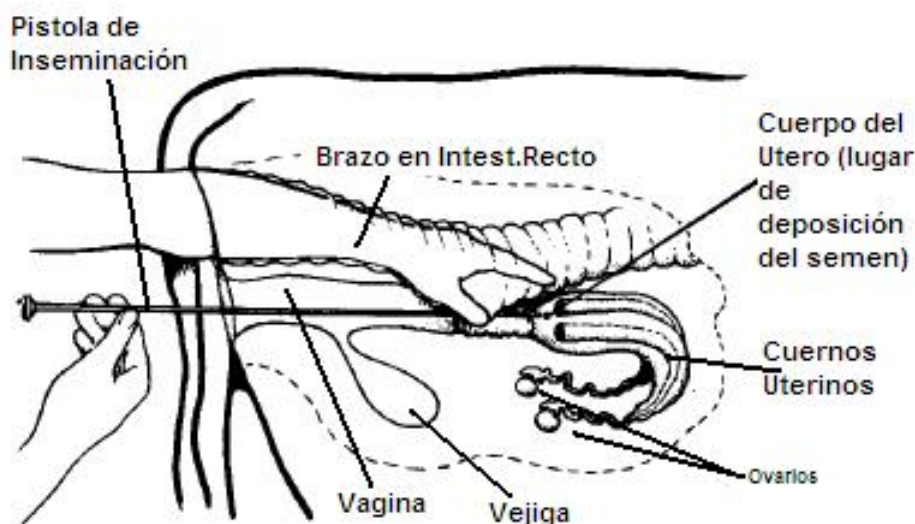


Figura N° 15: Método de la Fijación cervical transrectal para la I.A. de la vaca.

Procedimiento: Los pasos a seguir para inseminar a la vaca según la técnica mencionada son los siguientes:

- Identificar correctamente al animal y sujetar al mismo.
- Limpiar la vulva y partes adyacentes con agua y posteriormente secar con toallas de papel.
- Preparar el semen y acondicionarlo en el instrumental de inseminación.
- Ubicar el pistolete de inseminación en el vestíbulo de la vagina, separando previamente los labios vulvares y orientando el instrumento hacia el techo de la vagina.
- Colocar la mano enguantada (izquierda) con los dedos en forma de

cuña e introducirla suavemente en el recto, venciendo la resistencia del esfínter anal, eliminando el estiércol de la ampolla rectal.

- Insertar el catéter o pistolete de inseminación con la mano libre (derecha) hacia el fondo de la vagina y guiarlo hasta el cuello uterino.
- Sujetar firmemente éste y enfrentar la punta del instrumento con la entrada del cuello.
- Manipular el instrumental de manera que pase a través de los pliegues cervicales hasta la porción posterior del canal.
- El pistolete o catéter no debe penetrar profundamente en el útero, ya que algunas veces puede producir infección o bien el semen ser depositado en el cuerno contra-lateral al ovario ovulante. Generalmente los principiantes tienen dificultades al introducir por primera vez la pipeta en el cuello uterino. Se necesita práctica y paciencia. En algunas vacas es imposible pasar completamente el instrumento a lo largo de todo el cervix y simplemente se deposita tan profundamente como se avanzó en el mismo. La capacitación del técnico es un aspecto fundamental (5).
- La deposición del semen se realiza en el cuerpo del útero (Figura N° 16). Una vez encontrado el sitio de deposición, expeler el semen lentamente y retirar el instrumento.

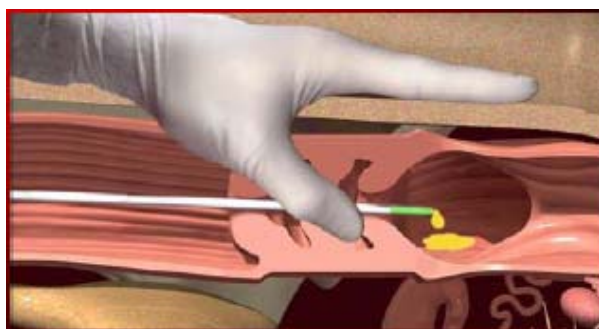


Figura N° 16: El lugar correcto para la deposición del semen es el cuerpo uterino.

- Descartar el equipo usado, lavarse las manos y limpiar y desinfectar las botas y guantes si son de látex.
- Completar los formularios y registros de reproducción.

4.4. Errores al insertar la pipeta de inseminación.

La pipeta de inseminación debe ingresar a la vulva en un ángulo de 45°, con el extremo libre hacia arriba, en otras palabras, con la mano que sujeta el pistolete por debajo del nivel de la vulva. Esta recomendación evita que la punta de la pipeta o del pistolete de inseminación se alinee con el divertículo uretral e impide su ingreso a la uretra. Luego de sobrepasar el divertículo uretral, el instrumento de inseminación debe colocarse horizontalmente, para seguir avanzando en busca del cuello uterino.

Con cierta frecuencia, el avance del instrumento de inseminación (pipeta o pistolete) se ve impedido por un pliegue de la vagina. La punta del instrumento choca contra éste, frustrando todo intento de introducirlo más profundamente. Para desarmar el pliegue, debe traccionarse el cuello uterino (que se encuentra sujetado con la mano diestra) hacia craneal del animal, para luego intentar avanzar el instrumento.

Otra situación frustrante que suele presentarse es cuando la punta del instrumento de inseminación encuentra el fondo de saco, en la unión de la os del cuello uterino con la vagina. Muchas veces, cuando se trabajan vacas viejas de numerosas pariciones, el cuello presenta una serie de pliegues que impiden encontrar el canal cervical. La posición correcta estará generalmente dada por una sensación de situación central del instrumento en relación a la mano que sujeta el cervix. Un resumen de estos errores se presenta en la Figura N° 17.

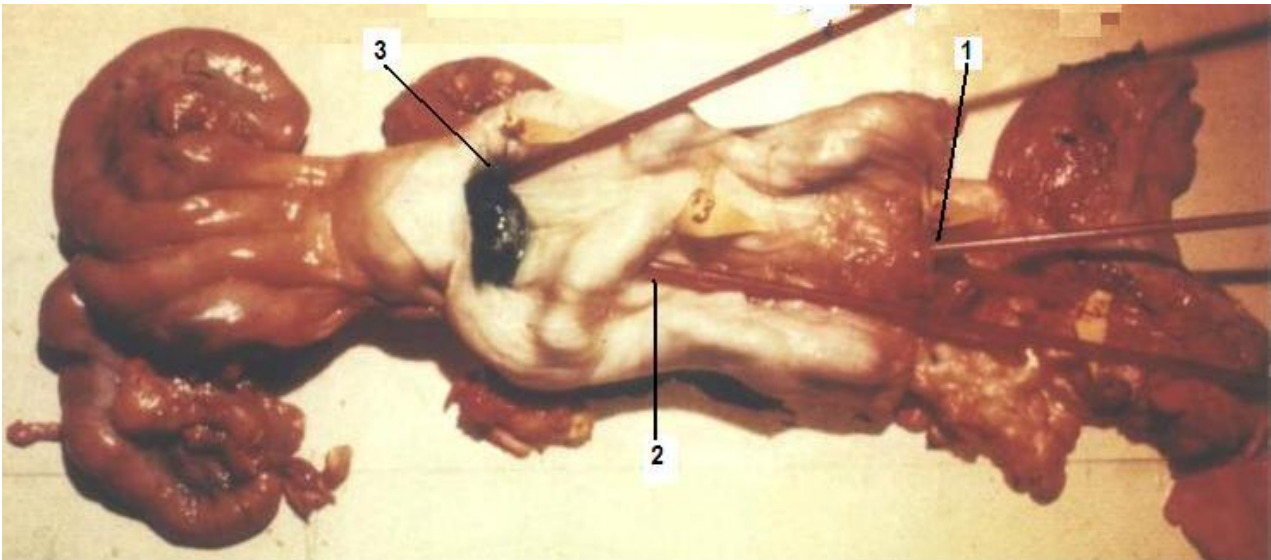


Figura N° 17: Resumen de los errores comunes en la inserción del instrumento de inseminación. (1) punta del instrumento de inseminación situado en el divertículo uretral, (2) punta del instrumento de inseminación situado en un pliegue de la vagina y (3) punta del instrumento de inseminación situado en el fondo de saco del cervix. La os del cervix está pintada de negro.

