

Capítulo XLVI

Importancia del sitio de colocación del semen al realizar la inseminación artificial en bovinos

Jorge Rubio-Guillén
Liroos Yamarte-Portillo

En la búsqueda continua de una mayor eficiencia productiva y del retorno económico en fincas de ganadería Doble Propósito, se han implementado desde hace algún tiempo, tecnologías de punta en el ámbito reproductivo, que contribuyen a mejorar la rentabilidad del sistema para hacerla sostenible en el tiempo. Una de estas tecnologías es el uso de la Inseminación Artificial (IA) en los programas de adelanto genético. No obstante, la obtención de óptimos resultados al emplear la técnica de IA en bovinos está supeditada a una evaluación andrológica y seminal periódica de los toros genéticamente seleccionados (Rubio-Guillén *et al.*, 2007).

La evaluación implica la realización de protocolos de congelación-descongelación seminal que optimicen la fertilidad de los machos reproductores ubicados en los Centros tecnológicos destinados para tal fin. También puede evaluarse en menor escala, en la propia finca donde se pueda habilitar una pequeña zona para la colección, congelación y almacenamiento del germoplasma de estos ejemplares destinados a IA. Sin embargo, a pesar de todas las mejoras incorporadas en el proceso de criopreservación, tanto en Centros tecnificados, como en cubículos de congelación seminal con nitrógeno líquido en las propias fincas, apenas sobreviven alrededor del 60% de los espermatozoides (Rodríguez-Martínez, 2003; Rubio-Guillén *et al.*, 2007), lo cual disminuye considerablemente la eficiencia de esta técnica.

A partir de lo antes mencionado es necesario conocer que dentro de los retos y desafíos para los especialistas en IA, existen numerosos multifactores vinculados a los machos y a la propia calidad seminal, que se deben tener en cuenta, como el hecho de evitar menoscabar la fertilidad de pajuelas seminales de alta calidad genética, inclusive antes de ser colocadas en un hembra potencialmente fértil. En bovinos, hablando de IA con muestras seminales criopreservadas y con un óptimo número de espermatozoides inseminados, se ha obtenido un logro superior en términos de tasa de fertilidad de hembras primíparas inseminadas, con respecto a otras especies (Dalton, 2011).

Para los objetivos de este artículo sinóptico se hará énfasis en la importancia de la escogencia del sitio conocido por todos como “blanco del inseminador” sobre el impacto en la eficiencia de la IA en las vacas. A sabiendas que este factor no es el único influyente o con impacto importante, si se conoce que dicha eficiencia es multidimensional al evaluarla desde el punto de visto holístico (plurifactorial) y no atomístico (unifactorial) como en otrora se solía hacerlo. Pudiera ser un punto álgido escoger el sitio de colocación de una muestra de semen (pajuela descongelada), si se sabe que los espermatozoides contentivos en la misma, han sido sometidos a un proceso de exteriorización, shock térmico y osmótico, congelación, descongelación, activación, y que posteriormente, deberá pasar por un proceso de capacitación, reacción acrosomal y transferencia idónea del material genético.

Con los nuevos avances en fisiología reproductiva, han surgido nuevos criterios y propuestas, de cuál es el sitio óptimo para colocar el semen criopreservado, en la búsqueda de reemplazar el habitual “cuerpo uterino” que ha fungido como diana del inseminador desde el nacimiento de esta técnica. Motivado al hecho que el daño criogénico afecta la motilidad y viabilidad espermática en las dosis seminales usadas para IA, desde hace muchos años se ha postulado como sitio idóneo de deposición seminal el cuerpo del útero y evitar así, la función de filtro del cérvix (Figura 1), en especial, para espermatozoides muertos, con motilidad errática e inmóviles (Fearon & Wegener, 2000).

