



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MANUAL DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN BOVINOS

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

TRABAJO PRÁCTICO EDUCATIVO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

JUAN CARLOS MONTERO DOMÍNGUEZ

ASESORES:

DR. RODOLFO CANSECO SEDANO

M. en C. ANGÉLICA DEL ROSARIO GIL MAGAÑA

VERACRUZ, VER.

ENERO 2013

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIA.....	viii
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
METODOLOGÍA.....	5
1. LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	8
2. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA	10
2.1. APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA	10
2.2. ÓRGANOS EXTERNOS.....	10
2.3. ÓRGANOS INTERNOS	11
2.4. CICLO ESTRAL.....	13
3. SIGNOS DEL CELO.....	17
3.1. SIGNO PRIMARIO DEL CELO.....	17
3.2. SIGNOS SECUNDARIOS DEL CELO	18
4. MÉTODOS DE DETECCIÓN DE CELOS	23
4.1. IDENTIFICACIÓN VISUAL.....	23
4.2. COLAS PINTADAS	23

4.3. DETECTORES DE CALOR POR MONTAS (<i>“HEAT MOUNTS DETECTORS”</i>).....	24
4.4. ANIMALES MARCADORES	25
4.5. MEDIDORES DE ACTIVIDAD (PODÓMETROS)	26
4.6 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	27
4.7. MANEJO DE REGISTROS	27
5. MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN	28
6. MANEJO ADECUADO DEL SEMEN	30
6.1. MANEJO DEL SEMEN CONGELADO	30
6.2. TERMO DE NITRÓGENO LÍQUIDO.....	31
6.3. EL EQUIPO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	32
6.4. DESCONGELAMIENTO DEL SEMEN	33
6.5. MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL.....	37
6.6. SUGERENCIAS.....	39
7. CONCLUSIONES.....	41
8. RECOMENDACIONES	42
LITERATURA CITADA.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aparato reproductivo de la vaca (Fotografía del Autor).....	10
Figura 2. Vulva de la vaca (Fotografía del Autor).	11
Figura 3. Útero y sus partes (Fotografía del Autor).	12
Figura 4. Ovario (Fotografía del Autor).....	13
Figura 5. Ciclo estral (Figura del Autor).....	14
Figura 6. Monta estática (Fotografía del Autor).	17
Figura 7. Moco vaginal (Fotografía cortesía M. en C. Angélica Gil, 2012).	18
Figura 8. Vulva congestionada.	19
Figura 9. Seguimiento (Fotografía del Autor).	19
Figura 10. Base de la cola (Fotografía del Autor).....	20
Figura 11. Apoyo de la barbilla (Fotografía del Autor).....	20
Figura 12. Olfateo (Fotografía del Autor).....	21
Figura 13. Flehmen (Fotografía del Autor).	21
Figura 14. Sangrado del metaestro (Moyano, 2007).	22
Figura 15. Cola pintada (Hernández y Ortega, 2009).....	24
Figura 16. Parche detector de calores (Hernández y Ortega, 2009).	25
Figura 17. Celador con <i>chin-ball</i> (Hernández y Ortega, 2009).	26
Figura 18. Podómetro (Legendconnect.com, 2012).	26
Figura 19. Cuando se debe inseminar una vaca (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2012).	28
Figura 20. Bastón, gobeletes y pajillas de semen (Fotografía del Autor).	30
Figura 21. Termo de nitrógeno (Hernández y Ortega, 2009).	31
Figura 22. Regla midiendo la escarcha que forma el nitrógeno líquido (Fotografía del Autor).....	32
Figura 23. Kit de inseminación artificial (1: termo; 2: corta pajillas; 3: pinzas; 4: aplicadores; 5: fundas para aplicador; 6: guante; 7: toallas) (Fotografía del Autor).	33
Figura 24. Extracción de una pajilla del tanque de nitrógeno (Fotografía cortesía de M. en C. Angélica Gil, 2012).....	34
Figura 25. Pajilla en el termo (Fotografía del Autor).....	34

Figura 26. Secado de la pajilla (Fotografía del Autor).	35
Figura 27. Corte de la punta de la pajilla (Fotografía del Autor).	35
Figura 28. Colocación de la funda (Fotografía del Autor).	36
Figura 29. Pistola de IA con camisa (Fotografía del Autor).	36
Figura 30. Introducción de la mano y sujeción del cérvix (Figura del Autor).	37
Figura 31. Introducción del aplicador (Figura del Autor).	38
Figura 32. Paso del aplicador por el cérvix (Fotografía del Autor).	38
Figura 33. Depósito del semen (Fotografía cortesía de M. en C. Angélica Gil, 2012).	39

AGRADECIMIENTOS

Todavía mantengo en mí el recuerdo del primer día de clases, los nervios, la emoción, el comenzar una etapa de mi vida que la definiría por completo, el amanecer de mi futuro, y todas las decisiones, el esfuerzo y los sueños que montados llevaba como equipaje. Ahora que al fin culmino esta meta puedo observar a mí alrededor a las personas que siempre han estado junto a mí cargando el peso de mis estudios: mis padres, que me brindaron no solamente un hogar comprensivo, sino que además creyeron en mí cuando ni siquiera yo creía; atesoro cada consejo, cada regaño, palabra de ánimo, apoyo y fe. Gracias por ser refugio en mis momentos difíciles, no desesperarse (sobre todo por eso) e ilustrarme que cualquier sueño se puede alcanzar si de verdad se quiere y se trabaja con el suficiente empeño para conseguirlo, ustedes son motivo de mi orgullo y de mi dedicación.

Jossita, gracias por ser mi hermana, y enseñarme el valor de la tolerancia, la comprensión y la paciencia (mucho, de verdad muchísima paciencia), sin tu ayuda no hubiera podido terminar mi trabajo y sin haberte conocido no habría tenido el carácter necesario para hacerlo, te quiero.

A ti, gracias por estar siempre conmigo, no sabes todo lo que influiste en mí para no darme por vencido, cambiaste mi vida.

A mis amigos por hacer de mi tiempo en la facultad uno de los mejores de mi vida

A mis asesores, Dr. Rodolfo Canseco Sedano y M. en C. Angélica del Rosario Gil Magaña, por exigir siempre lo mejor de mí.

Al M. en C. Oscar E. Zarate Guevara, al M. V. Z. Jesús Pérez Saldaña, y al Sr. Ramón Fuster Pérez, por todas las facilidades y ayuda que me brindaron.

Al Lic. en Ciencias de la Comunicación, José Mijangos Yépez por toda su ayuda y el esfuerzo que invirtió en este proyecto.

Y gracias a Dios, a la vida y a todos lo que creyeron en mí y me ayudaron de una u otra manera.

DEDICATORIA

Este trabajo, así como todo lo que realicé en mi estancia por la facultad, va dedicado a mi familia; ustedes son la razón por la que he llegado hasta aquí y la fuerza que me hará llegar aún más lejos.

INTRODUCCIÓN

La Inseminación Artificial (IA) es la técnica de reproducción asistida en bovinos que más impacto ha tenido en la producción y mejoramiento genético en las pasadas seis décadas (Bertolini y Bertolini, 2009), aún y cuando en sus inicios hubo quienes la rechazaron debido a considerarla antiética, hoy día son innegables las ventajas e impactos positivos que devienen de su uso, como disminuir la transmisión de enfermedades venéreas, elevar la eficiencia reproductiva de los sementales (haciendo que los mejores tengan mucha más progenie que utilizando la monta directa) y mejorar la estimación del valor genético de los mismos (al tener más hijos es más confiable determinar cuales son los mejores sementales para cierta característica; Palma y Brem, 1993), por lo que resulta obvia su contribución al desarrollo de la ganadería a nivel mundial (Giraldo, 2007).

Pese a ser una técnica relativamente sencilla, es de suma importancia su correcta ejecución y cuidar en extremo los detalles que la envuelven para obtener buenos resultados, dicho de otro modo, es imperativo aprenderla de modo que el inseminador no solo sea capaz de llevarla a cabo, sino también de que entienda lo valioso de realizarla siempre de la mejor manera posible, y de que demuestre el mismo interés por la sanidad, la anatomía, la fisiología de la vaca, su bienestar y contar con un sólido programa de reproducción en el hato (O'Connor, 1993). Previendo esto, la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Veracruzana ha impartido ininterrumpidamente desde 1975 un curso de inseminación artificial en ganado bovino - parte de su programa de educación continua- abierto al público en general, de modo que tanto veterinarios, estudiantes de medicina veterinaria, ganaderos, vaqueros y cualquier persona interesada en el tema puedan tener acceso a la información y conocer la técnica de manera adecuada.

El curso (impartido por académicos de la universidad e invitados) permite que los alumnos practiquen la técnica y contempla temas como la fisiología reproductiva, la importancia de la detección de celos, y el correcto manejo del semen congelado. Sin embargo carecía de un documento que compendiará la información impartida en él.

Este manual utiliza la información que el curso aborda con el propósito de servir de material de lectura para los participantes y personas en general interesadas en el tema.