4.5. Estimulación de genitales.

La estimulación de los órganos genitales inmediatamente después de la inseminación mejora aparentemente la fertilidad. Estudios realizados (59) demuestran que las vacas que fueron excitadas mediante un masaje de clítoris durante 10 segundos después de la inseminación, tuvieron un promedio de 58,4% de concepción en el primer servicio comparado con un 52,1% obtenido en vacas no excitadas. Por otro lado, las vacas que recibieron estimulación cervical y de clítoris ovularon 4.40 horas más temprano que las no estimuladas. Esta estimulación parece facilitar el transporte de espermatozoides.

4.6. Higiene.

Los locales donde se almacena el material de inseminación (catéteres, jeringas, frascos ampollas, diluyente, termos, etc.) deben estar limpios y bien aireados. La siembra debe ejecutarse lo más asépticamente posible sin ningún tipo de contaminación (estiércol, orina, barro, etc.). En la actualidad el problema de la transmisión de enfermedades de un animal a otro se ha minimizado gracias al uso de material desechable de bajo costo, los cuales se usan una sola vez. Este material descartado debe ser convenientemente eliminado por representar un foco de contaminación potencial, procediéndose a quemarlo en un lugar adecuado.

5 Manejo del Semen Congelado

A pesar de su robustez, el termo de nitrógeno líquido sufre durante el transporte y el uso diario, daños que son frecuentemente imperceptibles que disminuyen su capacidad para conservar el frío. Como consecuencia, su autonomía estática y de trabajo se ven reducidas, dejando de ser útil para el almacenamiento del semen o para el mantenimiento de la habilidad fecundante del mismo.

La fuente de frío es el nitrógeno líquido (-196 °C) que experimenta una continua evaporación, por lo que hay que tener precauciones durante su manipulación.

5.1. Manejo de la conservadora de nitrógeno líquido.

La conservadora o termo es la unidad criogénica indispensable para la conservación del semen destinado a la I.A., siendo el nitrógeno líquido la fuente de frío (-196 °C). Por lo tanto, es conveniente conocer como debe utilizarse para su mejor funcionamiento y duración, ya que un trato inadecuado trae como consecuencia la disminución de su capacidad conservante y por consiguiente, la pérdida del material seminal.

5.1.1. Tipos de termos.

Existen en el mercado distintos tipos de termos, según los usos para los que son destinados.

De Trabajo: Estos están caracterizados por ser de larga autonomía estática o de trabajo, pero son más frágiles, de ahí que son recomendados

para inseminaciones y no para transporte de nitrógeno y/o semen congelado. Estos termos son generalmente de una capacidad de 17 a 33 litros, con seis canastillas, para separar los lotes de pajuelas u otra presentación de semen congelado.

De Transporte: Hay grandes y chicos. Los primeros, de 50 litros en adelante, son usados por bancos de semen o para proveer de nitrógeno líquido a varios establecimientos. Los chicos, 5 a 10 litros, son para transporte de semen congelado y nitrógeno. Estos termos si bien tienen mayor resistencia al transporte, tienen mayor consumo y menor autonomía.

Para Depósito: de 30 a 40 litros en adelante. Son utilizados por bancos de semen o grandes establecimientos. Los modernos son de poco consumo.

Observaciones: para obtener de cada tipo de termo el máximo rendimiento, se le debe dar el uso adecuado, de acuerdo a su modelo y a las técnicas de manejo.

5.1.2. Estructura de la conservadora de nitrógeno líquido.

Es un recipiente con doble pared (Figura N° 18); la interna de una aleación especial es capaz de soportar temperaturas extremadamente frías (-196 °C), en cambio la externa es para resistir las oscilaciones térmicas ambientales. Entre las dos paredes el único punto de contacto es el cuello, del cual está suspendido el recipiente que aloja el nitrógeno líquido (N.L.), y constituye el punto más frágil, por ser dicha unión una soldadura no metálica. Aunque el termo está construido con materiales aislantes, el componente primario de aislación lo constituye el vacío existente entre ambas paredes. También presenta topes para amortiguar los sacudones.

Para evitar la conducción y escape de frío por los brazos de las canastillas, entre el enganche del cuello y el recipiente, no hay continuidad metálica, porque de lo contrario se aumenta el gasto de N.L.. Las tapas de material aislante (telgopor, corcho, plástico, etc.), cubren todo el cuello y poseen espacios para alojar los brazos de las canastillas. Estas están sujetas por un enganche en el cuello y una guía a modo de soporte, con forma de estrella en el fondo de la conservadora.

5.1.3. Propiedades físico - químicas del nitrógeno líquido.

El nitrógeno es un gas neutro que está contenido en la atmósfera en una proporción del 78%, junto a un 21 % de oxígeno y 1 % de gases raros. Es incoloro, inodoro e insípido; algo más liviano que el aire a la misma temperatura, seco e inerte; desprovisto de anhídrido carbónico y óxido nítrico, prácticamente insoluble en agua y solventes habituales; no genera cargas electrostáticas importantes, puede ser almacenado a altas presiones en forma líquida (196 °C bajo cero), no es combustible ni carburante; al evaporarse forma una columna blanca debido a la condensación de la humedad ambiente y produce, por cada litro de N.L. evaporado, 680 litros de nitrógeno gaseoso.

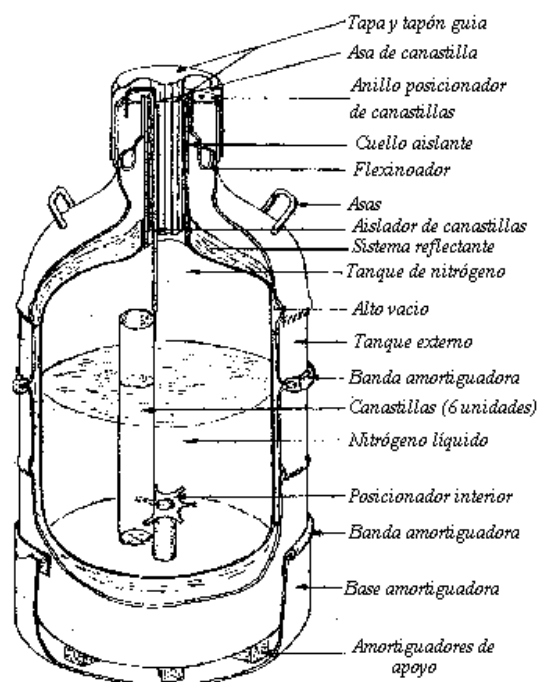


Figura N° 18: Corte Esquemático de un Termo de N.L.

Es muy importante tener en cuenta esto, porque en ambientes cerrados desplaza al oxígeno y puede producir mareos, somnolencia y hasta cuadros de asfixia.

5.1.4. Técnica del uso y manejo de la conservadora:

Deben considerarse distintas situaciones:

Antes del llenado: Toda conservadora que esté fuera de uso, debe ser controlada en higiene y humedad, antes de ser cargada con N.L.; lo mismo para los termos nuevos, recomendándose que la casa vendedora entregue con carga el aparato para saber si éste retiene la misma y determinar si el gasto es normal para su modelo.

Durante su llenado: El llenado o reposición de nitrógeno, en una conservadora debe hacerse con bombas o termos de transporte, evitar hacerlo con termos grandes directamente, pues al inclinarlo para volcar el N.L. el peso que ejerce sobre el cuello es tremendo y en forma no equilibrada, pudiendo ser causa de fallas posteriores de ese termo. Cuando la unidad está a temperatura ambiente, el primer paso debe ser un

enfriamiento progresivo con vapores de nitrógeno, o con pequeñas cantidades del mismo, para que vaya desalojando el aire caliente que está ocupando el recipiente, esto se nota por una columna de color blanco que sale con fuerza por la boca. Se procederá a echar seguidamente el N.L., cuando aquella columna sea mínima o no tenga fuerza. Debe evitarse que caiga por la pared externa exceso de N.L., porque puede llegar a dañar el aparato. Poner el máximo de atención en este momento, porque las salpicaduras a la cara o la posibilidad que se introduzca en calzados y ropas son peligrosas, por las quemaduras que provoca.

