

USO DE SEMEN SEXADO EN EXPLOTACIONES DE GANADO LECHERO Y DE CARNE

Alex Souza*. 2013. Engormix.com.

*Dairy Advisor at University of California. CEVA SA, Brasil.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [Inseminación artificial](#)

INTRODUCCIÓN

Actualmente, las pajuelas de semen cargadas con espermatozoides seleccionados por sexo, o “semen sexado”, se encuentran fácilmente y se utilizan de manera rutinaria en explotaciones vacunas de leche o carne en todo el mundo. Este breve manuscrito pretende revisar algunos de los desarrollos recientes y los problemas relacionados con el uso del semen sexado en rebaños lecheros y de carne. Obviamente, varios grupos de investigación han descrito, en la última década, reducciones en la fertilidad con el uso de semen sexado en comparación al producto no-sexado convencional debido a varias razones, incluida la mayor fragmentación del ADN en el espermatozoide sexado (Gosálvez et al., 2011b). Por ejemplo, la mayor parte de las pruebas de campo en novillas lecheras describen unos resultados de concepción para el semen sexado que son del orden de un 80% de la concepción lograda a través del semen no-sexado convencional. En otras palabras, un rebaño con una tasa de concepción del 60% con semen no sexado debería esperar unos resultados de concepción de alrededor de un 40-50% con el uso del esperma sexado. Resultados similares se esperan para vacas de carne, pero resultados ligeramente peores deberían esperarse para vacas lecheras de alta producción. Algunas técnicas, como el uso de la IA programada en momentos más tardíos de los normales y la inseminación prefijada de las vacas de carne con celo tras tratamientos hormonales, parecen ser estrategias prometedoras para incrementar la fertilidad en inseminaciones con pajuelas sexadas. Una descendencia fisiológicamente normal ha sido reportada repetidamente después del uso de esperma sexado (Tubman et al., 2004). Colectivamente, los resultados de concepción en el campo, el precio de mercado de la leche y la carne, el aumento de costes, y la disponibilidad y/o el precio de los animales sanos de reemplazo son los mayores determinantes para el uso rentable de la tecnología de semen sexado en rebaños lecheros y de carne.

1. NUEVAS OPORTUNIDADES

1.1. POSIBILIDAD DE MEJORAR LA FERTILIDAD CON INTERVALOS MÁS CORTOS ENTRE LA IA Y LA OVULACIÓN EMPLEANDO SEMEN SEXADO

Como los espermatozoides sexados tienen una esperanza de vida más corta en el tracto uterino de la vaca y debido a que el procedimiento de selección parece inducir la capacitación (Arruda et al., 2012), algunos grupos de investigación han intentado realizar IA con esperma sexado un poco más cerca del momento de ovulación intentando mejorar las tasas de fertilización y/o los resultados de concepción (Sales et al., 2011a; Soares et al., 2011; Arruda et al., 2012). De hecho, Sales et al (2011) reportaron claras mejoras en los resultados de concepción cuando la IA con semen sexado se realizó más cerca del momento de ovulación en novillas lecheras sincronizadas. Es interesante que, en el mismo estudio, Sales et al (2011) observaron que el momento de la IA no parecía alterar los resultados de concepción en las novillas inseminadas con esperma convencional no sexado. Sin embargo, estos investigadores reportaron en el mismo manuscrito que las vacas de carne inseminadas con esperma sexado en intervalos mayores de 12h a 24h entre la IA y la ovulación tuvieron una reducción drástica en la concepción, en comparación con las vacas inseminadas entre 0h y 12h, o incluso, a las 12h de haberse dado la ovulación. Esto subraya el gran impacto que el tiempo entre la IA y la ovulación puede tener cuando se utiliza esperma sexado en rutinas de inseminación.

1.2. USO EN COMBINACIÓN CON LOS PROGRAMAS DE IA PROGRAMADA

Como el intervalo entre el celo y la ovulación es muy variable en el ganado (Kaim et al., 2003; Bloch et al., 2006), el uso de programas hormonales que sincronizan la ovulación con mayor precisión podría ofrecer una buena oportunidad para mejorar la concepción en el ganado inseminado con semen sexado.

