

**Elizondo Salazar, J. 2007. El uso del semen sexado en ganado de leche. ¿Se puede incrementar el nacimiento de terneras?. ECAG-Infoma. 39:21-22.**

# El uso del semen sexado en ganado de leche

## ¿Se puede incrementar el nacimiento de terneras?

**Ing. Jorge Elizondo Salazar, M.Sc.**  
Investigador-Docente. Estación Experimental  
Alfredo Volio Mata. Facultad de Ciencias  
Agroalimentarias  
Universidad de Costa Rica. e-mail: jaelizon@  
cariari.ucr.ac.cr

La inseminación artificial (IA) es un proceso en el que el esperma del macho se colecta para procesarlo, almacenarlo e introducirlo en forma manual en el tracto reproductor femenino, en el momento óptimo para la concepción. La IA se ha convertido en una de las técnicas más importantes para mejorar la genética de los animales. Se ha utilizado extensamente en el ganado de leche, permitiendo que toros de alto mérito genético estén disponibles en numerosas fincas en distintos lugares del mundo.

Desde que la IA se empezó a utilizar en forma generalizada, ha existido un gran interés en el sexado del semen para obtener solo hembras, ya que esta técnica incrementa la posibilidad de lograr una ternera en lugar de un ternero, que es el sueño de todo finquero criador de ganado de leche principalmente, en el ámbito mundial.

### Sexado del semen

Los principios básicos para el sexado del semen son simples. El procedimiento que se lleva a cabo es una separación de células por citometría de flujo. Esta separación se basa en que los espermatozoides que llevan el cromosoma X (hembras) contienen más ácido dioxiribonucleico (ADN), que aquellos que llevan el cromosoma Y (machos). La diferencia en el contenido de ADN es de aproximadamente 3.8%, en ganado bovino. Aunque esta diferencia es pequeña, es posible medir el contenido de ADN de un solo espermatozoide con suficiente precisión para distinguir correctamente si es X o Y, con una efectividad del 90% (Johnson y otros, 1987; Weigel, 2004).

El contenido de ADN del espermatozoide se determina usando una tinción fluorescente que penetra la membrana de la célula espermática y se une al ADN, de esta forma los espermatozoides X captan cerca

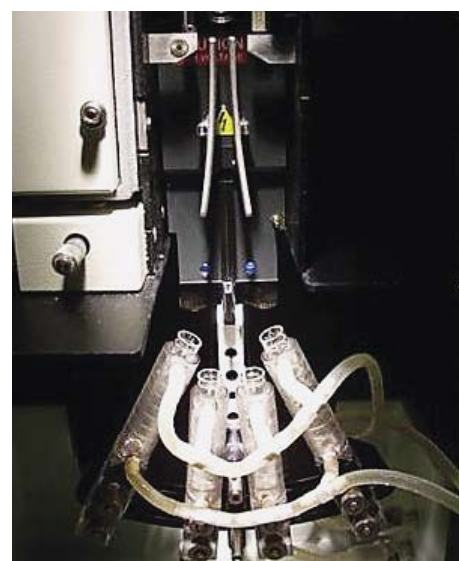
de 3.8% más tinción que los Y. Esta tinción emite fluorescencia únicamente cuando se expone a un haz de luz con una longitud de onda particular, proveniente de un láser. La fluorescencia emitida es medida por un detector y analizada por una computadora (Johnson y otros en 1994). En virtud de que los espermatozoides X contiene 3.8% más ADN, captan más tinción y por lo tanto emiten más fluorescencia que los espermatozoides Y, lo cual es captado o reconocido por la computadora.

El instrumento básico es un citómetro de flujo o separador de células, como se ilustra en las Figuras 1 y 2.

**Figura 1.** Esquema de separación de células por citometría de flujo.



**Figura 2.** Citómetro de flujo.



Este instrumento consiste en una bomba que mueve el líquido contenido en los espermatozoides, a través de un detector de fluorescencia. Un láser provee la luz con la longitud de onda apropiada para causar fluorescencia, sin dañar el ADN.