Durante el transporte: Este debe ser realizado cuidando detalles muy importantes. Como se observó en la estructura, el recipiente interno que contiene el N.L. está colgando del cuello y si está lleno el peso que soporta es mayor, de ahí que su transporte deba ser vertical en cuanto a la posición, para que el peso ejercido en el cuello sea equilibrado. Por esta misma razón los termos vacíos, no deben transportarse inclinados, ni acostados. La amortiguación debe ser constantemente observada, más aún en caminos en malas condiciones. A este efecto, aconsejamos usar cajones con algún material amortiguador en su base, que no transmita los golpes y sacudidas propias del viaje. Las tapas deben estar aseguradas para que en caso de accidentes, no se abran, pero no herméticamente puesto que siempre debe existir una evaporación; caso contrario el N.L., que al pasar del estado líquido al gaseoso ocupa 680 veces más su lugar, hará tal presión para salir de la conservadora, que puede dañar su estructura o hacer saltar la tapa con violencia y salpicar N.L. a las personas cercanas, con la posibilidad de quemaduras. Otro riesgo importante para destacar es cuando se traslada la conservadora en cabinas cerradas, los vapores de nitrógeno desplazan al oxígeno ambiental pudiendo provocar somnolencia, mareos, etc. que podría ser de gran peligro para el conductor y sus acompañantes.

Durante la Inseminación Artificial:

Con respecto a la habitación que será construida o adaptada para guardar el termo y sus accesorios, deben cuidarse factores como ventilación, higiene y humedad. La ventilación impide el enrarecimiento del aire para lo que hay que tener en cuenta la orientación; en cuanto a la higiene debe cuidarse para evitar contaminación de los elementos que se usan en el manipuleo del semen; la humedad puede condensarse en la tapa y cuello pudiendo dificultar la extracción del material seminal y provocando mayor gasto de N.L. Los riesgos para el semen, aparatos y personas se reducen si se cuidan estos detalles, más una buena técnica en el manejo de la conservadora. Ésta debe abrirse lo mínimo necesario y las canastillas, al extraerse para sacar material, no deben sobresalir de la boca del aparato, evitando así mayor consumo y daño del material seminal por reiteradas exposiciones a las elevadas temperaturas externas.

Es aconsejable que el nivel de N.L. no baje de un mínimo de 8 cm. si hay sólo un nivel de pajuelas y de 15 cm. si las canastillas están llenas, considerando siempre 2 cm. más para decidir la recarga; es recomendable que el semen esté sumergido totalmente o apenas sobresaliendo. A este efecto se usa una varilla fina y oscura que se introduce hasta el fondo del aparato, se deja unos 10 segundos, se saca y se sacude, la condensación de la humedad ambiente marca el nivel de N.L.. Las canastillas deben ir tapadas con tapones de gasa y algodón, atados con un hilo el brazo de la misma para evitar que se introduzca dentro y sea difícil sacarlo; el tapón no debe ser de algodón solamente porque se pega al material y a la canastilla; éste cumple la función de impedir que el semen sea despedido por el borde superior cuando se repone N.L., o en el transporte, o cuando la canastilla es introducida muy rápidamente en el nitrógeno, el cual entra por el fondo con violencia; al extraerse para su uso, debe hacerse con pinzas largas o cucharitas, sin movimientos bruscos.

Seguridad: En el cajón de transporte y en la habitación destinada al termo se deben poner cerraduras, a fin de evitar que personas ajenas o niños lo golpeen o abran e introduzcan elementos extraños en su interior o se pierdan los carteles de identificación. Nunca depositar este aparato y sus accesorios cerca de productos tóxicos.

Después de la inseminación artificial se aconseja, en lo posible, mantener con N.L. el termo constantemente, pues al cargarlo y luego dejarlo sin carga, las contracciones y dilataciones que sufre constituyen riesgos. En muchas ocasiones una vez finalizada la campaña de inseminación artificial, la conservadora no es objeto de una buena higiene y desinfección, quedando restos de material seminal, algodones, humedad, etc., que permanecen en el recipiente y que al descomponerse forma ácidos, fermentos, etc., que pueden dañar la estructura de estos aparatos, encontrándose con la sorpresa, cuando llega la próxima campaña de inseminación artificial, que no retiene la carga. Para evitar esto, aconsejamos que al terminar los trabajos del período, se coloque boca abajo la conservadora, para que salga todo el frío, para poder someterlo a un lavado con agua y detergente suave, enjuagarlo con agua corriente y luego con agua destilada y fungicida; se lo seca con corriente de aire y se deposita boca abajo en ambientes higiénicos y secos.

De cualquier manera, siempre antes de su llenado se debe verificar la higiene y humedad, para poner a funcionar el aparato en perfectas condiciones. Además los primeros días debe controlarse el consumo, para determinar si es normal, (1 cm. cada 3 a 5 días según modelo). Si la conservadora está parcialmente afectada, gasta más o transpira; si está totalmente dañada, forma nieve alrededor del cuello o tapa, escuchándose un ruido de ebullición. Cuando el aparato anda bien el gasto es normal, no transpira, no forma nieve, ni hay ruido de ebullición.

5.1.5. Nitrógeno líquido: prevención de accidentes y primeros auxilios.

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos:

- En todo momento que se trabaje con N.L., se debe prever una ventilación que evite la disminución del oxígeno.
- Durante el transporte deben cuidarse dos detalles de peligro para las personas: a) ventilación o aireación del vehículo de transporte y b) que no salpique o caiga N.L. sobre las personas.
- Utilizar elementos apropiados para el manipuleo del N.L., guantes, embudos, zapatos cerrados o botas, protectores faciales o por lo menos de los ojos.
- No tocar con las manos caños, algodones, etc. que están en contacto con el N.L. porque se pegan a la piel y causan importantes quemaduras.
- En caso de ocurrencia de quemaduras, lo que se puede hacer es descubrir la zona mortificada de cualquier prenda que lo comprima, activar la circulación sanguínea y aplicar compresas frías en el lugar afectado hasta que intervenga el médico.
- Se puede presentar casos de mareos por enrarecimiento del aire e inclusive llegar al extremo de haber desvanecimiento o síntomas de asfixia; en estos casos se procederá a desalojar a esa persona del lugar para asistirle en un lugar ventilado. En casos extremos puede ser necesario recurrir a la respiración artificial o a la oxigenoterapia (tubo de oxígeno). Recordar que los accidentes (asfixia) se presentan cuando el oxígeno es desplazado por el nitrógeno, cayendo su proporción al 10%, (normal 21%).

5.2. Recomendaciones para el manejo del semen congelado.

Es importante tener siempre presentes los siguientes puntos (30):

- El termo con las dosis de semen debe

estar protegido de las altas temperaturas y ubicado en un cuarto higiénico;

- Debe observarse frecuentemente el nivel del nitrógeno líquido. Es recomendable que el nivel esté siempre por encima de las dosis de semen;

Recuerde

Observe frecuentemente el nivel del nitrógeno líquido, tanto como semanalmente.

- Antes de comenzar los servicios se debe comprobar la aptitud del semen, ya que durante el envío desde el centro de I.A., o al efectuar alguna transferencia, las células de espermia pueden haber sufrido efectos letales encontrándose con motilidad reducida o nula;
- Fijarse un nivel umbral, superior al mínimo de seguridad, para determinar la recarga del termo;
- Al realizar transferencias de dosis a otros termos, debe asegurarse que éstos tengan el nivel adecuado de nitrógeno. La transferencia de dosis debe efectuarse a cubierto del viento y de la luz directa del sol;
- Llevar un inventario correcto y actualizado de las existencias de semen;
- Al retirar dosis para inseminación o control, nunca debe exponerse completamente la canastilla conteniendo el material fecundante (Figura Nº 19). En lo posible esta no debe sobresalir de la boca del termo, de esta forma no se expondrán las dosis a cambios bruscos de temperatura;
- No se debe exponer el semen a las temperaturas elevadas de la boca del termo (Figura Nº 20) por más de 10 a 15 segundos. Debe tenerse presente que la temperatura en el interior del termo es alrededor de 160 °C bajo cero.

- Debe mantenerse a un mínimo absoluto el número de exposiciones; solo realizarlas cuando sean estrictamente necesarias.

Recuerde

Evite exposiciones innecesarias de la canastilla conteniendo las dosis de semen a las altas temperaturas que se verifican en la boca del termo.



Posición correcta de la canastilla



Posición incorrecta de la canastilla

Figura Nº 19: Para retirar una dosis de semen de la canastilla, ésta no debe sobresalir de la boca del termo.

Recuerde

Proteja el termo de golpes durante el transporte y durante su utilización; evite usarlo como recipiente de recarga.