De este modo, el uso de semen sexado en combinación con programas de sincronización para la IA programada se ha utilizado en algunos países, como Argentina o Brasil, desde hace una década; y estudios posteriores en el tema se han desarrollado en EE.UU. y Europa más recientemente. En conjunto, parece ser que realizar la IA más cerca del momento de ovulación parece ser más crítico para el semen sexado que para el semen convencional

(Sales et al., 2011a), y los resultados de concepción tanto de vacas de carne como de vacas lecheras mejoran notablemente empleando la IA con semen sexado sólo en vacas o novillas que muestran celo después de ovulaciones inducidas hormonalmente (Mallory et al., 2012; Sá Filho et al., 2012). Por ejemplo, Mallory et al. (2013), utilizando un programa de sincronización diseñado para la IA programada de novillas, observaron unos resultados de concepción mucho mejores empleando la IA con semen sexado en las novillas que mostraron celo (46%) en comparación con las novillas que no mostraron celo (26%). Por tanto, un enfoque práctico que se podría implementar por los granjeros es el de utilizar un programa de sincronización moderno para la IA programada y la inseminación selectiva con semen sexado sólo para las vacas/ novillas que muestren signos claros de celo cerca del momento previsto para la IA. Los animales que no muestren celo o signos menos pronunciados de celo después de los programas de sincronización podrían inseminarse con semen convencional menos costoso, como apoyan los recientes descubrimientos (Mallory et al., 2012; Sá Filho et al., 2012).

1.3. USO DE SEMEN SEXADO FRESCO (NO CONGELADO)

El uso de semen no sexado refrigerado (no congelado) da resultados muy buenos en explotaciones tanto de ganado lechero como de carne en algunas áreas del mundo, y los resultados de concepción del semen fresco no-seleccionado con dosis menores de 2 a 3x10⁶ espermatozoides/pajuela son comparables con los de la IA con semen congelado tradicional con 20x10⁶ espermatozoides/ pajuela (Bucher et al., 2009). Por tanto, el uso de cantidades menores de espermatozoides durante la IA parece ser un problema menor cuando se utiliza semen fresco.

El uso de semen sexado fresco durante las rutinas de IA se ha analizado en un estudio preliminar (Klinc et al., 2007). Aunque el número de unidades experimentales fue bastante limitado en el estudio piloto, sus hallazgos mostraron un potencial prometedor de utilizar esperma sexado fresco en ganado. Los resultados de concepción del esperma fresco seleccionado y no-seleccionado fueron parecidos, y la fertilidad de ambos tipos de semen no fue afectada por el intervalo entre la IA y la ovulación. Las validaciones de estos resultados en pruebas de campo más largas son necesarias urgentemente.

1.4. USO EN LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES IN-VITRO

Aunque el uso de esperma sexado en los sistemas de producción in-vivo a través de superovulaciones de donantes de embriones está lejos de lo ideal (Sartori et al., 2004) e, incluso, considerando las posibles mejoras en relación a la programación de la IA con esperma sexado más cerca del momento de ovulación (Soares et al., 2011), los resultados de la producción de embriones con esperma sexado in-vitro (IVF) son bastante prometedores. Por ejemplo, un informe reciente (Carvalho et al., 2010) con un diseño experimental adecuado y utilizando toros de raza Nelore seleccionando esperma con carga tanto Y como X no ha encontrado diferencias entre el esperma sexado seleccionado (para la X o la Y) y los controles, en términos de potencial de fertilización, y tasas de escisión y blastocitos. Obviamente, se necesitan más estudios, pero el uso de esperma sexado en programas IVF parece desarrollarse y mejorar con el tiempo con mayor rapidez que cuando se utiliza en sistemas de producción in-vivo.

2. FACTORES LIMITADORES PARA LA TECNOLOGÍA

2.1. RESULTADOS DE CONCEPCIÓN – EL FACTOR MÁS LIMITADOR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEMEN SEXADO

La rentabilidad de utilizar semen sexado en programas de inseminación, especialmente en novillas, depende en gran medida de los resultados de concepción conseguidos ya sea con semen sexado o convencional (Cabrera, 2009). Por ejemplo, el modelo económico desarrollado por Cabrera muestra claramente que la prudencia es necesaria cuando se trata de usar semen en novillas con resultados de concepción pobres. Por lo tanto, si los resultados de concepción en un rebaño determinado son menores a los óptimos después de usar semen convencional no-sexado, inseminar vacas con semen sexado puede no ser una buena idea.