JUSTIFICACIÓN

La inseminación artificial es una herramienta que utilizada y llevada a cabo de forma correcta trae consigo importantes beneficios para las explotaciones ganaderas que la utilizan, pero no se puede pensar en esto si no se aprende correctamente, por tal razón la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia brinda cursos sobre esta técnica, pero a pesar de la valiosa información y práctica que comparten estas capacitaciones, este curso carece de un manual.

Este trabajo se creó para brindar a los participantes del curso de inseminación artificial en ganado bovino que brinda la Universidad Veracruzana y a todos los interesados en el tema, un material que contenga la información elemental para realizarla y videos que ilustren su correcto desarrollo, de modo que puedan visualizar fácilmente lo que indica la teoría y así tener un panorama más amplio de esta práctica.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear un manual escrito y en video que pueda utilizarse como apoyo en los cursos de Inseminación Artificial que imparte la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un documento que contenga de manera organizada la información impartida en el curso de Inseminación Artificial de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la Universidad Veracruzana.
- Elaborar un video que ilustre los pasos más importantes de la inseminación artificial.

METODOLOGÍA

La elaboración del presente trabajo práctico educativo consideró dos fases: la preparación de un documento escrito que sirviera como base al curso mencionado, y la elaboración de un video para ilustrar los procedimientos descritos en el manual. Para elaborar el manual escrito se consideró el material que en la actualidad se presenta en el curso de actualización que sobre Inseminación Artificial oferta la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Dicha información se complementó con material adicional, producto de la búsqueda documental en bibliotecas y en internet, específicamente en las bases de datos de la Universidad Veracruzana y en el Repositorio Institucional de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Veracruzana.

Para la elaboración de este manual y el video se utilizó:

- Equipo de IA consistente en:
 - Un termo de agua caliente para descongelamiento.
 - Corta pajillas
 - Pinzas para pajillas
 - Aplicadores
 - Fundas plásticas para aplicadores
 - Guantes de plástico hasta los hombros
 - Toallas de papel
 - Termómetro
 - Reloj
- Cámara fotográfica digital
- Cámara de video digital
- Overol
- Botas de hule
- Alcohol

Para el trabajo escrito, se siguió la estructura siguiente:

- La inseminación artificial
- Anatomía y fisiología del aparato reproductor de la hembra
- Aparato reproductor de la hembra
 - órganos externos
 - órganos internos
- Ciclo estral
- Signos del celo
 - Signo primario del celo
 - Signos secundarios del celo
 - Métodos de detección de celos
 - Identificación visual
 - Colas pintadas
 - Detectores de calor por montas (“heat mounts detectors”)
 - Animales marcadores
 - Medidores de actividad (podómetros)
 - Circuito cerrado de televisión
 - Manejo de registros
- Momento de la inseminación
- Manejo adecuado del semen
 - Manejo del semen congelado
 - Termo de nitrógeno líquido
 - El equipo de inseminación artificial
 - Descongelamiento del semen
 - Método de inseminación artificial

El video se rodó del 22 al 27 de octubre de 2012 en las instalaciones de la Posta Zootécnica Torreón del Molino y en el Rancho Los Robles ubicado en el municipio de Medellín de Bravo, propiedad del señor Ramón Fuster Pérez.

Para la edición de las Fotografías se utilizaron los programas Microsoft PowerPoint 2010, Microsoft Paint, y CorelDRAW 5 y el video se editó con el Sony Vegas Pro 11.

1. LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

La Inseminación Artificial (IA) es una técnica que consiste en el depósito de semen en el aparato reproductivo de la hembra mediante equipo especializado, procurando hacerlo en el momento en que sea más probable lograr una gestación (Cortés, 2001).

Existen relatos acerca de que los árabes ya la utilizaban hace siglos en sus caballos, pero la primera IA exitosa de la que se tiene registro fue realizada por Spallanzani en una perra (1784). Fue hasta 1936 que Eduard Sörensen y Gylling-Holm establecieron la primera cooperativa lechera que utilizaba IA obteniendo altos índices de gestación (Foote, 2002).

Desde entonces la IA ha contribuido al desarrollo mundial de la ganadería como ninguna otra técnica de reproducción asistida, por la gran cantidad de ventajas que confiere su uso, entre las que se encuentran:

- Mejoramiento genético: permite que genes superiores de toros seleccionados se esparzan en el hato (Verma *et al.*, 2012).
- Optimiza el uso de los sementales: permite alargar la vida productiva de toros de alto valor genético ya que las pajillas congeladas permanecen viables por tiempo indefinido, además sementales incapacitados para la monta, pueden seguirse utilizando, incluso puede usarse el semen de toros de otros países (Bavera, 2005).
- Rentabilidad: un toro puede ser caro y siempre está el riesgo de que presente problemas reproductivos que no serán detectados hasta que pasen meses con un grupo de vacas, tiempo en el que se abrirán los períodos entre partos (Verma *et al.*, 2012).
- Permite apareamientos difíciles: debido a diferencias de conformación entre vacas y toros, apareamientos naturales peligrosos, pueden ser llevados a cabo fácilmente por inseminación artificial (Bavera, 2005).

- Control de enfermedades: realizada correctamente puede evitar la propagación de enfermedades venéreas entre el ganado (Bavera, 2005).
- Seguridad: cualquier toro, es potencialmente peligroso, con el uso de la IA esto puede evitarse (Ball y Peters, 1986).
- Mayor número de sementales disponibles: utilizando la monta natural, generalmente se cuenta con un solo toro por cada 25 a 30 vacas, utilizando la IA se puede disponer de un número considerablemente mayor de sementales de acuerdo con el tipo de vacas y el propósito que se fije (Roa, 2005).
- Manejo de la Fertilidad: el momento de cada IA puede ser controlado y recordado, lo que permite predecir cosas como el momento de secado de una vaca, utilizando la monta natural esto se puede estimar con otros métodos, pero representa un trabajo extra que debe ser realizado por personal debidamente capacitado, incrementando costos (Verma *et al.*, 2012).

Como toda técnica, también tiene algunos defectos pero la mayoría vienen de realizarla incorrectamente (Roa, 2005), entre las limitaciones de la IA encontramos:

- El costo inicial de equipo
- La tasa de gestación es menor que en la monta natural.
- Debe realizarse por personal capacitado y responsable.
- Debe ser dirigida por un Médico Veterinario especializado.
- Se deben detectar celos
- Se debe estar seguro de que características son las que se desea mejorar; el mejoramiento genético es un proceso lento por lo que se debe elegir cuidadosamente el semen a utilizar, además al utilizar pocos toros genéticamente superiores se reduce la diversidad hereditaria pudiéndose presentar características no deseadas como defectos y/o enfermedades genéticas (Shioya, 2004; Bavera, 2005. Pfister, 2007; Wilde *et al.*, Sin Fecha).

2. ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

2.1. APARATO REPRODUCTOR DE LA HEMBRA

El aparato reproductor de la vaca está formado por la vulva, los labios y el clítoris (llamados órganos externos) junto con la vagina, el cérvix, el útero, dos cuernos, dos oviductos y dos ovarios (los órganos internos) (Figura 1) (Sisson,1933).

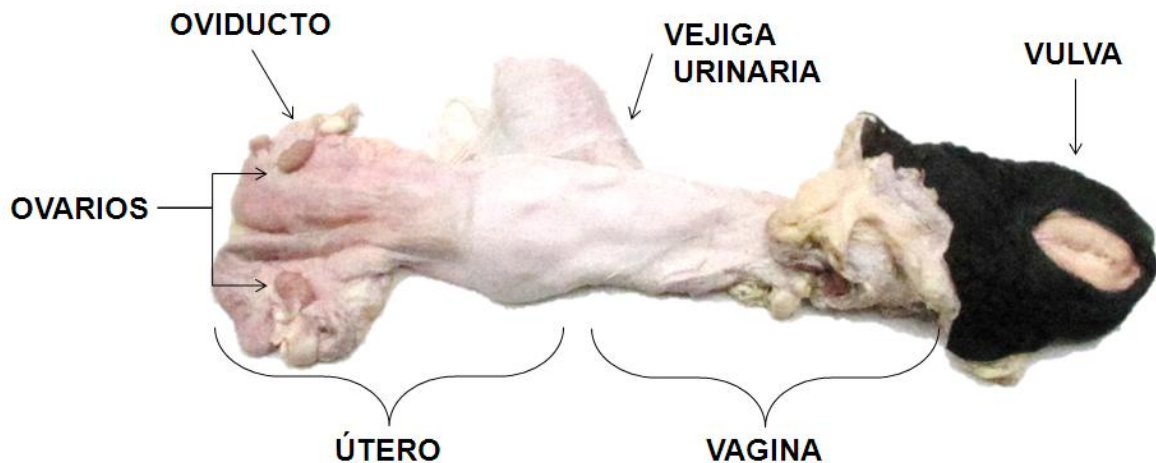


Figura 1. Aparato reproductivo de la vaca (Fotografía del Autor).