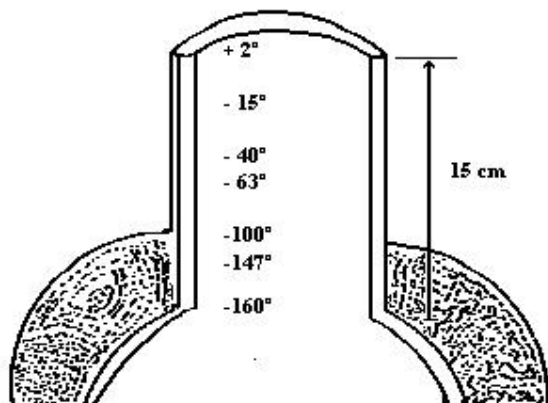


Figura N° 20: Rango de temperaturas en la boca del termo de N.L.

5.2.1. Semen congelado en pajuelas.

Existen varios protocolos para el descongelamiento de pajuelas (36); las directivas se podrían resumir en los siguientes puntos:

- Preparar un baño de María a 30°C utilizando un pequeño recipiente de telgopor, donde se sumergirá la pajuela a descongelar.
- Extraer cuidadosamente con la ayuda de una pinza la pajuela y sacudirla antes de descongelar, para eliminar el N.L. que pudiera quedar en el extremo (58).
- Tapar el baño de María y esperar un minuto para extraer la pajuela, la que será cuidadosamente secada con papel sanitario y sacudida nuevamente para desplazar la burbuja de aire hacia el extremo.
- Acondicionar la pajuela con el tapón de algodón hacia el interior de la recámara del pistolete, retirando previamente unos 12 cm. su émbolo.
- Cortar la pajuela en forma perpendicular al eje de la misma, dejando sobresalir 1 cm. y colocar la vaina descartable asegurándola firmemente con el anillo de ajuste de la pistola (Figura N° 21 abajo) o que apriete bien el retén en la pistola

Quicklock (Figura N° 21 arriba). Descongelar una pajuela por vez (57, 58).



Figura N° 21: Dos modelos de pistolas de inseminación con vaina descartable.

5.2.2. Semen congelado en pastillas.

Aunque ya este método no se comercializa en el país, se describe su técnica porque puede ser utilizado a nivel privado.

- La ampolla con el rediluyente debe estar a temperatura corporal en el momento de la disolución a los efectos de un descongelamiento rápido.
- Es fundamental utilizar rediluyentes de buena calidad (36). Una vez fraccionado el mismo, no es recomendable su uso después de 4 o 5 días de la operación.
- Al retirar las pastillas de las canastillas, debe constatar que se ha colocado nuevamente el tapón de algodón que evita que las pastillas, al ser sumergidas en el nitrógeno líquido, sean levantadas por éste y sacadas de lugar. Al proceder a cargar el catéter, este debe insertarse lentamente en la ampolla a medida que se succiona con la jeringa.
- Proteger la ampolla y el catéter conteniendo el semen de la luz directa del sol.
- Catéter y ampolla deben estar sostenidos de manera tal que salga todo el semen sin romper la columna de líquido que va entrando en el catéter. Éste debe ser ubicado a profundidad en el cuello uterino.
- Debe emplearse una expulsión pareja de 5 segundos de duración al sembrar el semen en la vaca, evitándose de esta manera que quede material fecundante en el catéter.

6 EVALUACIÓN DE LA INSEMINACIÓN

En numerosas oportunidades el resultado final de un programa de I.A. puede no resultar satisfactorio, la única manera de determinar la causa originaria de ese mal resultado es mediante un control estricto de todo el proceso, desde su etapa previa hasta la determinación de la preñez.

La evaluación debe permitirnos la detección temprana de problemas, ya sea en los propios animales o debidos a errores de técnica, y no esperar el resultado final para enterarnos del fracaso de la inseminación.

Esta evaluación exige contar con registros muy precisos y completos respecto a las tareas desarrolladas, el material utilizado, los animales inseminados y su respectivo historial reproductivo y nutricional, etc.

6.1 Causas de descontento

El principal descontento en el empleo de la inseminación artificial, es cuando en algunos casos, al final del servicio se contabilizan un bajo número de animales inseminados o un bajo porcentaje de preñez en los mismos. El estudio de esta situación en profundidad (26), revela que el problema puede descomponerse de la siguiente forma:

El animal entra preñado a servicio: Lógicamente un animal preñado no entra en celo y por lo tanto no es inseminado. Si el número de estos animales es elevado, aparentemente hay un celo pobre y se inseminan pocas vacas dando una impresión de fracaso. El tacto rectal puede haberse efectuado en días próximos a los servicios por "robo" ingresando estos animales como vacíos. Por lo tanto es conveniente dejar transcurrir unos 45 días a contar desde el comienzo de los servicios artificiales para realizar un nuevo tacto rectal en los animales no "alzados", eliminándose

aquellos que presenten útero ocupado. Es oportuno suplementar con harina de hueso y sal al 50%.

El celo no presenta síntomas o no puede ser detectado: En la mayoría de los casos se debe a celos no detectados por una deficiente observación. Un elevado porcentaje de retornos al servicio con períodos de 42 días o múltiplos de 21, están claramente indicando una deficiente detección del celo. Este es un punto en donde se deben extremar las medidas para una correcta observación teniendo en cuenta la capacitación del personal y los signos del celo.

Ovarios en anestro y/o infección crónica del útero: La palpación rectal revela que muchos de los animales que no presentan celo se encuentran en anestro (reposo sexual) o con infecciones uterinas.

Condición corporal de la hacienda: En vacas lecheras con una condición corporal (CC) menor a 2,5 (flaca = 1, gorda = 5) y en lactancia, la falta de celo se debe en la mayoría de los casos a esta particular condición. En vacas carniceras

una condición corporal comprometida, menor a 4 (escala de 1 a 10), es la causa principal del anestro; en general, hay acuerdo en que, en cría, una vaca con una condición corporal 3 deja de ciclar. La CC de las vacas al momento del inicio del servicio, afectará el rendimiento reproductivo de las mismas en términos de servicio por concepción, intervalo entre partos y porcentaje de vacas vacías. Para un buen desempeño reproductivo, las vacas tendrían que presentar una CC 5 o mayor al parto (escala 1 a 10) y mantener este valor durante el servicio.

Causas de descontento con la IA

- El animal entra preñado al servicio
- El celo no presenta síntomas o no puede ser detectado
- Ovarios en anestro y/o infección crónica del útero
- Condición corporal de la hacienda

Las principales causas de falta de celo se deben, especialmente, a los dos primeros puntos. Nunca deberán parecer suficientes las medidas que se tomen para el control de los servicios, por más adecuadas que resulten las que se hayan adoptado.

Para poder realizar una evaluación debe mantenerse un registro actualizado de los principales eventos reproductivos del rodeo. La fecha de celo, el número de servicios por vientre, fecha de parto, intervalo parto-primer celo (días), intervalo parto-concepción, periodo de espera voluntario posparto, etc., son algunos de los registros mas importantes. Es posible supervisar el desenvolvimiento de los encargados de la I.A. y en general de toda la operación en sus distintas etapas, con el propósito de corregir errores o fallas que se detecten. Los principales factores que afectan el éxito de todo programa de inseminación son la tasa de sometimiento, la capacitación del inseminador y la fertilidad del semen. La Tabla N° 11 ilustra sobre las metas deseables para los mismos.

6.2. Factores que afectan la tasa de detección del celo.

Los principales aspectos que afectan la tasa de detección de los celos se reseñan a continuación:

Conocimiento positivo de los signos del estro: Especialmente la "posición de monta" y la descarga vulvar normal, contribuyen a una alta tasa de detección del celo.

Horario de detección: Es conocido que una buena proporción de las hembras, entran en celo durante horas de la noche, si bien el celo promedio dura entre 16 y 18 h., las vaquillonas y las hembras cebú presentan celos cortos (6 a 8 h.), por lo que pueden no ser observadas durante el día. Por ello, debe insistirse en realizar una observación lo más temprano posible. Incrementar la frecuencia de observación aumenta la tasa de detección.

Tabla N° 11: Principales factores que afectan el éxito de un programa de inseminación artificial.

Tasa de Sometimiento	Capacitación del Inseminador	Fertilidad del Semen
Meta: 95 % de vacas inseminadas en las primeras 4 semanas de servicios.	Meta: Fertilidad de primer servicio mayor al 60 %.	Meta: 1,7 servicios por vaca preñada.

Lugar de detección: Es preferible rodear las hembras en una esquina del potrero y no molestarlas para permitir que se expresen las que se encuentran en calor. El separar hembras que se montan durante el arreo o en los estrechos corrales del tambo, es una mala práctica que aumenta el número de hembras inseminadas pero no de las preñadas en primer servicio. El lugar elegido para la detección debe ser de piso firme, caso

contrario los animales no se sentirán seguros y evitarán saltar sobre otros.