2.2. PRECIO DE LA NOVILLA & AUMENTO DE COSTES

La disponibilidad y el precio de los animales de reemplazo tienen un impacto dramático en la rentabilidad del semen sexado. Por ejemplo, para rebaños lecheros, en un posible escenario en el que el precio del reemplazo de la novilla es bajo y los costes relacionados con la alimentación y la crianza son altos, el uso de semen sexado es menos atractivo. Esta parece ser la situación en algunas partes de EE.UU., por ejemplo, donde, debido a los carísimos costes de alimentación, consultores y expertos (comunicación personal – JEP Santos y otros) han observado que los productores lecheros no quieren tener y mantener un gran número de novillas de reemplazo. Obviamente, este no es el caso en la mayor parte del mundo, donde el uso estratégico del semen sexado en explotaciones tanto de carne como lecheras puede ser muy ventajoso. En conjunto, los productores necesitan barajar las oportunidades y

los riesgos potenciales de usar semen sexado en sus rebaños. Cierta número de herramientas web, como la que está disponible en UW-Madison Extension, puede utilizarse para seleccionar la estrategia adecuada en cuanto al uso de semen sexado de acuerdo a la situación del mercado local y en escenarios diferentes de rendimiento reproductivo: <http://dairymgt.uwex.edu/tools.php>.

2.3. DISPONIBILIDAD DE SEMENTALES

Ya sea debido a la disponibilidad del semen per se o simplemente a las limitaciones del mercado de semen, no todos los toros están disponibles como semen sexado o son demasiado caros para considerarse bajo ciertas restricciones de gestión. Esta es otra variable a tener en cuenta, ya que los sementales con un valor genético inferior probablemente producirán novillas con un potencial genético más pobre, lo que puede reducir la mejora genética del rebaño. Por tanto, las pérdidas potenciales en términos de mérito neto de hijas y mejora genética tienen que considerarse si el semental adecuado para tu rebaño no está disponible como semen sexado.

2.4. VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS DE LA FERTILIDAD EN EL CAMPO SEGÚN EL TORO

Parte de la variación observada en la fertilidad en el campo empleando IA con semen sexado parece estar relacionada con la variabilidad de los toros. Informes recientes han subrayado que la fragmentación del ADN es altamente variable entre los sementales tras el proceso de selección mediante la actual tecnología de citometría de flujo (Gosálvez et al., 2011a; Arruda et al., 2012). Por tanto, la diferente resistencia a los procesos de selección encontrada en el semen de distintos toros puede explicar, al menos, parte de la gran variación en los resultados de concepción en el campo descritos y publicados en la literatura (DeJarnette et al., 2008; Sales et al., 2011b; Macedo et al., 2013). Esto subraya la importancia de la selección cuidadosa de los toros para la IA con esperma sexado que parece tener buenos resultados en el campo, en vez de confiar únicamente en un adecuado análisis de laboratorio de la calidad del semen.

3. ¿CUÁNDO INTERESA UTILIZAR SEMEN SEXADO?

3.1. GRANJAS LECHERAS

En pocas palabras, el uso de semen sexado puede ser extremadamente interesante para rebaños lecheros en busca de expansión, particularmente cuando el precio de las novillas de reemplazo es alto, y sin tener que correr el riesgo de comprar animales de otros rebaños debido a razones de bioseguridad. A veces, incluso es más fácil mantener el tamaño del rebaño lactante, obteniendo una mayor proporción de terneras gracias al uso de semen sexado en el rebaño de novillas. Esto puede ser todavía más deseable si el rebaño lactante tiene menos capacidad reproductora de la ideal para mantener el inventario de reemplazo. Además, el uso de semen sexado en novillas con el resultado de tener una mayor proporción de terneras permite a los productores sacrificar más vacas al año, como hemos confirmado recientemente en un estudio retrospectivo del historial reproductivo de 200 rebaños lecheros (JDS 2013). Otro uso prometedor del semen sexado en la industria lechera parece estar asociado con la transferencia de embriones producidos IVF fertilizados con esperma sexado y usado en verano para compensar los bajos resultados de concepción empleando una IA convencional e, incluso, producir una mayor proporción de preñeces de hembras como se ha declarado recientemente (Rasmussen et al., 2012).