2.2. ÓRGANOS EXTERNOS

La vulva (Figura 2) es la apertura externa del aparato reproductor; los labios y el clítoris forman parte de su estructura, éste último es el homólogo del pene en la hembra y en la vaca puede medir hasta 12 cm aunque solo su punta llegue a verse (Sisson, 1933; Ball y Peters, 2004).

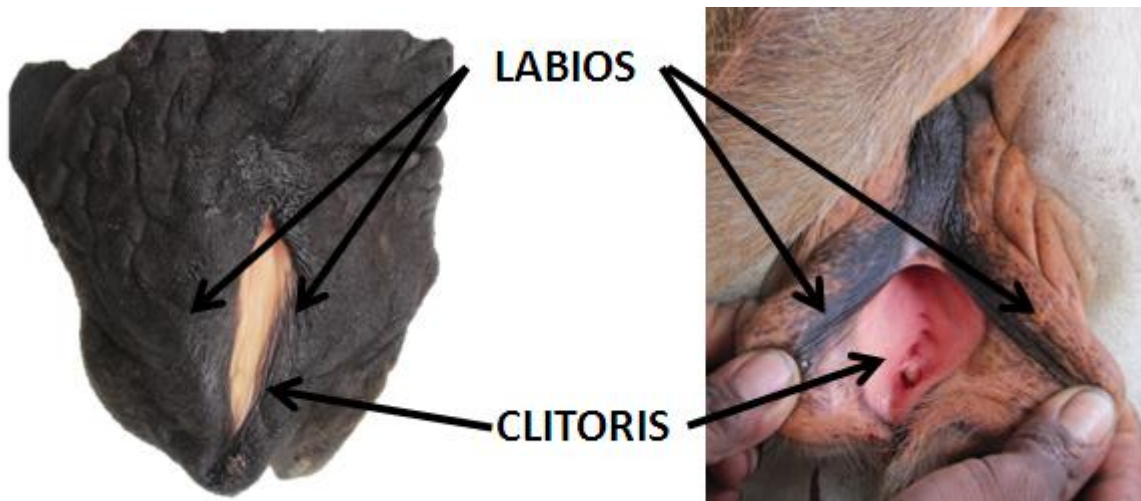


Figura 2. Vulva de la vaca (Fotografía del Autor).

2.3. ÓRGANOS INTERNOS

La vagina se extiende desde la apertura de la uretra hasta el cérvix, entre sus funciones está formar parte del canal de parto y servir de contenedor para el pene durante la cópula, además de ser el orificio de salida del aparato reproductor y el urinario. En la vaca una porción del cérvix se proyecta dentro de la vagina, lo que dificulta la inseminación artificial (Ball y Peters, 2004; Nakao, 2004).

El útero está formado por el cérvix, un cuerpo y dos cuernos uterinos (Figura 3); el cérvix se percibe como una estructura cilíndrica y móvil de aproximadamente 7 a 10 cm de largo por 3 a 4 cm de diámetro (Lefebvre y Gnemmi, 2010), permanece cerrada la mayor parte del tiempo excepto durante el estro y los partos, durante la gestación produce un tapón gelatinoso para proteger y aislar al útero (Nakao, 2004).

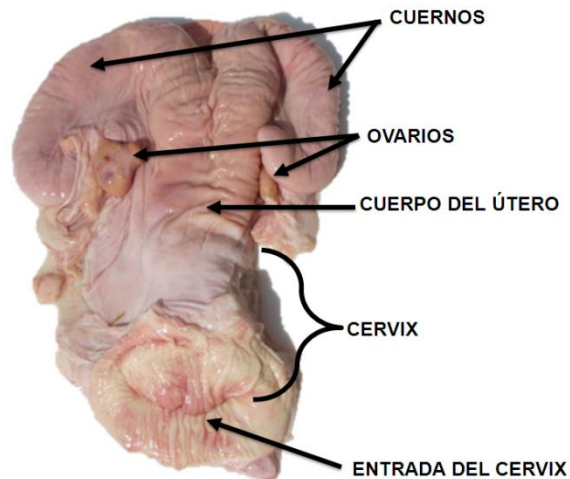


Figura 3. Útero y sus partes (Fotografía del Autor).

El cuerpo uterino mide más o menos 2.5 cm. de largo y sirve de conexión entre los dos cuernos uterinos y el cérvix, es aquí donde se debe depositar el semen durante la IA (Kunbhar *et al.*, 2003). Los cuernos miden de 35 a 40 cm y adoptan una posición en espiral (Sisson, 1933).

Los oviductos o trompas uterinas, son dos tubos que transportan los óvulos o huevos fertilizados desde el ovario al útero, cada uno mide de 15 a 20 cm de largo y aproximadamente 3 mm de ancho (Nakao, 2004). Consisten de 3 secciones diferentes: el istmo se extiende desde la punta del cuerno uterino hasta la mitad del oviducto y se continúa con el ámpula, una sección ligeramente más amplia y que termina expandiéndose para formar la tercera sección: el infundíbulo, una apertura en forma de embudo que tiene como función atrapar a los óvulos que desprenda el ovario (Ball y Peters, 2004).

Los ovarios son los principales órganos del aparato reproductor femenino, pueden medir desde 1.5 a 5 cm de diámetro, aunque su tamaño varía a lo largo del ciclo estral dependiendo si sobre su superficie se encuentran folículos o cuerpos lúteos (Figura 4)(Sisson, 1933).

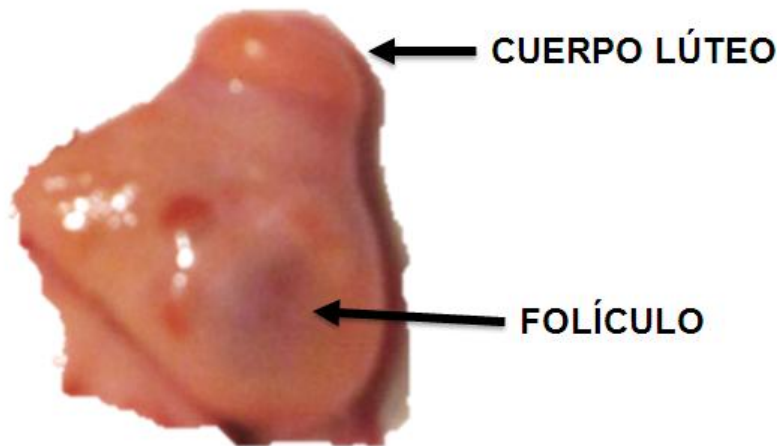


Figura 4. Ovario (Fotografía del Autor).

Los folículos son estructuras llenas de fluidos que contienen los óvulos en crecimiento, normalmente hay varios folículos sobre cada ovario y pueden variar en tamaño desde los apenas perceptibles hasta aquellos de 20 mm de diámetro. Al folículo más grande se le considera dominante y es el que probablemente ovule cuando la vaca entre en celo. Más del 95 % de los folículos entran en regresión y desaparecen sin haber ovulado, siendo remplazados por una nueva generación, entre sus funciones se encuentra producir estrógenos, hormonas responsables del comportamiento de celo de la vaca (Guáqueta, 2009).

El cuerpo lúteo (CL) se desarrolla sobre el sitio de la ovulación anterior (lo que antes era el folículo dominante) y a menos que haya habido más de una ovulación, solo se encuentra un CL en uno de los ovarios. Suele tener una corona que sobresale del ovario y sus paredes son más gruesas que las del folículo, por lo que su estructura es más tosca al tacto, su principal función es la de producir progesterona, hormona encargada de mantener la gestación (Portillo, 2005).

2.4. CICLO ESTRAL

El ciclo estral en la vaca es el período comprendido entre la presentación de un celo y otro, esto puede durar desde 18 hasta 24 días, siendo 21 su promedio, este

ciclo solo se interrumpe normalmente por la preñez y se reanuda 21 a 28 días después del parto. Todo esto comienza a observarse en la pubertad, que es la transición entre el estado juvenil y el adulto del animal, y al final de este período es capaz de participar en el proceso reproductivo.

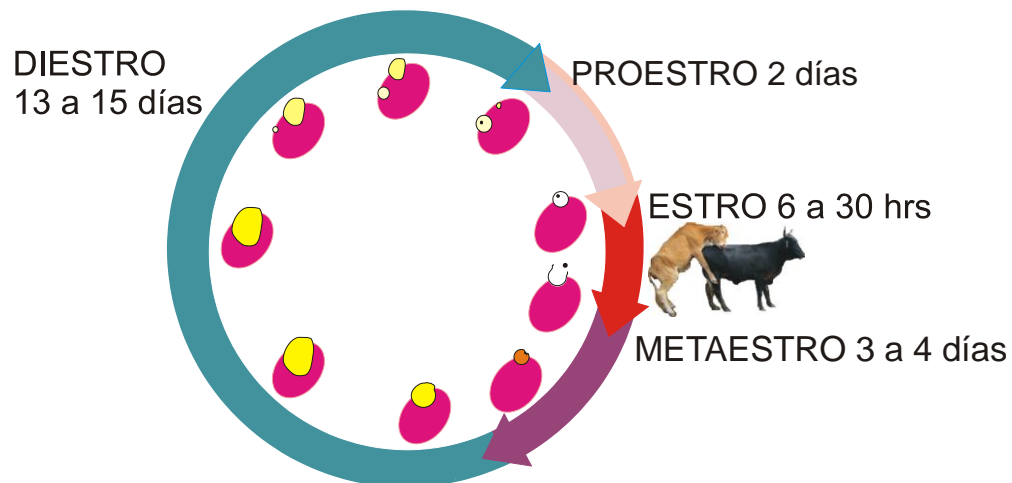


Figura 5. Ciclo estral (Figura del Autor).