Ayudas para la detección:

Disponer de la ayuda de animales detectores de las hembras en celo contribuye notablemente a aumentar la tasa efectiva de detección. Estos animales trabajan aun en las horas en que el hombre generalmente se encuentra dedicado al descanso. Se practican distintos tipos de operaciones para obtener machos imposibilitados de preñar las hembras (vasectomía, epididectomía, desviación del pene, etc.) combinados con el uso de un arnés marcador. Alternativamente puede usarse pintar el sacro de las hembras con pintura a la tiza o vacas androgenizadas provistas con bozal marcador.

Fecha de parto. Las vacas paridas tarde, generalmente tienen una baja tasa de preñez, porque ellas no tienen tiempo para mostrar un celo temprano durante el siguiente servicio.

Condición corporal. La CC es importante para estimar cuando una vaca mostrará celo luego del parto. El 91% de las vacas en buena condición corporal, presentaron celo dentro de los 60 días posparto, en comparación con el 61% de las con CC moderada y el 46% de aquellas con mala CC.

Amamantamiento. Las vacas que están amamantando tienen un intervalo parto-primero celo mas largo. El flushing y el destete temporario por 48 h pueden ayudar a mejorar el desempeño reproductivo.

Cambio de peso cerca del servicio. El 67% de las vacas que mantuvieron su peso desde el parto al servicio, se preñaron en el primer servicio, mientras que solo lo hicieron el 43% de las que perdieron peso.

Muchas investigaciones han indicado que, en una proporción importante, las vacas no muestran un buen celo temprano en la estación reproductiva y también que la tasa de concepción al primer servicio posparto es baja (33). Sin embargo, si se utilizan procedimientos apropiados de manejo, el número de vacas presentando celo en los

primeros 21 días de servicio, así como la tasa de concepción al primer servicio, pueden ser altas.

Factores que afectan la tasa de detección del estro

- Conocimiento positivo de los signos del estro
- Horario de detección
- Lugar de detección
- Ayudas para la detección
- Fecha de parto
- Condición corporal
- Amamantamiento
- Cambio de peso cerca del servicio

6.3. Mejora de la detección del celo.

Para prevenir la ocurrencia de períodos extendidos de improductividad en los rodeos sometidos a inseminación artificial, conviene diseñar una estrategia que permita mejorar el desempeño reproductivo. Es importante realizar evaluaciones tempranas durante la marcha de los servicios, con el propósito de incorporar correcciones en el programa reproductivo. Cuanto antes se realicen las correcciones, es posible obtener resultados alentadores y evitar consecuencias calamitosas.

6.3.1. Porcentaje de Celos Diarios.

Conocer la proporción de hembras que entran en celo diariamente es sumamente importante para tener idea del estado reproductivo del rodeo y de la eficiencia del control de los celos. El porcentaje de celos diarios (%CD) se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\%CD = \frac{\text{Nº de vientres en celo por día}}{\text{Nº de días de servicio}} \times 100$$

El porcentaje óptimo de hembras que normalmente deberían entrar en celo diariamente al comienzo del servicio, debería ser del 4,73 (100 vientres / 21 días duración promedio del ciclo estral). En todo rodeo hay un número indeterminado de vientres que no ciclan regularmente, reduciendo el porcentaje de

animales que entran en celo; por otro lado, el hombre no funciona tan bien como detector de celo. Por estas razones, se estima como adecuado un porcentaje de celo diario del 3 al 4% al inicio del servicio, porcentaje que debería comenzar a disminuir a partir de las tres primeras semanas por haber quedado preñada una buena parte del rodeo. Un porcentaje inferior al 3% pondría en evidencia una deficiente detección o un número elevado de vientres preñados por "robo" o bien un problema de estado corporal que debería ser obvio. Cuando el porcentaje de celos diarios es considerado bajo, deberá insistirse en dos aspectos fundamentales:

- Readiestramiento de los encargados de la observación.
- Control de su tarea, tendiente a verificar el estricto cumplimiento de las instrucciones.

Es conveniente incorporar un método de detección de celo que involucre algunas de las ayudas mencionadas en el punto 3.4 de este manual.

6.3.2. Porcentaje de vacas lecheras detectadas en celo.

En el tambo, es de utilidad confeccionar una lista de vacas vacías (abiertas) en condiciones de recibir servicio y observar su celo durante 24 días. El porcentaje de vacas detectadas en celo, representará la eficiencia de detección para el sistema utilizado.

6.3.3. Estros posibles detectados.

Por estro posible se entiende a los desplegados por vacas que se encuentran para recibir servicio y no aquellas, que por ejemplo, se encuentran dentro del periodo de espera voluntario o aquellas vaquillonas que no alcanzaron el peso de servicio. Para determinar la tasa de estros posibles detectados (47), puede recurrirse a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Celos Detectados (\% CD)} =$$

$$\frac{\text{Nº de celos observados}}{(\text{Nº vientres} \times \text{Nº días del período}) \div 21} \times 100$$

Por porcentaje de celos detectados se entiende a la cantidad total de vacas servidas o con celo informado, dividido en Nº de vacas multiplicado por el Nº de días del periodo estudiado y dividido en 21. Esta ecuación se usa principalmente en ganado de carne. Por ejemplo, si se detectaron 20 celos en un grupo de 40 vacas durante un periodo de 24 días, la tasa de celo detectada será de 43,7%.

Para el ganado lechero, puede recurrirse a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de Celos Detectados (\% CD)} =$$

$$\frac{\text{Nº de celos detectados/vaca}}{\text{celos para servicio}} \times 100$$

El celo para servicio es definido como cualquier celo ocurrido luego del periodo de espera voluntario (PEV). El PEV es el intervalo desde el parto hasta la fecha en que se dispuso que las vacas sean nuevamente servidas. Si el PEV es de 50 días, el primer celo para servicio luego de los 50 días, debería ser detectado alrededor del día 60 posparto (10 días es la mitad de un celo promedio).

6.3.4. Proporción de intervalos interestruales.

En rodeos de carne, la proporción de periodos interestruales simples (de 18 a 24 días) a dobles (38 a 46 días), brinda una idea aproximada de la eficiencia en la detección de los celos. Una proporción de 6 o más periodos simples por cada periodo doble indica una detección de celos satisfactoria. También puede ser útil calcular la proporción de periodos interestros cortos (<18 días), normales (entre 18 y 24 días) o largos (>24 días); una meta apropiada sería registrar un 60% o mas de periodos normales.

6.3.5. Estimación de la detección del estro por el Test de Progesterona en Leche.

En vacas lecheras, puede efectuarse un test de progesterona en leche a todas las hembras inseminadas con más de 22 días que no hayan sido

detectadas en celo. El porcentaje de vacas con bajos niveles de progesterona, representa la eficiencia de detección de celo.

6.3.6 Intervalo de servicios.

El Intervalo de Servicios es un buen indicador de cuan bien se están detectando los celos después del primer servicio en vacas lecheras. Debería mantenerse un promedio de 25 a 30 días entre servicios para reducir los costos asociados con excesivos días en que una vaca permanece vacía (días abiertos). La siguiente fórmula calcula el promedio de días entre servicios luego del primer servicio.

$$IS = \frac{DA - DEL \text{ al primer servicio}}{\text{Servicio por Vaca} - 1} =$$

Donde DA son los días abiertos (desde el parto a la fecha en que la vaca está vacía) y DEL los días en lactancia. El cálculo de IS es preciso únicamente si toda la información reproductiva está registrada. La Tabla N° 12 muestra como el incremento del porcentaje de celos perdidos, afecta el intervalo de servicio promedio.

Tabla N° 12. Relación entre la Tasa de Detección de Celo y el Intervalo de Servicio Promedio (ISP).

ISP (Días)	Celos Detectados (%)	Celos Perdidos (%)
23	90	10
26	80	20
30	70	30
35	60	40
41	50	50
59	40	60
60	30	70

6.3.7. Tasa de sometimiento.

Uno de los factores más importantes que afecta el resultado de todo programa de I.A. en la ganadería de

carne, es la cantidad de animales que se presentan a tomar servicio, evaluada a través de la denominada Tasa de Sometimiento (TS). La TS se define como el número de vacas elegibles detectadas en celo y sometidas en los primeros 21 días de servicios.