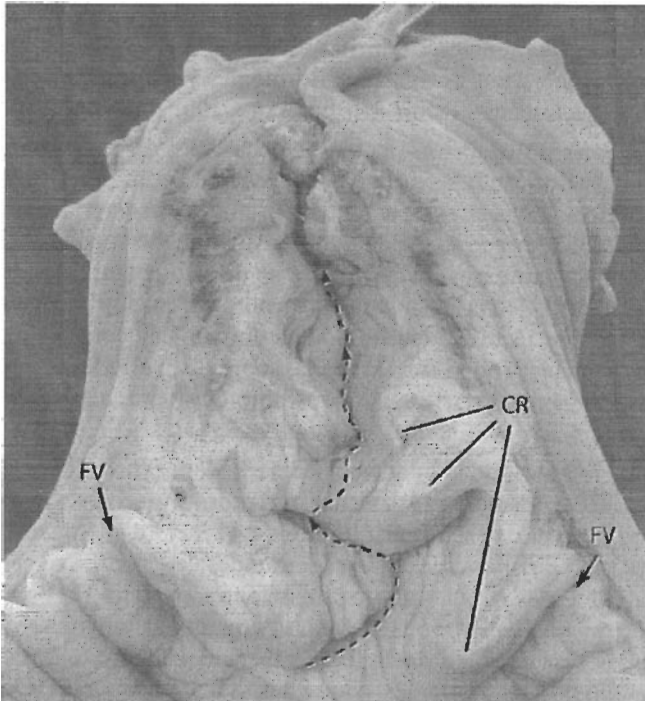


Figura 1. Recorrido que tomaría el semen de ser colocado en el fondo vaginal (Tomado: Senger, 2003).

¿POR QUÉ INSEMINACIÓN ARTIFICIAL INTRAUTERINA?

Como antes se comentó, desde hace varias décadas atrás y de manera tradicional se emplea la técnica de IA en los bovinos, colocando el semen en la región inmediatamente pasando el cérvix hasta el cuerpo del útero (Senger, 2003). El motivo de este sitio de colocación, llamado en consenso “blanco del inseminador” (Figura 2) se atribuye a varias razones fisiológicas que involucran tanto la hembra, como el factor macho. En la razón novilla o vaca, se postula la función del cérvix en la filtración y selección de espermatozoides de acuerdo a un patrón de canales de circulación espermática entre los anillos y sobre las criptas cervicales (Hafez, 2003; Senger, 2003).

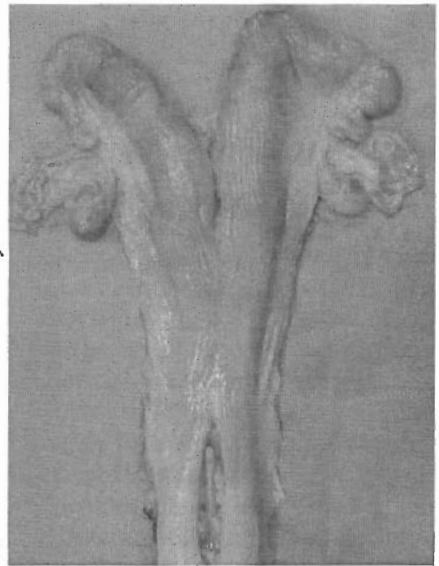


Figura 2. Blanco del inseminador clásico (Tomado de: Van Soom & Verberckmoes, 2004).

Se ha señalado que la secreción mucosa del cuello uterino se origina en las criptas y/o glándulas cervicales (Figura 3), formando una intrincada red de mucopolisacáridos divididos dicotómicamente en

dos por su procedencia: el producido en las regiones centrales y profundas del cérvix, que permite el libre paso de espermatozoides motiles (sialomucina) y el más superficial, que corresponde a un fluido mucosal espeso (sulfomucina) y que actúa filtrando el paso de células al útero desde el fondo vaginal (Hunter, 2001; Senger, 2003).

En la actualidad, se sabe, que para fertilizar los óvulos, el espermatozoide debe avanzar por el cérvix sobre su mucosa rica en sialomucina ganando motilidad en su paso por esta estructura anatómica, para luego llegar al útero y por último, a las trompas de Falopio, donde fertilizará al ovocito. Este pasaje seminal *in vivo* involucra una especie de filtrado (Figura 4), motivado al hecho que los espermatozoides con carente motilidad quedarían ocupados en las criptas cervicales (Hunter, 2001). Así mismo, la actividad fagocítica sobre los espermatozoides que permanezcan en este sitio producto de una motilidad afectada considerablemente por la crioinjuria y criopoptosis debido a la congelación-descongelación seminal, sería una limitante importante si se colocara el semen procesado en el fondo vaginal o directamente en el cérvix.