En las hembras cebú el ciclo estral inicia de los 18 a los 26 meses y en las de razas europeas de los 14 a los 18 meses cuando han alcanzado un peso corporal de 260 a 300 kg, esto es importante ya que si la novillona llega a esa edad pero no presenta el peso adecuado no iniciará su pubertad, y atrasará toda su vida productiva (Goicochea, 2005).

Para su comprensión el ciclo estral se divide en cuatro etapas continuas (Figura 5), agrupadas en dos fases: la fase folicular, caracterizada por la presencia de uno o más folículos en el ovario, conformada por el proestro y el estro; y la fase lútea, caracterizada por la presencia de un cuerpo lúteo, integrada a su vez por las etapas del metaestro y del diestro (Goicochea, 2005). Estas etapas se encuentran bajo la influencia de diversas hormonas que controlan el desarrollo del ciclo, entre las principales se encuentran: la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), la hormona folículo estimulante (FSH), la hormona luteinizante (LH), los

estrógenos, la progesterona y la prostaglandina F2 α (PGF2 α) (Ball y Peters, 2004; Portillo, 2005).

El hipotálamo segrega GnRH, está a su vez hace que la pituitaria libere FSH, ésta provocará que un grupo de folículos del ovario se desarrollen y aumenten su producción del estrógeno estradiol, el más grande de estos folículos- el folículo dominante- será el que ovule mientras los demás dejen de crecer y se volverán atrésicos. A esta etapa de crecimiento y desarrollo del folículo se le conoce como proestro y dura aproximadamente 2 días (Ball y Peters 2004; Goicochea, 2005).

A medida que el folículo dominante crece bajo la influencia de la FSH, también aumenta su producción de estrógenos que en niveles elevados son los causantes de la conducta de celo de la vaca, de preparar el tracto reproductivo para la posible fertilización del óvulo y de desencadenar la máxima liberación de LH por parte de la pituitaria. A esta etapa de receptividad sexual se le conoce como estro, celo o calor y puede durar desde 6 hasta 30 horas (Guáqueta, 2009).

Como consecuencia de esos picos de LH y FSH, el folículo preovulatorio finalmente se rompe y libera un óvulo (proceso llamado ovulación), esto ocurre de 10 a 15 horas después de que terminó el estro, y el folículo roto ahora llamado cuerpo hemorrágico comenzará a convertirse en un cuerpo lúteo y producir progesterona por la acción de la misma LH. Esta etapa de ovulación y desarrollo del cuerpo lúteo es el metaestro y dura de 3 a 4 días (Guáqueta, 2009).

El cuerpo lúteo termina su desarrollo alrededor de 8 días después de finalizado el estro y permanece hasta el día 17 o 18 produciendo altos niveles de progesterona, ésta prepara al útero para la preñez y evita que se presenten nuevos celos inhibiendo la secreción de GnRH y LH (aunque las oleadas foliculares ocurren continuamente ningún folículo llegará a ovular sin la acción de estas hormonas) (Carrière *et al.*, 2010). Si no hubo fecundación del óvulo,

alrededor del día 18 el útero libera $\text{PGF2}\alpha$, la cual destruirá al cuerpo lúteo permitiendo que el ciclo estral vuelva a comenzar. Esta etapa es la del diestro y es la más larga de las 4 durando de 13 a 15 días (Ball y Peters 2004; Goicochea, 2005).

3. SIGNOS DEL CELO

El estro o celo es el único momento de receptividad sexual de la vaca y los cambios de comportamiento (ocasionados por el aumento de los niveles de estradiol) se usan como evidencia de que se ha presentado.

Se conoce como signo “primario” de celo a aquel que es indicativo inequívoco de presencia de celo y como “secundarios” a aquellos que indican que el celo está por presentarse o que ya se presentó, estos cambios pueden iniciarse uno o dos días antes de que el celo esté bien establecido y ocurren en su mayoría (un 70%) entre las 6 de la tarde y las 6 de la mañana (Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009).

3.1. SIGNO PRIMARIO DEL CELO

Que una vaca se mantenga quieta mientras es montada es un signo inequívoco de celo, usualmente permite su monta cada 10 a 15 min y estas montas duran de 3 a 7 segundos. Las vacas que rechazan ser montadas no están en celo, aunque en espacios reducidos pudieran no lograrlo (Ramírez, 2005; Guáqueta, 2009).



Figura 6. Monta estática (Fotografía del Autor).

3.2. SIGNOS SECUNDARIOS DEL CELO

Estos se pueden presentar antes, durante o después del celo, por lo que si se detecta alguno se deben observar atentamente las vacas que los presenten para determinar si realmente están en estro.

- Montar otras vacas. Una vaca que monta otras vacas puede estar en estro o proestro.
- Descargas de moco vaginal. Una gran cantidad de moco traslucido, filante y viscoso colgando de la vulva puede verse en muchas ocasiones, a veces se encuentra esparcido en la base de la cola, flancos y periné (Figura 7).



Figura 7. Moco vaginal (Fotografía cortesía M. en C. Angélica Gil, 2012).

- Edema y congestión de la vulva. Durante el estro la vulva se congestiona y edematiza apareciendo los labios vulvares ligeramente separados y con una coloración intensa (Figura 8).



Figura 8. Vulva congestionada.

- Bramidos, intranquilidad y seguimiento de otras vacas (Figura 9). Durante el estro las vacas aumentan su actividad, frecuentemente persiguen a otras vacas y braman con mayor frecuencia.



Figura 9. Seguimiento (Fotografía del Autor).

- Base de la cola erizada y flancos sucios (Figura 10). Como consecuencia de las montas y rozamientos que recibe la vaca en celo el pelo de la base de la cola se puede observar erizado, sucio, y algunas veces desprendido.



Figura 10. Base de la cola (Fotografía del Autor).

- Apoyo de la barbilla (Figura 11). Antes de que una vaca monte a otra generalmente apoya su barbilla sobre las ancas de ésta. En este caso se debe monitorear ambas vacas para saber cuál de ellas está en celo.



Figura 11. Apoyo de la barbilla (Fotografía del Autor).

- Olfatear genitales (Figura 12). Suele presentarse durante el proestro y el estro.



Figura 12. Olfateo (Fotografía del Autor).

- Flehmen (Figura 13). Consiste en curvar la cabeza y elevar el labio superior, es una conducta propia de los machos cuando están en presencia de una vaca en celo.

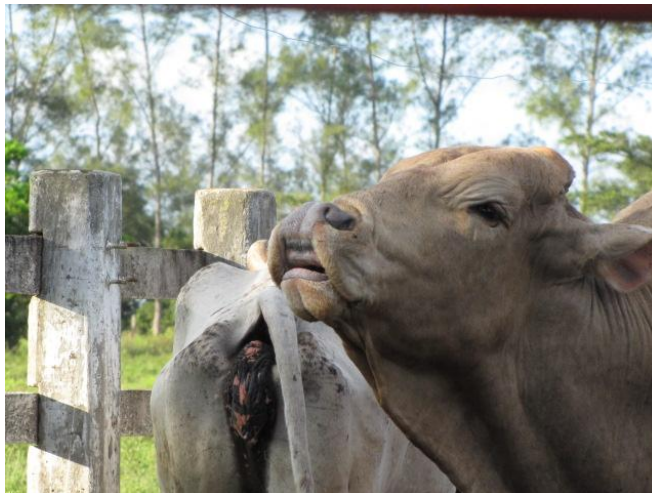


Figura 13. Flehmen (Fotografía del Autor).

- Disminución del consumo de alimento y producción de leche. Como consecuencia del aumento de actividad, nerviosismo, persecuciones para montar y dejarse montar, las vacas en celo generalmente bajan su consumo de alimento, lo que ocasiona que bajen su producción láctea durante el estro.

- Sangrado del metaestro (Figura 14). Algunas vacas presentan una leve descarga sanguinolenta de la vulva alrededor de 3 días posteriores al estro, aunque la presentación de este signo es muy variable. Si se observa significa que el estro no se detectó y se debe esperar un nuevo celo unos 18 días después.



Figura 14. Sangrado del metaestro (Moyano, 2007).