Una vaca elegible es aquella que ha parido durante los primeros 21 días de la temporada de pariciones. Cuanto mas alta sea la TS, mayor será el porcentaje de vacas preñadas, la meta es lograr un 80% de vacas servidas en este período, con un rango aceptable entre el 60 y el 80%. Lógicamente el resultado se verá afectado por la eficiencia con que se detecte el celo, pero la experiencia demostró que cuando mayor es la cantidad de vacas inseminadas mayor es la cantidad de vacas preñadas.

$$TS = \frac{\text{Vacas inseminadas}}{\text{Vacas totales}} \times 100 =$$

Es deseable que en el lapso de las cuatro primeras semanas se hayan inseminado el 95% de las vacas, lo cual asegurará tener preñado entre el 50 y 60% de los animales, dependiendo de la proporción de animales que retornan al servicio.

6.3.8. Tasa de No Retorno.

Por Tasa de No Retorno (NR) se entiende el porcentaje de vientres que luego de inseminados no vuelven a entrar en celo, presumiéndose que están preñados. Aunque la tasa de no-retorno es un indicador de la tasa de concepción, tiende a sobreestimar a ésta en un 10%.

$$\text{Tasa de No Retorno (NR)} =$$

$$\frac{\text{Total de vientres que no repiten celo} \times 100}{\text{Total de vientres servidos}} =$$

Para este cálculo se deben manejar dos períodos diferentes: a) durante el cual se realizan los servicios y b) el de espera para evaluar los resultados (al menos igual a un ciclo estral). Así se

habla de NR a 30 - 60 días (NR_{30/60}), esto significa que pasaron 30 días desde la última I.A. evaluada (período de espera) y 60 desde la primera (37).

Pasados los primeros 30 días de servicios el porcentaje de celos diarios tendría que disminuir sensiblemente respecto al registrado en días previos. Si la inseminación fue correcta (es decir hembra realmente en celo y buena técnica de inseminación), debe esperarse que un mínimo del 60% de los animales inseminados no retornen al servicio. El dato que interesa aquí es el porcentaje de no retorno precoz que evalúa la primera semana de trabajo (NR_{21/28}). Como se considera un ciclo de 21 días, se supone que las hembras inseminadas el primer día de trabajo, podrían repetir el día 21; mientras que las inseminadas el día 7 lo podrían hacer el día 28. El cálculo de esta tasa de no retorno es útil para orientar el trabajo pero tiene sus limitaciones. La Tabla N° 13 presenta la tasa de preñez que se obtiene en función de la tasa de sometimiento y de no retorno al servicio.

Tabla N° 13: Variación de la tasa de preñez en función de las tasas de sometimiento y de no retorno al servicio.

Tasa de Sometimiento (%)	Tasa de No Retorno (%)	Tasa de Preñez (%)
95 (alta)	75 (alta)	= 71,25
75 (baja)	75 (alta)	= 56,25
95 (alta)	60 (baja)	= 57,00
75 (baja)	60 (baja)	= 45,00

6.3.9. Índice de gestación o Servicios por Concepción.

El índice de gestación (IG) está relacionado directamente con la tasa de concepción y es un buen parámetro para evaluar la fertilidad del rodeo, reflejando la fertilidad de la vaca, la eficiencia de detección del celo y la inseminación artificial, pero no tiene en cuenta la cantidad de vacas que son descartadas por problemas reproductivos. Un mal

desempeño en el IG puede ser debido a imprecisión en la detección del celo, el largo del periodo de espera voluntario posparto, manejo del semen, calidad del semen, momento de la inseminación, técnica de inseminación, infecciones del tracto reproductivo, estatus nutricional, fertilidad o estado del tiempo. La Tabla N° 14 muestra la relación entre Tasa de Concepción e IG (54). El IG es calculado dividiendo el número total de servicios por el número de vacas confirmadas o asumidas preñadas.

Tabla N° 14. Relación entre el % de concepción y los Servicios por Concepción.

% de Concepción	IG o Servicios por Concepción
95-100	1.0
87-94	1.1
80-86	1.2
75-79	1.3
69-74	1.4
64-68	1.5
61-63	1.6

Por lo general, se requieren entre 1,5 y 2 inseminaciones para dejar preñado un animal, siendo una meta a lograr 1,65. La variación de 0,5 puntos refleja la fertilidad del semen utilizado, la fertilidad y estado de los vientres y la eficiencia del inseminador.

$$IG = \frac{\text{Total de Inseminaciones realizadas}}{\text{Vientres preñados}}$$

6.3.10. Servicios Acumulados.

Otra forma de pronosticar la tasa de preñez final y relacionada con la tasa de sometimiento, es computando los servicios acumulados (SA) en función de los días de servicios. El porcentaje de servicios acumulados (%SA) puede definirse como la proporción entre los servicios totales ejecutados en un tiempo dado y la cantidad total de las vacas del rodeo a inseminar.

$$\% \text{ SA} = \frac{\text{Servicios totales realizados}}{\text{Total de vacas del rodeo}} \times 100 =$$

La tasa de preñez efectiva, se obtiene dividiendo los servicios acumulados en el índice de gestación. La Figura N° 22 ilustra al respecto. En un rodeo de 100 vientres ciclando y con una eficiencia de detección de celos del 50%, los servicios acumulados al cabo de 90 días de servicios serían 132, Si se considera un índice de gestación de 2, la preñez efectiva al cabo de ese tiempo será del 66%, pero con una eficiencia del 70% en la detección de los celos, los servicios acumulados serán 184 y el porcentaje de preñez efectiva será del 92%. Si se mejorara el índice de gestación bajando los servicios por concepción de 2 a 1.7, todas las vacas estarían preñadas al finalizar los servicios.

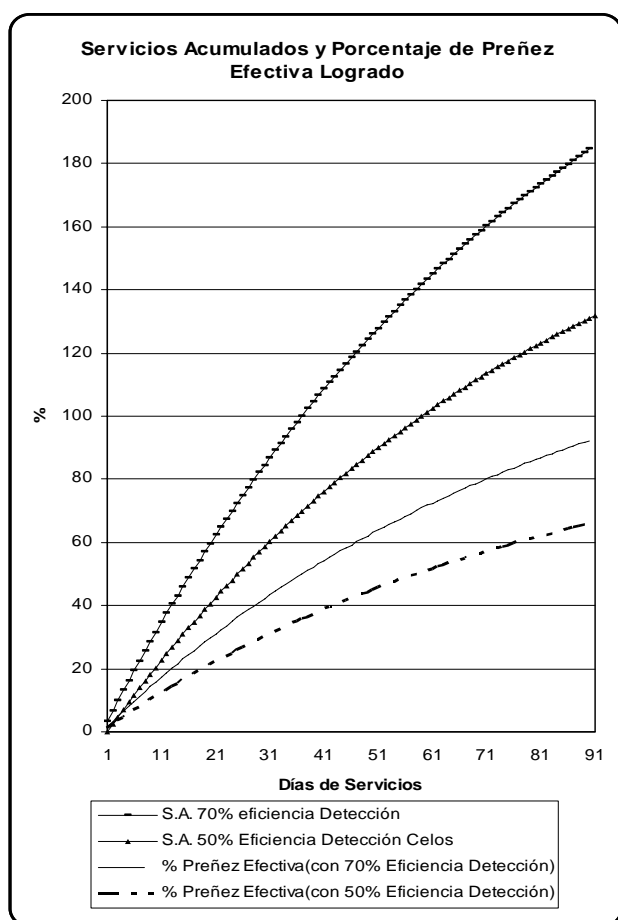


Figura N° 22: Servicios Acumulados y Tasa de Preñez Efectiva lograda en base de una Eficiencia de Detección de Celos del 50% y un Índice de Gestación de 2.

6.3.11. El No Retorno al Celo como Indicador.

Es factible analizar las causas del retorno a servicio después de la inseminación, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido entre dos servicios consecutivos (intervalo de servicio). Conviene recordar que el ciclo estral dura en promedio 20 a 21 días, por lo tanto retornos con esos intervalos son atribuidos a fallas normales de la I.A.; igualmente, intervalos que dupliquen estos valores (40 a 42 días) pueden considerarse normales, aunque pueden también indicar una falla en la detección de los celos. Retornos entre 2 y 17 días indican una incorrecta detección debido al desconocimiento de los signos del estro o poca experiencia del personal encargado de la detección. Intervalos de 18 a 19 días son atribuidos a inseminaciones tardías, posiblemente por animales separados con celo pasado. En tanto que intervalos entre 22 y 24 días son indicativos de inseminaciones tempranas por separación de las hembras durante el proestro. Los retornos demasiado extensos indican abortos.