En el tracto genital de una vaca se ha demostrado como existe una abrupta disminución del número de espermatozoides después del apareamiento, con especial énfasis, al comparar los espermatozoides ubicados el sitio de la eyaculación (fondo vaginal) y los hallados en el sitio de la fertilización (trompas de Falopio). A medida que estos avanzan en su recorrido, alcanzarán el istmo del oviducto, en el cual estos se encuentran un sitio que se describe como un reservorio el cual provee un número suficiente de espermatozoides que son retenidos y tienen un ambiente óptimo para su ca-

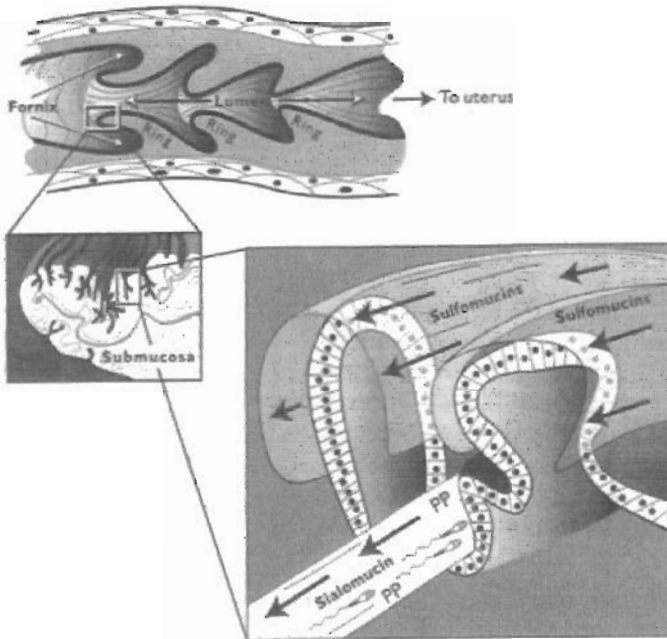


Figura 3. Pasaje selectivo de espermatozoides a través del cérvix (Tomado de: Senger, 2003).

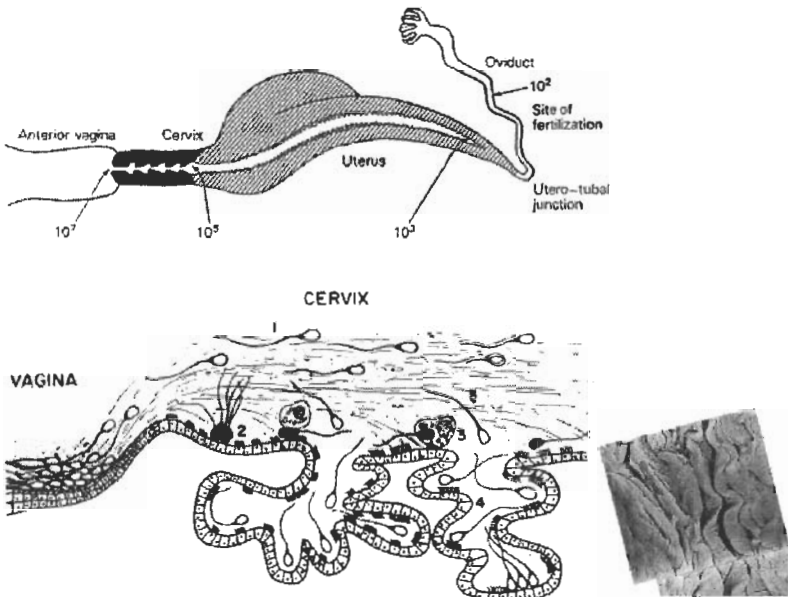


Figura 4. (Arriba) Disminución espermática en su paso por el tracto reproductivo. (Abajo) Representación esquemática y microscópica de la mucosa del cérvix bovino (Tomado de: Hunter 2001).

pacitación hasta el momento cuando ascienden a la ampolla y ocurre la fertilización del ovocito (Bosch, 2005). Estudios *in vitro* demuestran que el número de espermatozoides adheridos al oviducto no dependen de la región o de la fase del estro del animal (Lefebvre *et al.*, 1995).

En el momento de activación del ovocito secundario recién ovulado, los espermatozoides deben llegar lo más pronto posible a la unión istmo-ampular en los oviductos (Hunter, 2001). Esto último, podría ser una limitante debido al efecto deletéreo que llevan consigo los espermatozoides crioconservados si son colocados a nivel del cérvix.

En la práctica diaria de un inseminador y debido al pequeño tamaño del cuerpo uterino, un elevado número de inseminaciones fallan al no alcanzar la correcta colocación del semen, provocando una alta variación en su efectividad (Januskauskas *et al.*, 1996). Por esa razón, se ha llegado a considerar la promoción y el uso de la inseminación bicornal como técnica de inseminación alternativa. Sin embargo, los resultados de su aplicación han sido controversiales, no habiéndose logrado una verdadera difusión de la misma (An *et al.*, 2010; Zobel *et al.*, 2011). En el medio tropical las experiencias con la inseminación bicornal en ganado mestizo han sido limitadas, aunque pudiera representar esta técnica una opción para mejorar la tasa de fertilidad de muchos prácticos inseminadores. Así mismo, ha sido demostrado en novillas que no existe diferencia al colocar la dosis seminal en una inseminación simple u doble sobre la tasa de fertilidad (An *et al.*, 2010).