3.2. GRANJAS DE CARNE

En rebaños comerciales de carne, el uso de la tecnología de semen sexado tiene un gran potencial para producir animales con el género apropiado de acuerdo a las preferencias de la industria. Por ejemplo, actualmente es común en Sudamérica tener rebaños de carne usando esperma sexado-masculino para inseminar a las vacas y tener machos que se rematarán más eficientemente en los cebaderos y serán enviados al matadero con mayores precios de mercado. En contraste, estos mismos rebaños pueden usar estratégicamente semen sexado-femenino en sus mejores vacas para producir madres con líneas genéticas maternas mejoradas.

4. PENSAMIENTOS PARA EL FUTURO EN LA TECNOLOGÍA DE SEMEN SEXADO

El proceso de separación de los espermatozoides de distinto género ha mejorado significativamente desde su primera aplicación comercial, con resultados de concepción posteriores acercándose a los resultados de concepción conseguidos con el uso de semen no-seleccionado. Los resultados de fertilidad más bajos empleando esperma sexado han sido ampliamente reportados y están en gran parte causados por membranas del espermatozoide dañadas y una mayor fragmentación del ADN siguiendo el proceso de selección por la tecnología de citometría de flujo actual. Una cosa es segura – el uso de semen sexado en explotaciones de carne y lecheras probablemente se expanda en los próximos años y más inversiones en investigación y más mejoras en esta tecnología mejorarán definitivamente los resultados de concepción del ganado en el futuro. Por ejemplo, aunque en su infancia y muy

lejos del uso comercial en producción bovina, nuevas tecnologías, que emplean líneas de células madre para producir espermatozoides con llamativos informes de la descendencia de esos gametos producidos artificialmente, pueden orientar en el futuro próximo todos los esfuerzos en la producción de espermatozoides X simplemente desde células madre hembras...cuando esto sea cierto, los toros no serán ya más necesarios para producir espermatozoides X (Lucifero and Reik, 2006; Nayernia et al., 2006; Kashir et al., 2012; Sabour and Schöler, 2012).