Para que las vacas exhiban estos comportamientos, es necesario una adecuada nutrición, un ambiente apropiado y una buena sanidad; vacas con baja condición corporal llegan a suspender las actividades de monta y pueden entrar en verdaderos períodos de anestro (ausencia de estros); también se ha visto que tienden a montar y dejarse montar en más ocasiones en pisos de tierra que de cemento, y resulta obvio pensar que si alguna presenta problemas de patas no podrá montar ni querrá que otras vacas la monten (O'Connor, 1993; Gordon, 1996; Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009; Ramírez *et al.*, 2011).

4. MÉTODOS DE DETECCIÓN DE CELOS

La parte más importante y el principal obstáculo para un programa reproductivo exitoso es una adecuada detección de celos, ya que determina el momento de la IA y si falla, obtendremos una baja eficiencia reproductiva (Catalano y Callejas, 2001; Sepúlveda y Rodero, 2002; Jiménez-Peréz *et al.*, 2009). Hoy en día existen varios métodos o dispositivos auxiliares en la detección de celos (Jiménez-Peréz *et al.*, 2009).

4.1. IDENTIFICACIÓN VISUAL

Es el método tradicional de detección de celos en los hatos, busca identificar signos primarios y secundarios del celo, para llevarlo a cabo adecuadamente:

- Se debe establecer una rutina diaria de periodos de observación en el rancho (observar siempre a la misma hora).
- Lo recomendable es observarlas 3 veces al día: muy temprano en la mañana (de ser el caso antes del ordeño) a media tarde y en las noches. Si solo se pueden realizar dos veces al día deben ser en la mañana y por la noche).
- Periodos de observación mínimos de 20 minutos (Guáqueta, 2009).

Las instalaciones juegan un papel muy importante en el desarrollo de la conducta del celo, se ha visto que los celos son más duraderos y hay mayor número de montas en pisos de tierra que en cemento, por lo que lo ideal sería hacer las observaciones en el potrero (Guáqueta, 2009), además las vacas necesitan un ambiente tranquilo y sin distracciones para desarrollar su conducta; ir a vigilar con perros, o cualquier otra cosa que pueda estresar al ganado podría impedir que expresen este comportamiento (Ball y Peters, 2004).

4.2. COLAS PINTADAS

Consiste en pintar la base de la cola (Figura 15) de modo que cuando se presente el celo la pintura sea removida por las montas de sus compañeras. Aunque observar una vaca con la pintura removida no necesariamente será indicativo

directo de celo, ya que se puede quitar al frotarse contra objetos u otro ganado en espacios reducidos (Ball y Peters, 2004).



Figura 15. Cola pintada (Hernández y Ortega, 2009).

4.3. DETECTORES DE CALOR POR MONTAS (“HEAT MOUNTS DETECTORS”)

Son dispositivos diseñados para grabar evidencia de que una vaca ha sido montada, indicando que se ha presentado el estro, por medio de un cambio en su color (Figura 16). No se recomienda su uso en espacios reducidos o con moscas ya que el animal al rascarse puede activarlos. (Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009).



Figura 16. Parche detector de calores (Hernández y Ortega, 2009).

4.4. ANIMALES MARCADORES

Existen métodos quirúrgicos para desviar el pene de los toros y evitar que penetren a las vacas, es preferible esto a la vasectomía ya que evita la transmisión de enfermedades venéreas, algunas personas consideran peligroso el uso de estos animales, además su libido puede bajar y con ello su eficacia como detectores de celo. También se puede tratar a vacas o novillonas con testosterona para que aumente su libido sexual y funcionen como animales marcadores (Ball y Peters, 2004).

4.4.1. “Chin-ball”

Es un dispositivo que se coloca a los toros o vacas marcadoras bajo su barbilla (Figura 17), cada vez que estos animales aplican presión con su barbilla en la espalda o cadera de una vaca la *chin-ball* libera el líquido marcador indicando que el animal ha sido montado (Ball y Peters, 2004).



Figura 17. Celador con *chin-ball* (Hernández y Ortega, 2009).

4.5. MEDIDORES DE ACTIVIDAD (PODÓMETROS)

Una vaca en celo aumenta su actividad desde un 120% hasta un 380%, existen dispositivos que miden la actividad normal de la vaca y cuando ésta aumenta emiten una alerta, estos dispositivos (Figura 18) no son recomendables para ganado mantenido en espacios reducidos donde su movimiento es limitado (Catalano y Callejas 2001).

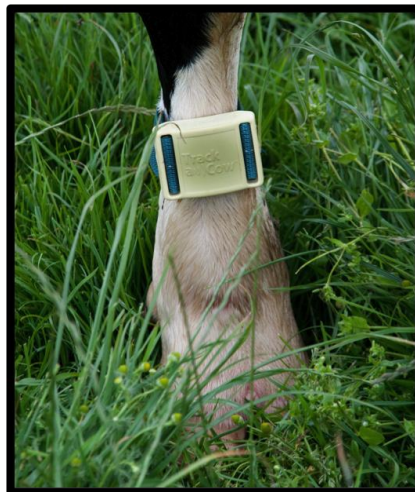


Figura 18. Podómetro (Legendconnect.com, 2012).

4.6 CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

En sistemas de manejo estabulado se pueden instalar circuitos cerrados de televisión con cámaras que monitoreen al ganado todo el día y todos los días. (Guáqueta, 2009)

4.7. MANEJO DE REGISTROS

Es importante llevar un registro de los eventos reproductivos de los animales, sirve de base para determinar la regularidad de los celos del ganado, esto facilita mucho la observación de celos y el manejo reproductivo del rancho. (Gordon, 1996; Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009).

Se puede facilitar o evitar la detección de celos con el uso de diversos métodos de sincronización de celos hormonales

5. MOMENTO DE LA INSEMINACIÓN

El momento de la IA es un factor clave en las tasas de gestación, ya que ni el óvulo ni los espermatozoides tienen vidas indefinidas dentro del aparato reproductivo de la hembra; el óvulo se libera aproximadamente 30 horas después del inicio del celo y sobrevive de 6 a 12 horas mientras que los espermatozoides permanecen viables hasta 24 horas una vez realizada la IA, por lo tanto, si ésta se realiza al principio del celo no quedarán espermatozoides para fecundar al óvulo y si se realiza muy tarde, el óvulo será el que haya envejecido (Ball y Peters, 2004; Guáqueta, 2009; Botello *et al.*, 2010; Marini *et al.*, 2010) (Figura 19).

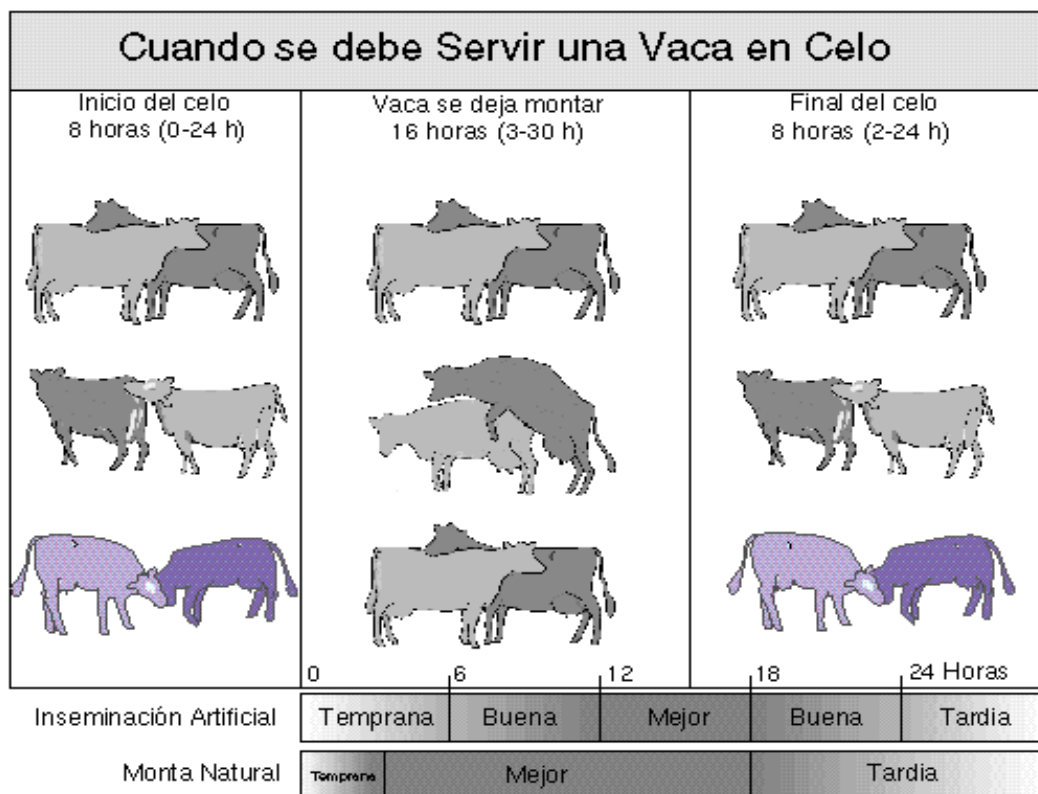


Figura 19. Cuando se debe inseminar una vaca (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2012).