Por lo general estos problemas ocurren con alguna frecuencia y se acepta qué hasta un 65% retorne en un lapso considerado normal. Desviaciones marcadas en los porcentajes de ocurrencia indicados en la Tabla N° 15 hay que considerarlas anormales y debe revisarse el programa de I.A. Debido a la pérdida de celos (celos no observados), a ciclos anormalmente largos y a un número de otros factores, un buen intervalo de servicios promedio debería ser de 24 a 30 días (13).

Es factible analizar las causas del retorno a servicio después de la inseminación, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido entre dos servicios consecutivos (intervalo de servicio). Conviene recordar que el ciclo estral dura en promedio 20 a 21 días, por lo tanto retornos con esos intervalos son atribuidos a fallas normales de la I.A.; igualmente, intervalos que dupliquen estos valores (40 a 42 días) pueden considerarse normales, aunque pueden también indicar una falla

en la detección de los celos. Retornos entre 2 y 17 días indican una incorrecta detección debido al desconocimiento de los signos del estro o poca experiencia del personal encargado de la detección. Intervalos de 18 a 19 días son atribuidos a inseminaciones tardías, posiblemente por animales separados con celo pasado. En tanto que intervalos entre 22 y 24 días son indicativos de inseminaciones tempranas por separación de las hembras durante el proestro. Los retornos demasiado extensos indican abortos.

Por lo general estos problemas ocurren con alguna frecuencia y se acepta que hasta un 65% retorne en un lapso considerado normal. Desviaciones marcadas en los porcentajes de ocurrencia indicados en la Tabla N° 15 hay que considerarlas anormales y debe revisarse el programa de I.A. Debido a la pérdida de celos (celos no observados), a ciclos anormalmente largos y a un número de otros factores, un buen intervalo de servicios promedio debería ser de 24 a 30 días (13).

Tabla N° 15: Diagnóstico probable según los días de retorno al siguiente servicio y la ocurrencia normal de los mismos

Retorno en días	Ocurrencia (%)	Diagnóstico
1	3	Probable IA en pre-estro
2-7	5	Pobre detección
8-12	6	Pobre detección/edad
13-17	5	Pobre detección
18-19	13	IA tardía
20-21	29	Retorno normal
22-24	20	IA temprana o retorno normal
25-33	8	Mortalidad embrionaria o pobre detección
34-49	6	Retorno normal
50 o +	5	Retornos muy largos

Un rodeo con una buena detección de celos, debería tener intervalos de servicios con una distribución similar a la presentada en la Tabla N° 16 (53).

Tabla N° 16: Distribución normal de intervalos entre servicios en rodeos con buena detección de celo.

Intervalo de Servicio	%
<18 días	10-15
18-24 días	55-60
>24 días	25-30

6.4. Resumen de Índices Reproductivos más importantes.

Tasa de Preñez al 1er servicio (%): se define como el número de vacas que son confirmadas o asumidas preñadas con un primer servicio, dividido por el número de vacas con primer servicio. También puede calcularse para un segundo servicio o servicios subsiguientes.

Servicios por Concepción: es calculado dividiendo el número total de servicios por el número de vacas confirmadas o asumidas preñadas.

Intervalo Parto-Primer Servicio (días): es el intervalo promedio entre la fecha de parto y la fecha del primer servicio para todas las vacas.

Intervalo Parto-Concepción (días): es el intervalo promedio entre la fecha de parto y la fecha del último servicio de las vacas confirmadas o asumidas preñadas. En un rodeo con servicios estacionales, la meta (85 días) debe dar un intervalo entre parto de 365 días.

Tasa de sometimiento (%): se define como el número de vacas elegibles detectadas en celo y sometidas en los primeros 21 días de servicios. Una vaca elegible es la que ha parido en los primeros 21 días.

Tasa de Celos No Detectados (%): se define como el porcentaje de vacas con 42 días o más de paridas, todavía no servidas o detectadas en celo. Este índice es calculado 28 días después de iniciados los servicios.

Tasa de Retornos 18-24 (%):

brinda una indicación de la exactitud de detección del celo. El intervalo para el retorno normal es 18-24 días y se espera que la proporción de vacas que no repiten celo en este rango sea del 60% o más. Aquellas que repiten con un intervalo inferior a 18 días no deberían superar el 10% y las que repiten con un intervalo mayor de 24 días no deberían superar el 30%.

Tasa de Infertilidad (%): se refiere al porcentaje de vacas no paridas al final de la estación de la cría. Si el diagnóstico de preñez no se lleva a cabo, los productores pueden tener que esperar hasta que las vacas paran al año siguiente para un resultado exacto.

Tasa de Detección del Celo (%): es calculado como el número total de servicios dividido por el número total de servicios más los celos perdidos multiplicados por cien. El número de celos perdidos es determinado asumiendo que un intervalo de retorno de 36-48 días es un celo perdido, un retorno de 55-70 días son dos y 75-90 indican que se perdieron tres celos.

6.5. Metas y rangos aceptables.

Es conveniente fijar metas alcanzables (realistas) teniendo en cuenta sus variaciones normales. Las metas realistas y rangos aceptables para los índices reproductivos se resumen en la Tabla N° 17.

Índices reproductivos más importantes

- Tasa de Preñez al 1er servicio
- Servicios por Concepción:
- Intervalo Parto-Primer Servicio
- Intervalo Parto-Concepción
- Tasa de sometimiento
- Tasa de Celos No Detectados
- Tasa de Retornos 18-24
- Tasa de Infertilidad
- Tasa de Detección del Celo

Tabla N° 17. Índices Reproductivos mas comunes y sus valores metas y rangos.

Índice	Meta	Rango Aceptable
Tasa de Preñez al 1er servicio (%)	60	50-65
Servicio por concepción	1.65	1.4-2.0
Intervalo Parto-1er servicio (días)	70	60-70
Intervalo Parto-Concepción (días)	85	80-85
Tasa de Sometimiento (%)	80	60-80
Estro No Detectable (%)	<10	10-20
Retorno 18-24 días (%)	60	60-65
Tasa de Infertilidad (%)	<10	5-10
Tasa de Detección del Celo (%)	85	80-90

7 Bibliografía

1. Appleyard, W. T. and B. Cook. (1976). The detection of estrus in dairy cattle. *Vet. Rec.* 99:253.
2. Babcock Institute (1996). Reproducción y Selección Genética. Guía Técnica Lechera de la Universidad de Wisconsin, Madison (EEUU). 177 Pp.
3. Beerwinkle, L. (1974). Heat detection programs and techniques. NAAB 8th Ann. Conference on Beef A.I. P: 24.
4. Bozwerth, R. W.; Ward, G.; Call, E.P. and Bonewitz, E.R. (1972). Analysis of factors affecting calving intervals of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 55: 334.
5. Capdevielle, E. (1999). Capacitación: palabra clave para el desarrollo de la inseminación artificial. *Taurus* 2: 43-46.
6. Carrillo, J. (1997). Manejo de un rodeo de cría. Ed. EEA Balcarce INTA, Balcarce (Argentina). 507 Pp.
7. Casanova, D. (1995). Hacia una cría eficiente: destete temporario y destete precoz. *Revista Agroindustria* 81: 28-41.
8. CIALE. (2000). La inseminación artificial en los rodeos de cría. Una asignatura pendiente. (Conferencias Reunión Técnica del 29 de julio de 2000). *Taurus* 7: 4-18.
9. CIAVT. (1994). Manual de inseminación artificial (Coord. E.R. Arisnabarreta). Hemisferio Sur, Buenos Aires. 180 Pp.
10. Clews, W. (1975). Gomer bull management and experience. *The A.I. Digest* 23 (4): 8.
11. De la Sota, R.L. (2000). Detección de celos: como calcular su intensidad y exactitud. *Taurus* 7: 19-27.
12. Dick, A. (2001). La inseminación artificial y su momento óptimo. *Taurus* 12: 34-38.
13. Dransfield, M.B.G.; Nebel, R. L.; Pearson, R. E. and Warnick, L. D. (1998). Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. *J Dairy Sci* 81: 1874-82.
14. Esslemont, R.J.; Glencross, R.G.; Bryan, M.J. and Pope, G.S. (1980). A quantitative study of pre-ovulatory behaviour in cattle. *Appl. Anim. Ethol.* 6: 1-17.
15. Ferguson, J. (1991). Detecting reproductive opportunities. *ProDairy: Dairy Records Management*. Cornell Cooperative Extension. Animal Science Mimeo 144. 13 Pp.
16. Floyd, L. N.; Lents, C. A.; White, F. J. and Wettemann, R. P. (2001). Estrous behavior as affected by number of cows in estrus and pen size. *Animal Science Research Report*, Oklahoma State University, Stillwater
17. Foote, R. (1975). Estrus detection and estrus detection aids. *J. Dairy Sci.* 58 (2): 248.
18. Foote, R. H. (1978). Time of artificial insemination and fertility in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 62: 355-358.
19. Gallardo, M.; Maciel, M.; Cuatrin, A. y Burdisso, L. (2000). ¿ Qué nos dice la condición corporal de las vacas lecheras ?. *Producir XXI* 108: 25-29.
20. García Bouissou, R. (2000). Uso de la pintura en la base de la cola como ayuda a la detección de celo. *Taurus* 7: 52-57.
21. Graves, W. M.; Dowlen, H. H.; Lamar, K. C.; Johnson, D. L.; Saxton, A. M. and Montgomery, M. J. (1997). The effect of artificial insemination once versus twice per day. *J. Dairy Sci.* 80: 3068-3071.