REFERENCIAS

1. Arruda, R., Celeghini, E., Alonso, M., Carvalho, H., Lemes, K., Silva, D., Rodriguez, S., Affonso, F., 2012. Aspects related to the technique and the utilization of sexed semen in vivo and in vitro. *Anim Reprod* 9, 345-353.
2. Bloch, A., Folman, Y., Kaim, M., Roth, Z., Braw-Tal, R., Wolfenson, D., 2006. Endocrine Alterations Associated with Extended Time Interval Between Estrus and Ovulation in High-Yield Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 89,4694-4702.
3. Bucher, A., Kasimanickam, R., Hall, J., DeJarnette, J., Whittier, W., Kähn, W., Xu, Z., 2009. Fixed-time AI pregnancy rate following insemination with frozen-thawed or fresh-extended semen in progesterone supplemented CO-Synch protocol in beef cows. *Theriogenology* 71, 1180-1185.
4. Cabrera, V.E., 2009. When to use sexed semen on heifers, Proceedings of the Dairy Cattle Reproduction Council conference, Minneapolis, MN Boise, ID.
5. Carvalho, J., Sartori, R., Machado, G., Mourão, G., Dode, M., 2010. Quality assessment of bovine cryopreserved sperm after sexing by flow cytometry and their use in in vitro embryo production. *Theriogenology* 74, 1521-1530.
6. DeJarnette, J., Nebel, R., Marshall, C., Moreno, J., McCleary, C., Lenz, R., 2008. Effect of sex-sorted sperm dosage on conception rates in Holstein heifers and lactating cows. *Journal of Dairy Science* 91, 1778-1785.
7. Gosálvez, J., Ramirez, M., López-Fernández, C., Crespo, F., Evans, K., Kjelland, M., Moreno, J., 2011a. Sex-sorted bovine spermatozoa and DNA damage: I. Static features. *Theriogenology* 75, 197-205.
8. Gosálvez, J., Ramirez, M., López-Fernández, C., Crespo, F., Evans, K., Kjelland, M., Moreno, J., 2011b. Sex-sorted bovine spermatozoa and DNA damage: II. Dynamic features. *Theriogenology* 75, 206-211.
9. Kaim, M., Bloch, A., Wolfenson, D., Braw-Tal, R., Rosenberg, M., Voet, H., Folman, Y., 2003. Effects of GnRH Administered to Cows at the Onset of Estrus on Timing of Ovulation, Endocrine Responses, and Conception. *Journal of Dairy Science* 86, 2012-2021.
10. Kashir, J., Jones, C., Child, T., Williams, S.A., Coward, K., 2012. Viability Assessment for Artificial Gametes: The Need for Biomarkers of Functional Competency. *Biology of Reproduction*.
11. Klinc, P., Frese, D., Osmers, H., Rath, D., 2007. Insemination with sex sorted fresh bovine spermatozoa processed in the presence of antioxidative substances. *Reproduction in Domestic Animals* 42, 58-62.
12. Lucifero, D., Reik, W., 2006. Artificial sperm and epigenetic reprogramming. *Nat Biotech* 24, 1097-1098.
13. Macedo, G.G., de Sá Filho, M.F., Sala, R.V., Mendanha, M.F., de Campos Filho, E.P., Baruselli, P.S., 2013. The Use Of Sex-Sorted Sperm For Reproductive Programs In cattle.
14. Mallory, D., Lock, S., Woods, D., Poock, S., Patterson, D., 2012. Comparison of sex-sorted and conventional semen within a fixedtime artificial insemination protocol designed for dairy heifers. *Journal of Dairy Science*.
15. Nayernia, K., Nolte, J., Michelmann, H.W., Lee, J.H., Rathsack, K., Drusenheimer, N., Dev, A., Wulf, G., Ehrmann, I.E., Elliott, D.J., 2006. In vitro-differentiated embryonic stem cells give rise to male gametes that can generate offspring mice. *Developmental cell* 11, 125-132.
16. Rasmussen, S., Block, J., Seidel Jr, G., Brink, Z., McSweeney, K., Farin, P., Bonilla, L., Hansen, P., 2012. Pregnancy rates of lactating cows after transfer of in vitro produced embryos using X-sorted sperm. *Theriogenology*.
17. Sá Filho, M., Giroto, R., Abe, E., Pentead, L., Campos Filho, E., Moreno, J., Sala, R., Nichi, M., Baruselli, P., 2012. Optimizing the use of sex-sorted sperm in timed artificial insemination programs for suckled beef cows. *Journal of Animal Science* 90, 1816-1823.
18. Sabour, D., Schöler, H.R., 2012. Reprogramming and the mammalian germline: the Weismann barrier revisited. *Current Opinion in Cell Biology*.
19. Sales, J., Neves, K., Souza, A., Crepaldi, G., Sala, R., Fosado, M., de Faria, M., Baruselli, P., 2011a. Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. *Theriogenology* 76, 427-435.
20. Sales, J.N.S., Neves, K.A.L., Souza, A.H., Crepaldi, G.A., Sala, R.V., Fosado, M., Filho, E.P.C., de Faria, M., Filho, M.F.S., Baruselli, P.S., 2011b. Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. *Theriogenology* 76, 427-435.
21. Sartori, R., Souza, A., Guenther, J., Caraviello, D., Geiger, L., Schenk, J., Wiltbank, M., 2004. Fertilization rate and embryo quality in superovulated Holstein heifers artificially inseminated with X-sorted or unsorted sperm. *Animal Reproduction* 1, 86-90.
22. Soares, J., Martins, C., Carvalho, N., Nicacio, A., Abreu-Silva, A., Campos Filho, E.P., Torres Júnior, J., Sá Filho, M., Baruselli, P., 2011. Timing of insemination using sex-sorted sperm in embryo production with *Bos indicus* and *Bos taurus* superovulated donors. *Animal Reproduction Science* 127, 148-153.
23. Tubman, L.M., Brink, Z., Suh, T.K., Seidel, G.E., 2004. Characteristics of calves produced with sperm sexed by flow cytometry/cell sorting. *Journal of Animal Science* 82, 1029-1036.

Volver a: [Inseminación artificial](#)