Por esto, se utiliza la regla am-pm, tratando de que las vacas se inseminen 12 horas después de iniciado el celo, ésta dicta que vacas detectadas en la mañana se inseminen en la tarde y las detectadas en la tarde se inseminen al día

siguiente, temprano en la mañana con lo que se asegura que al momento de liberarse el óvulo haya espermatozoides viables para fecundarlo (Botello *et al.*, 2010; Marini *et al.*, 2010).

6. MANEJO ADECUADO DEL SEMEN

6.1. MANEJO DEL SEMEN CONGELADO

El semen congelado se almacena en pajillas de 0.5 o 0.25 cm³, cada una marcada con datos del toro de procedencia como su nombre, número de registro, raza, etc. cinco de estas pajillas se colocan dentro de un gobelete y dos gobeletes en un bastón de aluminio que se deposita en las canastillas del tanque de nitrógeno manteniéndolo a una temperatura de -196° C (la temperatura del nitrógeno líquido), pero cada vez que alzamos o movemos un bastón de un termo a otro por ejemplo, exponemos al semen a fluctuaciones bruscas de temperatura que son la principal causa de deterioro en su calidad. Para minimizar esto nunca debemos alzar las canastillas más allá de la boca del termo, y no mantener una alzada por más de 10 segundos, después de este tiempo se debe sumergir para que se enfríe de nuevo. Si se van a transferir bastones de un termo a otro se debe hacer lo más rápido posible teniendo los dos termos abiertos lado a lado (Figura 20) (Caballero *et al.*, 2009).

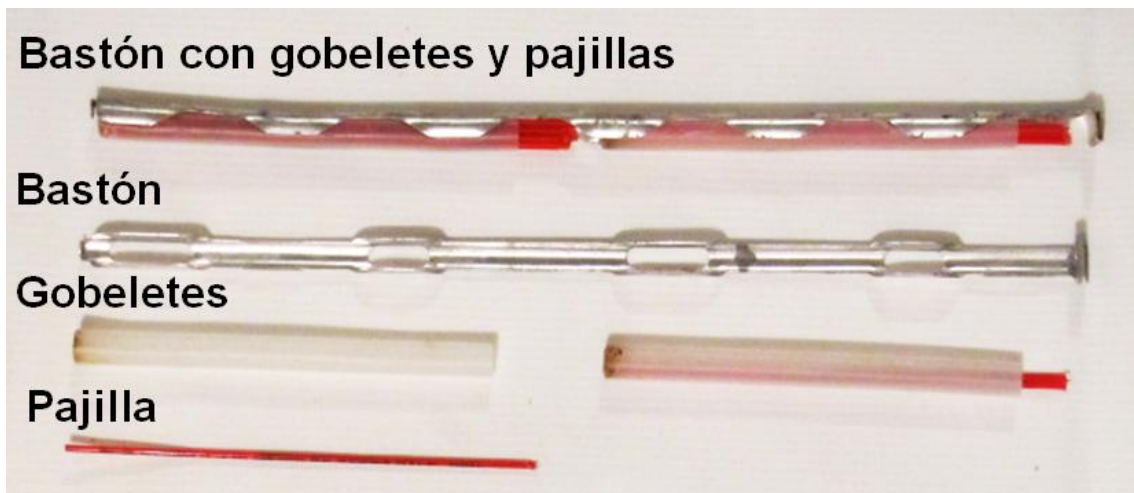


Figura 20. Bastón, gobeletes y pajillas de semen (Fotografía del Autor).

Es aconsejable apuntar en un papel o sobre el termo la ubicación de los bastones de este modo es más fácil ubicar la pajilla deseada sin tener que estar revisando todas las canastas (Kumada y Sakaki, 2004).

6.2. TERMO DE NITRÓGENO LÍQUIDO

Es la unidad encargada de preservar el semen destinado a utilizarse en la inseminación artificial, básicamente es un refrigerador formado por dos paredes de materiales aislantes que utiliza como fuente de frío al nitrógeno líquido (ya que éste se mantiene a una temperatura de -196°C) (Figura 21) (DuPonte, 2007).

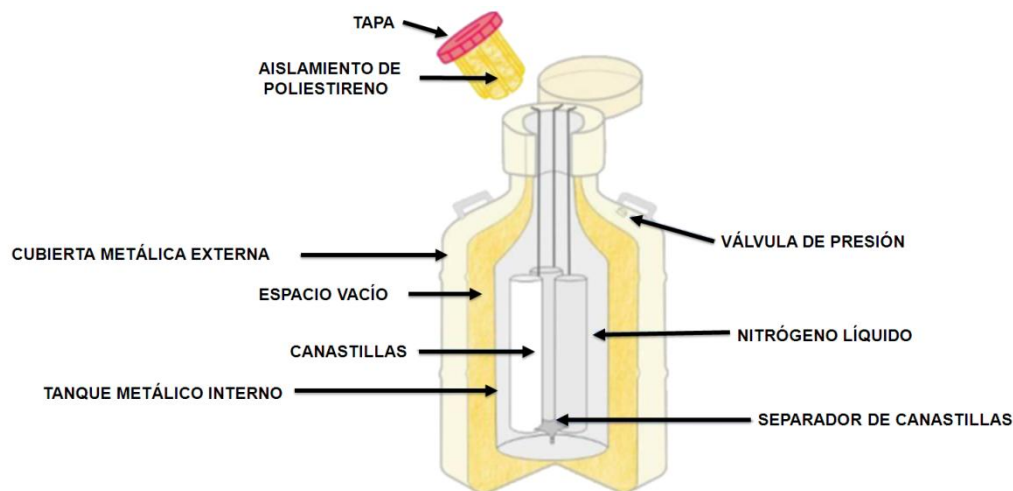


Figura 21. Termo de nitrógeno (Hernández y Ortega, 2009).

El cuello es la parte más delicada del tanque ya que es el punto de unión entre la pared interna y la externa, vigile siempre la formación de escarcha o “sudor” a su alrededor ya que son indicativos de que el tanque se ha dañado (Quintero y González, 2005).

El tanque se debe mantener siempre de manera vertical, libre de polvo, humedad y luz solar directa, en un lugar fresco y seco, y de ser posible sin que tenga contacto directo con el suelo. También se deben monitorear sus niveles de

nitrógeno regularmente, procurando que nunca bajen de 15 cm, esto se hace con reglas especiales, que se introducen en el tanque y al sacarlas se observa el nivel de escarcha que forma (Figura 22; Caballero *et al.*, 2009).



Figura 22. Regla midiendo la escarcha que forma el nitrógeno líquido (Fotografía del Autor)

6.3. EL EQUIPO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Para llevar a cabo la inseminación de manera correcta se requiere el equipo adecuado, un buen kit de inseminación debe contener (Figura 23) (DuPonte, 2007):

- Un termo de agua caliente para descongelamiento.
- Tijeras o corta pajillas
- Pinzas para pajillas
- Aplicadores
- Fundas plásticas para los aplicadores.
- Guantes de plástico hasta los hombros
- Toallas de papel
- Termómetro
- Reloj

- Lubricante no espermicida
- Alcohol
- Papel y lápiz para llevar registro de las inseminaciones.



Figura 23. Kit de inseminación artificial (1: termo; 2: corta pajillas; 3: pinzas; 4: aplicadores; 5: fundas para aplicador; 6: guante; 7: toallas) (Fotografía del Autor).

6.4. DESCONGELAMIENTO DEL SEMEN

Los pasos a seguir para descongelar la pajilla de semen y armar el aplicador son (Sugawara *et al.*, 2004; Quintero y González, 2005; Roa, 2005; DuPonte, 2007; Pfister, 2007; Caballero *et al.*, 2009; Selk, sin fecha):

1. Antes de descongelar una pajilla es importante tener todo el equipo preparado para tardar lo menos posible, armar el aplicador e inseminar a la vaca. De antemano debemos tener agua a una temperatura de 35° a 37° C, una servilleta fuera del paquete, retraer el embolo de la aplicador lo suficiente para que entre la pajilla, una funda ligeramente salida de su paquete, el cual debe abrirse solo por una esquina permitiendo que salga únicamente una a la vez, el corta pajillas o tijeras a mano y obviamente a la vaca inmobilizada y con su vulva lavada con agua.
2. Eleve una canastilla del tanque hasta una pulgada de su boca (Figura 23) y localice el bastón con la pajilla deseada, saque una pajilla del gobelete

superior, si en este ya no hay pajillas, puede elevar el bastón lo suficiente para extraer una del gobelete inferior, y suméjrala en el agua a 37° C. por al menos 45 segundos. Si tiene dificultades y no puede sacar la pajilla en un tiempo máximo de 10 segundos sumerja la canastilla por 30 segundos e inténtelo de nuevo (Figura 24 y 25).



Figura 24. Extracción de una pajilla del tanque de nitrógeno (Fotografía cortesía de M. en C. Angélica Gil, 2012).