Se ha propuesto también, que una inseminación profunda (Figura 5) pre-ovulatoria en el cuerno ipsilateral del útero (del lado del folículo ovulatorio) podría mejorar el establecimiento de espermatozoides viables en la región caudal del istmo del oviducto, en lo que se conoce como el depósito de espermatozoides funcionales (Hunter, 2003). La principal ventaja de colocar el semen en este sitio sería aprovechar la motili-

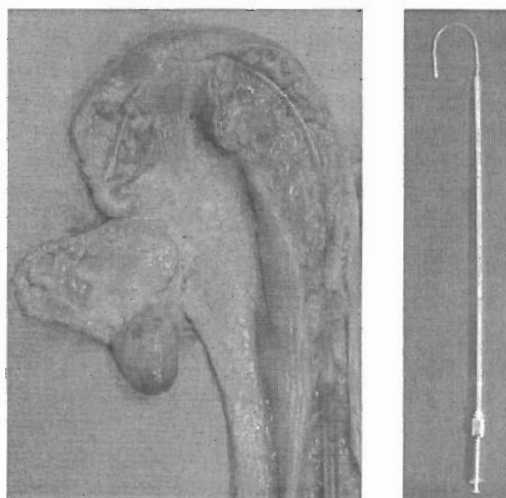


Figura 5. (Arriba) Disminución espermática en su paso por el tracto reproductivo. (Abajo) Representación esquemática y microscópica de la mucosa del cérvix bovino (Tomado de: Hunter 2001).

dad suprimida de los espermatozoides ya que la vitalidad y morfología deben compensar los daños que propicia el proceso de criopreservación y al permitir atravesar las diferentes barreras del tracto reproductivo de la hembra (Dalton, 2011).

Aunque se sabe que, si bien los procesos de congelación y descongelación afectan una gran proporción de los espermatozoides, existe una gran variación entre individuos, algunos siendo menos afectados que otros (Carrick *et al.*, 2000). Para cada toro existe, un cierto número de espermatozoides que se mantienen viables a la descongelación y en consecuencia, un número límite inferior en cada dosis, garantiza la expresión de un cierto nivel de fertilidad, el cual generalmente define a cada individuo. Por debajo de este número límite de espermatozoides, cuanto menos sean los espermios viables a inseminar, mayor será el riesgo a que la fertilidad disminuya (Januskauskas *et al.*, 1996). En algunos ensayos de investigación se ha podido demostrar como la inseminación clásica uterina puede llegar a superar hasta en 7% a la IA uterina profunda (Zobel *et al.*, 2011). En controversia, existen resultados donde hay una mayor tasa de fertilidad en la IA profunda, al compararla con la clásica, hasta en un 20% (Van Soom & Verberckmoes, 2004).

Una ventaja adicional de la IA uterina profunda es que cuando se deposita el semen de la manera convencional puede ocurrir un pequeño flujo retrogrado vía cervical, lo que suele derivar en una ingente fagocitosis durante la migración por el útero, ocasionando que muchos espermatozoides sean eliminados, siendo la IA profunda la que disminuye esa tasa de pérdida de espermatozoides. Por otro lado, el material a emplear en una IA profunda va a ser diferente, el catéter rígido cuenta con una prolongación de característica flexible que permite llegar al cuerno con mayor facilidad. El semen restante en el catéter es expulsado insuflando 0,1 mL de aire y 0,6 mL de solución fisiológica (Hunter, 2001).