22. Grusenmeyer, D.C.; Hillers, J. and Williams, G. (1983). Evaluating dairy herd reproductive status using DHI records. Western Regional Extension Publication N° 67. 14 Pp.
23. Hafez, E.S. (1989). Reproducción e inseminación artificial en animales. Interamericana – Mc Graw Hill, México. 694 Pp.
24. Hansen, P. J. and C. F. Arechiga. (1999). Strategies for managing reproduction in the heat-stress dairy cow. J. Anim. Sci. 77: Suppl.2: 36.
25. Heersche, G. and Nebel, R.L. (1994). Measuring efficiency and accuracy of detection of estrus J Dairy Sci 77: 2754-2761.
26. Herrick, J.B. (1974). What is abnormal discharge? The A.I. Digest 22 (9): 16.
27. Herrick J.B. (1975). The cow that doesn't show estrus. The A.I. Digest 23 (9): 16.
28. Hoard's Dairyman. (1990^a). El tracto reproductivo de la vaca. Ganado lechero: fertilidad y esterilidad. BN Edit., México. Pp: 12-16.
29. Hoard's Dairyman. (1990^b). ¿ Cuándo deben inseminarse las vacas? Ganado lechero: fertilidad y esterilidad. BN Edit., México. Pp: 37-42.
30. Hoard's Dairyman. (1990^c). Insemine sus propias vacas. Ganado lechero: fertilidad y esterilidad. BN Edit., México. Pp: 75-79.
31. Holgado, F.; Sal Paz, A.R. y Boggiatto, P. (1992). Comportamiento reproductivo de un rodeo Nelore en dos épocas de servicio. Rev. Arg. Prod. Anim. (12) 3: 281-286.
32. Holy, L.. (1983). Bases biológicas de la reproducción bovina. Diana, México. 464 Pp.
33. Hurnik, J. F.; King, G.J., and Robertson, H. A. (1975). Estrous and related behavior in postpartum Holstein cows. Appl. Anim. Ethol. 2: 55-68.
34. Kiddy, C.A. (1977). Variation in physical activity as an indicator of estrus in dairy cows. J. Dairy Sci. 60: 235-243.
35. King, G.J., Hurnik, J.F. and Robertson, H.A. (1976). Ovarian function and estrus in dairy cows during early lactation. J. Anim. Sci. 42: 688.
36. Lefebvre, E. (1988). Manejo de semen y termos. Técnicas de descongelamiento y siembra de semen a campo. CABIA 14: 14-25.
37. Lefebvre, E. y Baigún, R. (1980). Porcentaje de No Retorno. Fascículo de Orientación Técnica 39, Rvta. Ntro. Holando. 18 Pp.
38. Lehrer, A. R.; Lewis, G. S. and Aizenbud, E. (1992). Estrus detection in cattle: recent developments. Anim. Reprod. Sci. 28: 355.
39. López, D. (1992). Manejo del rodeo de cría en el NEA. CABIA 25: 14-20.
40. Lucy, M.C. (2001). Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where it end?. J.Dairy Sci., 84: 1227-1293.
41. Marcantonio, S. (1998^a). ¿Cómo y por qué una vaca entra en celo? Romage S.A., Buenos Aires. Pp: 4-10.
42. Marcantonio, S. (1998^b). La detección de celos: principal causa de fallas reproductivas. Romage S.A., Buenos Aires. Pp: 12-17.
43. Marcantonio, S. (1998^c). Métodos auxiliares a la detección de celos. Romage S.A., Buenos Aires. Pp: 24-28.
44. Marcantonio, S. (2000). ¿ Es hora de abandonar la regla AM-PM ?. Taurus 5: 42-43.
45. Mc Hardy, M. (1996). Manejo y programa sanitario en destete precoz y casos similares. Rev. de la Soc. Rural de Jesús María 92: 40-42.
46. Nebel, R. L.; Walker, W.L.; McGilliard, M.L.; Allen, C.H. and Heckman, G.S. (1994). Timing of insemination of dairy cows: fixed time once daily versus morning and afternoon. J. Dairy Sci. 77: 3185–3191.
47. O'Connor, M. (1993). Heat detection and timming of insemination for cattle. Pennsylvania State University, Extension Circular N° 402.
48. Owazdauskas, F. et al. (1974). Environmental and managemental factors affecting conception rate in a subtropical climate. J. Daity Sci. 58 (1): 88.
49. Polson, J. H. (1974). Method and apparatus for animal heat detection and recording. Contel Corp..Boulder, CO, assignee. US Pat. No. 3,844,273.

50. Rovira, J. (1974). Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Hemisferio Sur, Montevideo. Pp: 198-217.
51. Scipioni, R.L. and Foote, R.H. (1999). Short Communication: An Electronic Probe Versus Milk Progesterone as Aids for Reproductive Management of Small Dairy Herds. J.Dairy Sci., 82: 1742-1745.
52. Shaffer, H.E. (1975). Accurate detection of heat and propertiming of service. The A.I. Digest 23 (10): 8.
53. Smith, R.D. (1982). Estrus Detection - Failure, accuracy and aids. Proceedings of National Invitational Dairy Cattle Workshop. Louisville, Kentucky. Pp: 19-30.
54. Smith, R.F. and Becker, K.A. (1994). The reproductive status of your dairy herd. Cooperative Extension Service Home Economics. Guide D-302.
55. Sorensen, A. (1975). Estrus detection in cattle. Southwestern Veterinarian 28 (2): 127.
56. Sullivan, J.J. et al. (1972). Comparison of recto-vaginal, vaginal and speculum approaches for insemination of cow and heifers. The A.I. Digest 20 (1): 6.
57. Taurus. (1999^a). ¿Cómo armar la nueva jeringa con espiral de Cassou? (Consejos prácticos). 1: 34-35.
58. Taurus. (1999^b). Sacudir la pajuela antes y después de la descongelación como parte de una rutina correcta (Consejos prácticos). 2: 47.
59. The A.I. Diges. (1975). On raising A.I. conception rates. 23 (5): 11.
60. University of California. (1971). Physiology of reproduction in cattle. Univ. of California Bulletin 853: 3-42.
61. Van Eerdenburg, F.; Karthaus, D.; Taverne, M.; Merics, I. and Scenzi, O. (2002). The relation between estrous behavioral score and time of ovulation in dairy cattle. J. Dairy Sci., 85: 1150-1156.
62. Varner, M.; Maatje, K.; Nielen, M. and Rossing, W. (1994). Pedometer readings with different numbers of cows in oestrus. *In* Proc. 3rd Int. Dairy Housing Conf. Am. Soc. Agric. Eng., Orlando, FL. ASAE, St. Joseph, MI. P:434.
63. Vernet, J. (1999). Destete precoz. Marca Líquida 76: 39-40.
64. Villa, C. (1986). Utilización de toros jóvenes e inseminación artificial para el control de enfermedades venéreas en rodeos bovinos. CADIA 12: 60-78.
65. Wiltbank, J.N. (1977). Effect of level of nutrition on growth and reproduction of beef females. Georgia Nutrition Conference. Pp. 138-146.
66. Witt, A.C. (1988). Inseminación artificial en vacas de cría. CADIA 12: 60-78.
67. Xu, Z.Z.; Mc Knight, D.J.; Vishwanath, R.; Pitt, C.J. and Burton, L.J. (1988). Estrus detection using radiotelemetry or visual observation and tail painting for dairy cows on pasture. J. Dairy Sci. 81: 2890-2896.