Figura 25. Pajilla en el termo (Fotografía del Autor).

3. Saque la pajilla del agua y agítela para que burbuja de aire que contiene pase al frente (el lado contrario al tapón de algodón) y séquela con la servilleta de papel sin frotarla, ya que la electricidad estática podría adherir espermatozoides al plástico (Figura 26).



Figura 26. Secado de la pajilla (Fotografía del Autor).

4. Corte la punta de la pajilla (el lado contrario al algodón) con el corta pajillas o unas tijeras he introdúzcala en el aplicador (Figura 27).

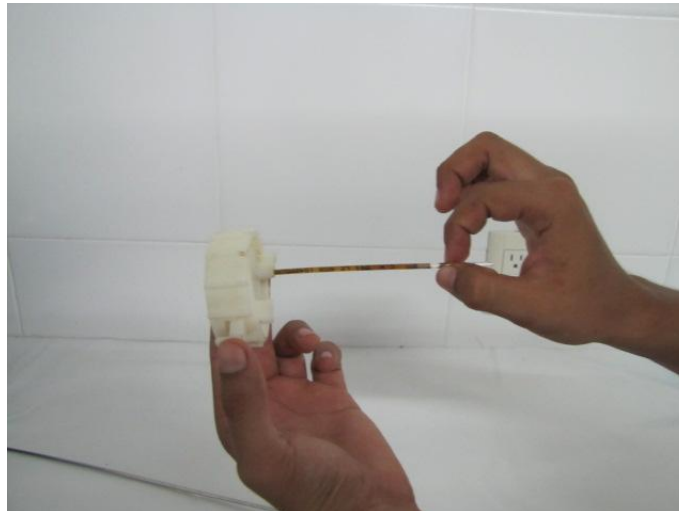


Figura 27. Corte de la punta de la pajilla (Fotografía del Autor).

5. Cubra el aplicador con su funda y asegúrela girando sobre ella el anillo de plástico (Figura 28).



Figura 28. Colocación de la funda (Fotografía del Autor).

6. En caso de sospechar de una infección en la vagina se puede cubrir al aplicador con un camisa (Figura 29).



Figura 29. Pistola de IA con camisa (Fotografía del Autor).

7. Una vez armado el aplicador proteja en todo momento la pajilla de la luz de sol directa, además es importante en caso de que el clima sea frío precalentar el aplicador frotándolo un poco con las manos.

6.5. MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Los pasos para una adecuada inseminación son (Sugawara *et al.*, 2004; Roa, 2005; Pfister, 2007; Caballero *et al.*, 2009; Dejarnette and Nebel, sin fecha; Selk, sin fecha):

1. Introduzca su mano enguantada con un lubricante en el recto de la vaca y localice el cérvix, para hacerlo realice un movimiento de “cuchareo” en el que pase su mano suavemente por el piso del recto hasta sentir una estructura tubular rígida: el cérvix, sujételo y localice su entrada con los dedos (Figura 30).

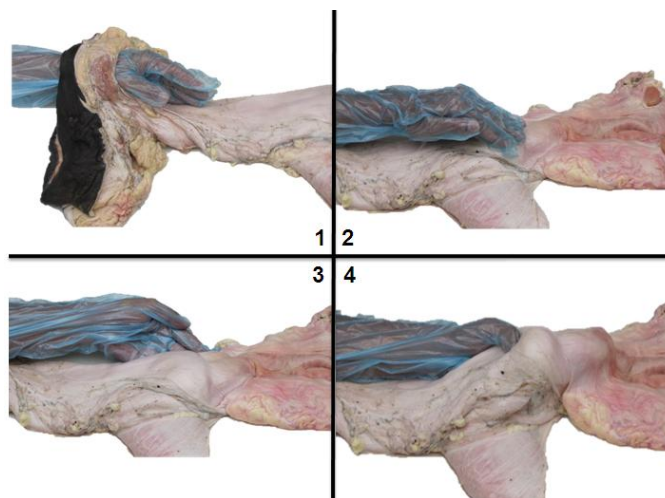


Figura 30. Introducción de la mano y sujeción del cérvix (Figura del Autor).

2. La vulva suele estar cubierta de excremento, el cual podríamos arrastrar hasta el útero durante la inseminación, ocasionando infecciones. por esto es importante lavarla antes de introducir el aplicador.
3. Introduzca el aplicador por la vulva con la punta ligeramente inclinada hacia arriba (un ángulo de 45° aproximadamente) hasta que tope con el techo de la vagina, una vez que esto pase, enderécela y continúe su camino hacia el cérvix, podrá sentir el avance del aplicador con la mano que tiene introducida en el recto (Figura 31).

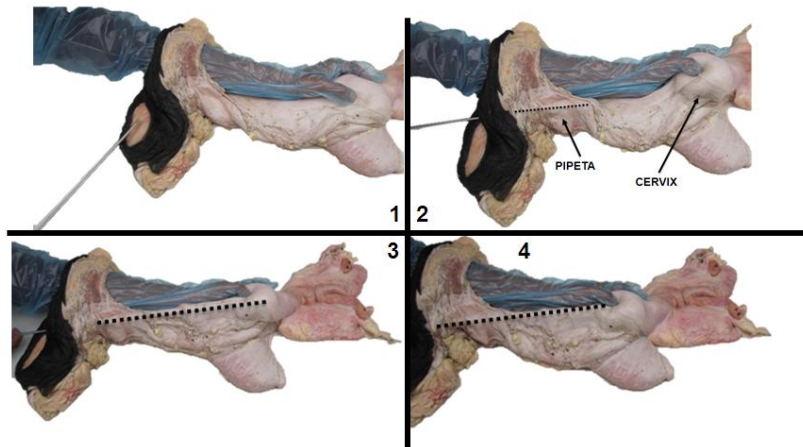


Figura 31. Introducción del aplicador (Figura del Autor).

4. Guíe el aplicador hacia la entrada del cérvix, para hacerlo puede tapar la entrada con un dedo de la mano que lo sujeta y después solo guiar el aplicador hacia allí, una vez insertado el aplicador, mueva el cérvix para que pase por todos sus anillos y llegue al cuerpo del útero, Podrá sentir la punta del aplicador a través de la pared uterina (Figura 32).



Figura 32. Paso del aplicador por el cérvix (Fotografía del Autor).

5. Deposite el semen suavemente en el cuerpo del útero, no en los cuernos, debe tardar al menos 5 segundos en depositarlo y retire el aplicador. Asegúrese de no jalar el aplicador hacia atrás en lugar de empujar su embolo (Figura 33).



Figura 33. Depósito del semen (Fotografía cortesía de M. en C. Angélica Gil, 2012).

6. Una vez depositado el semen retire los instrumentos con el mismo cuidado con el que entraron.
7. Registre los datos del servicio como la identificación de la vaca, la fecha del servicio, el toro utilizado o cualquier información pertinente.

6.6. SUGERENCIAS

- Procure utilizar la pajilla lo más rápido posible después de haber sido descongelada, no más de 15 minutos.
- Una vez descongelada, se debe proteger a la pajilla contra los cambios bruscos de temperatura, si hace frío puede precalentar el aplicador de inseminación, o protegerla con sus ropas.
- Nunca toque la pajilla por el extremo abierto para evitar contaminar el semen.

- Siempre proteja a la pajilla de la luz solar directa
- No utilice jabones o detergentes como lubricantes ya que son letales para el semen.
- Lleve registros de los celos y momentos de monta e inseminación de sus vacas, le permitirá prever las fechas de nacimientos, así como detectar gestaciones y fallas en la inseminación.
- Trate a sus vacas lo más tranquilamente posible en la inseminación; el estrés disminuye el porcentaje de gestación.
- La técnica de la IA debe realizarse suavemente, movimientos bruscos pueden lesionar a la vaca.
- Tome cursos de actualización regularmente.
- Sea paciente, la clave para dominar esta técnica es la práctica.
- Consulte literatura sobre el tema, manténgase informado sobre los avances en esta práctica.

7. CONCLUSIONES

La IA ofrece muchas ventajas a los ganaderos que llevan a cabo esta práctica en sus unidades de producción de manera adecuada:

- Mejoramiento de la calidad genética del hato.
- Evitar la propagación de enfermedades de transmisión sexual al utilizar semen certificado.
- Seguridad al no tener que contar con un toro.
- Aumento de la rentabilidad de la producción como consecuencia de todo lo anterior.

Para lograrlo se debe poner atención en los puntos críticos del almacenamiento del semen (mantener el tanque de nitrógeno en buenas condiciones y revisar sus niveles regularmente), la descongelación de la pajilla (de 35° a 37° C por 45 segundos al menos), la detección de celos, el momento adecuado de la IA y unos registros confiables que junto a una buena alimentación y un adecuado manejo sanitario pueden lograr índices de gestación al primer servicio de 45 al 60% (Caballero *et al.*, 2009).