Inclusive el sitio de deposición del semen ha sido sugerido como un factor importante para denotar la diferencia entre la proporción de machos y hembras observadas después del parto. La deposición del semen intracornual e ipsilateral resulta en una mayor proporción de hembras, mientras que la deposición clásica en el cuerpo del útero aporta una mayor relación de terneros machos, lo cual se cree se deba a la probable diferencias fisiológicas en los tiempo de capacitación y tipos de motilidad de los espermatozoides X e Y (Zobel *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Parece razonable aceptar que el advenimiento de las tecnologías implementadas en la técnica de IA en bovinos, ha permitido estudiar de una manera más precisa la funcionalidad de los espermatozoides criopreservados dentro del tracto reproductivo de la hembra. Un cambio abrupto de la técnica clásica de IA en el cuerpo del útero debería estar detrás de una constante capacitación y evaluación de los técnicos que tienen a cargo la difícil labor de aumentar la fertilidad de hembras que son sometidas a la técnica de mejoramiento genético vía IA, en especial, dentro de las condiciones comunes del trópico venezolano. Por esta razón, el desafío más importante para los eruditos en la materia será seguir recomendando la vía clásica intrauterina como la alternativa más loable en el desempeño de los sistemas de producción bajo las condiciones tropicales en que funciona la reproducción bovina de carácter semi-intensivo e intensivo.

Las estrategias que puedan implementarse para optimizar la producción son realmente necesarias, todo se realiza en función de avanzar, mientras mayor sea la productividad mejor será la rentabilidad en los sistemas de producción. El uso de biotecnologías es de especial agrado para productores que buscan mejorar su eficiencia, pero esto no es algo de realizar a ciegas; es imprescindible conocer el empleo idóneo de la técnica, el personal deberá estar debidamente capacitado, para que una vez que se hayan enfatizado las ventajas y limitantes de cada método, se tomara la decisión de cuál sea la vía más correcta en función no solo de los beneficios del propietario sino también del animal mismo. Estas ideas, serán sin lugar a dudas un gran reto en una sociedad venezolana en crisis y con la diatriba de lo que se quiere y lo que se puede hacer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- An L, Wu Z, Wu Y, Zhang X, Zhu Y, Cheng W, Gao H, Guo M, Tian J. 2010. Fertility in Single-ovulating and Superovulated Dairy Heifers after Insemination with Low Dose Sex-sorted Sperm. *Reprod Domest Anim* 45: 344-350.
- Bosch P, Wright R W. 2005. The oviductal sperm reservoir in domestic mammals. *Arch Med Vet* 37: 95.
- Carrick M, Goddard M, Bowman P. 2000. Evaluation of bull fertility using field fertility data (CCR and NRR). Pilot system for routine collation of non-return data for bull. The In calf Project, Progress Report N° 2. AI Sires. National Herd Improvement Fund and Genetics. Australia. Sect 1: 9-16.
- Dalton JC. 2011. Semen quality factors associated with fertility. In: Proc Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle. Northwest, USA. September 30-October 1. 2011. 17 pp.
- Fearon J, Wegener P. 2000. Relationship between fertility in cattle and the number of inseminated spermatozoa. *J Reprod Fert* 119: 293-308.
- Hafez B. 2003. Reproduction in farm animals. 8th edition, Baltimore/USA. 509 pp.
- Hunter RHF. 2001. New Breeding Opportunities with Deep Cornual Insemination: Exploiting Modern Sperm Technologies in Cattle. *Reprod Domest Anim* 36: 217-222.
- Hunter RHF. 2003. Advances in deep uterine insemination: a fruitful way forward to exploit new sperm technologies in cattle. *Anim Reprod Sci* 79: 157-170.
- Januskauskas AL, Söderquist MG, Håård MCH, Håård N, Lundcheim, Rodriguez-Martínez H. 1996. Influence of sperm number per straw on the post-thaw sperm viability and fertility of Swedish Red and White A.I. bulls. *Acta Vet Scand* 37: 461-470.
- Lefebvre R, Chenoweth PJ, Drost M, LeClear CT, MacCubbin M, Dutton JT, Suarez SS. 1995. Characterization of the oviductal sperm reservoir in cattle. *Biol Reprod* 53:1066.
- Rodriguez-Martínez H. 2003. Laboratory semen assessment and prediction of fertility: still utopia? *Reprod Domest Anim* 38: 312-318.
- Rubio-Guillén J, González D, González Y, Madrid N, Quintero A. 2007. ¿Puede el ORT complementar las pruebas clásicas de valoración Seminal y predecir la fertilidad en toros? *Mem Asoc Latinoam Prod Anim (ALPA)*. Cusco, Perú. Noviembre 2007. 5 pp.
- Van Soom A, Verberckmoes S. 2004. L'insemination intra-utérine profonde chez les bovins Utero-tubal junction insemination in cattle. *Gynéc Obstét & Fertil* 32: 911-915.
- Zobel R, Geres D, Pipal I, Buic B, Grac D, Tkalcic S. 2011. Influence of the Semen Deposition Site on the Calves' Sex Ratio in Simmental Dairy Cattle. *Reprod Domest Anim* 46 (5): 595-601.