Este manual presenta la información esencial para llevarlo a cabo correctamente tomando como base la información impartida en el curso de Inseminación Artificial en ganado bovino, impartido por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica de la Universidad Veracruzana, recordando que no basta con conocer la técnica, sino que además se debe repasar periódicamente para asegurarse de no caer en vicios y malas prácticas.

8. RECOMENDACIONES

El apropiamiento de un nuevo conocimiento debe ser un proceso estimulante, de modo que permita, más allá de su correcto aprendizaje, acrecentar las ganas de ponerlo en práctica; conocimiento no utilizado se vuelve inútil y se pierde.

Este manual y el video fueron realizados pensando en servir como promotores de ese entusiasmo, pero como toda obra de carácter científico es importante que se coteje su contenido con otras del mismo tema, de modo que los estudiantes se forjen su propio criterio y no se queden solamente con una visión de estas tecnologías cuando existen muchas y seguirán apareciendo nuevas prácticas para maximizar el aprovechamiento de la ganadería, lo más importante en el camino de la innovación es no parar nunca de investigar, practicar ni de aprender.

9. LITERATURA CITADA

Ball, P. J. H., and Peters, A. R. 2004. Reproduction in cattle. Third Edition, Blackwell Publishing, Chichester, UK . 242 p.

Bavera, G. A., 2005. Inseminación Artificial. Cursos de Producción Bovina de Carne, Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad Nacional de Rio Cuarto. Córdoba, Argentina.

Bertolini, M. y Bertolini, L. R. 2009. Advances in reproductive technologies in cattle; from artificial insemination to cloning. Red. Med. Vet. Zoot., 56:184-194.

Botello A., Botello A., Rodríguez Y., Gómez I. y Pérez K. 2010. Reducción a un servicio en los programas de inseminación artificial de hembras bovinas. REDVET. 2(7) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n070710/071017.pdf> [Consultada el 1 de septiembre del 2012]

Caballero, S., Bernal, J. L. y, Ibarra O. 2009. Manejo del semen congelado. Folleto técnico. Instituto de investigación Agropecuaria de Panamá. Panamá.

Carrière P. A., Gnemmi G., DesCôteaux L., Matsui M., Miyamoto A. and Colloton J. 2010. Bovine Ovarie. P 35-59. In DesCôteaux, L., Gnemmi, G. and Colloton. J. (Eds.), Practical Atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.

Catalano R. y Callejas S. 2001. Detección de celos en bovinos. Factores que la afectan y métodos de ayuda. Revista de Medicina Veterinaria, 82: 17-22.

Cortés, L., R. 2011. Comparación del uso de la biotecnología reproductiva entre humanos y bovinos Monografía de licenciatura. Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Veracruz, México

Dejarnette M. and Nebel R. Undated. A. I. Technique in Cattle. Select Reproductive Solutions. Select Sires. 4p.

DuPonte, M. W., 2007. Proper semen handing during an artificial insemination program. Livestock management. University of Hawai at Manao. Manao.

Foote, R. H. 2002. The history of artificial insemination: select notes and notables. J Anim Sci 80:1-10.

Giraldo, G., J., J. 2007. Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. Revista Lasallista de Investigación. 4(1): 51-57 pp.

Goicochea, L. J. 2005. Ciclo estrual y el factor humano. Pa 405-413. En: Manual de ganadería doble propósito. González- Stagmaro, C., Soto-Belloso, E. (Eds.). Astro Data. Maracaibo Venezuela.

Gordon, I. 1996. Controlled Reproduction on Cattle and Buffaloes. CAB International. Easbourne. United Kindomg.

Guáqueta, H. 2009. Ciclo estral: Fisiología Básica y estrategias para mejorar la detección de celos. Rev. Med. Vet. Zoot. 56:163-183.

Hernández, C., J. y Ortega, L., A. 2009. Manual de Inseminación Artificial en Bovinos. Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. México. 53p.

Jiménez-Peréz F. A., Urdaneta M., Gonzáles R., Sandoval J., Urdaneta Margelis y Parra A. 2009. Evaluación de cuatro métodos de detección del celo en novillonas de doble propósito. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias-La Universidad del Zulia, 19(4): 366-370

Junqueira L. C., y Carneiro J. 2006. Histología Básica texto y atlas. 6ª Edición. Masson. Pp 432-454. Barcelona

Kumada Z. and Sakaki K. 2004. Semen collection and production of frozen semen. Pp. 45-83. In: Mori J. Ed. Artificial insemination manual for cattle (Revised Edition). Tokyo, Japan.

Kunbhar H. K., Samo M. U., Memon A., and Solangi A. A. 2003. Biometrical Studies of Reproductive Organs of Thairi Cow. Pakistán Journal of Biological Sciencies. 6(4): 322-324.

Lefebvre, R. C. and Gnemmi, G. 2010. Anatomy of the reproductive tract of the cow. Pp. 27-34. In DesCôteaux, L., Gnemmi, G. and Colloton. J. Eds, Practical Atlas of ruminant and camelid reproductive ultrasonography. Wiley-Blackwell, Ames, Iowa.

Legendconnect.com. 2012. Sistema de Detección de celo. <http://www.legendconnect.com/es/comp-systems/confort-para-las-vacas> [Consultada el 1 de marzo del 2012]

Marini P. R., Galassi I., Di Masso R. J. 2010. Relación entre el lapso detección de celo-inseminación y el porcentaje de preñez en vacas lecheras Celo-inseminación y porcentaje de preñez. In Vet, 12(1):69-73

Moyano B. A. A. 2007. La detección del celo. Curso de inseminación artificial MUNDOVET. <http://www.mvzunipaz.com/documentos/bloques/morfodinamica/charlas/la-deteccion-del-celo.pdf> [Consultada el 1 de marzo del 2012]

Nakao, T. 2004. Reproduction in female cows p 20. . In Mori J. (Ed.). Artificial insemination manual for cattle (Revised Edition). Tokyo, Japan

O'Connor, M.1993. Heat detection and timing of insemination for cattle. Extension circular 402. Penn State University. University Park, PA.

Palma, G. A. y Brem G.1993. Biotecnología de reproducción. 1-14 p. En: Palma, G. A (Ed.), Biotecnología de la Reproducción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

Pfister G. F.J. 2007. Principios Básicos en el uso de la Inseminación Artificial en Ganado Bovino Lechero. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Morelia, Michoacán, México.

Portillo, M. G. E. 2005. Fisiología reproductiva y diferencias reproductivas entre el ganado europeo y el cebú. Pp. 414-418. En: González-Stagnaro, C. y Soto, E. (Eds.). Manual de ganadería de doble propósito. Ediciones Astro Data, Maracaibo, Venezuela.

Quintero M. A. y González D. 2005. Descongele adecuadamente su pajueta de semen. Pp. 515-518. En: González-Stagnaro, C. y Soto, E. (Eds.). Manual de ganadería de doble propósito. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela

Ramírez, I. L. N. 2005. Conozca la conducta sexual y el celo de sus vacas. p 419-423. En González-Stagnaro, C. y Soto, E. (Eds.). Manual de ganadería de doble propósito. Ediciones Astro Data, Maracaibo, Venezuela

Ramírez I. L. N., Torres, L., Vidal, M. Díaz de Ramírez, A. 2011. Signos y síntomas de la conducta sexual de un rebaño de ganadería gir. Mundo Pecuario, 7(1): 22-25.

Roa N. 2005. Método y aplicación de la inseminación artificial en bovinos. 510-514 p. En: González-Stagnaro, C. y Soto, E. (Eds.). Manual de ganadería de doble propósito. Ediciones Astro Data. Maracaibo, Venezuela.

Selk G. Undated. Artificial Insemination for Beef Cattle. Oklahoma Cooperative Extension Service. Oklahoma State University. 7 p.

Sepúlveda B. N. G. y Rodero S. E. 2002. Evaluación de detección de celo en explotaciones lecheras. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias-La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, 12(3):169-174.

Shioya Y. 2004. Significance of Artificial Insemination for Cattle and its Technical Development p. 1. In Mori J. (Ed.). Artificial insemination manual for cattle (Revised Edition). Tokyo, Japan

Sisson, S.1933. Sistema Urogenital de los Rumiantes. P1040-1058. en Sisson y Grossman Anatomía de los animales Dómefticos, 5^a ed., W. B. Saunders. Filadelfia. 1404 p.

Sugawara Y., Nakao T. and Kuniyuki M. 2004. Reproduction of female by Artificial Insemination. Pp. 84-113. In Mori J. (Ed.). Artificial insemination manual for cattle (Revised Edition). Tokyo, Japan

Unión Ganadera Regional de Jalisco. 2012. Detección de celo e inseminación. http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=283&Itemid=138 [consultada el 17 de octubre del 2011).

Verma, O., P., Kumar R., Kumar, A. and Chand, S. (2012) Assisted Reproductive Techniques in Farm Animal – From Artificial Insemination to Nanobiotechnology. *Vet. World*. 5(5):301-310.

Wilde O. R., De la Vega A. y Cruz M. L. Sin Fecha. Manual de Inseminación Artificial de la Hembra Bovina. Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Tucumán, Argentina.