El componente del sistema que separa las células funciona de la siguiente manera: cuando la corriente de fluido sale del citómetro de flujo, es fraccionada en pequeñas gotas por un vibrador, formando alrededor de 70.000 a 80.000 gotas por segundo. Aproximadamente, un tercio de las gotas contiene un espermatozoide, alrededor de dos tercios están vacías y algunas cuantas podrían contener dos. Si la computadora detecta una gota que contiene un espermatozoide X, una carga eléctrica positiva se agrega a la gota. Si la gota contiene un espermatozoide Y, se agrega una carga negativa. Si la gota no contiene espermatozoide alguno o contiene dos espermatozoides, o un espermatozoide dañado, o un espermatozoide que no lo puede sexar, no se agrega ninguna carga eléctrica a la gota. Conforme las gotas caen al salir de la boquilla del citómetro de flujo, pasan a través de un campo magnético que es positivo en un lado y negativo en el otro. En virtud de que los polos opuestos se atraen, las gotas con carga positiva (que contienen un espermatozoide X) se mueven en dirección del campo negativo y aquellas con carga negativa (que contienen un espermatozoide Y) se mueven en dirección del campo positivo y las que no poseen carga continúan su trayectoria sin desviarse (Figura 1). De esta forma, se producen tres corrientes o flujos de gotas, los cuales se recogen en tres recipientes que separan los espermatozoides X, Y, y aquellos que no podrán ser utilizados. En la práctica, cerca de un 20% de los espermatozoides terminan seleccionados en la fracción X, 20% en la fracción Y, y un 60% son espermatozoides dañados o que no pudieron ser sexados por alguna razón (Weigel, 2004; Hansen, 2006).

### Tamaño de las dosis utilizadas para inseminación

La separación de células por citometría de flujo, a pesar de que es rápida para los

estándares de laboratorio, es demasiado lenta para los estándares comerciales. La velocidad de separación ha incrementado cerca de 50 veces en la última década, y cerca de 18 millones de espermatozoides se pueden separar por hora. A esta velocidad, hasta 215 pajillas con espermatozoides X (con 2 millones de espermatozoides por pajilla) podrían producirse en una máquina en un periodo de 24 horas, pero actualmente los productores de leche en los Estados Unidos usan aproximadamente 43,825 unidades cada día (Weigel, 2004). Por esta razón, el uso de dosis convencionales de semen sexado no es práctico y pajillas con aproximadamente 2 millones de espermatozoides son las que se utilizan. Por lo general, una dosis o pajilla de semen congelado de toro para inseminación artificial contiene aproximadamente 20 millones de espermatozoides (Den Daas y otros, 1998).

### Características de las crías

Existe la preocupación de que con el uso de semen sexado las crías producidas puedan presentar anomalías, lo cual se relaciona principalmente con la unión de la tinción a la molécula de ADN y la exposición de los espermatozoides a la luz láser.

Esto ha hecho que diversos investigadores estudien las crías nacidas de semen sexado, lo mismo que crías nacidas de semen control (no sexado) proveniente de los mismos toros y usados en los mismos hatos. Tubman y otros (2004) no encontraron evidencia de anomalías ni observaron incremento alguno en las tasas de aborto. Los mismos autores analizaron igualmente crías producidas con semen sexado, nacidas de madres provenientes también de semen sexado. A pesar de que dichos estudios no pueden demostrar categóricamente que no existe daño genético en el esperma como resultado del proceso de sexado de semen, éstos indican que las crías producidas son fenotípicamente normales. Por lo tanto, los productores pueden tener la confianza de que la utilización de semen sexado no incrementa la presentación de anomalías y no afecta las características físicas de las terneras.

**Cuadro 1.** Resumen de resultados obtenidos por la compañía XY, usando semen sexado en novillas Holstein en Colorado, E.E. U.U.

Tipo de semen	Número de espermatozoides <sup>1</sup>	Depósito del semen	Tasa de preñez	
			33 días	67 días
Sexado	1.5	Útero	57%	55%
Sexado	1.5	Cuerno	48%	41%
Sexado	3.0	Útero	51%	46%
Sexado	3.0	Cuerno	55%	48%
No-sexado	20.0	Útero	74%	69%

en millones.  
Adaptado de Weigel, 2004

### Resultados reportados en la literatura

Otra manera de disminuir el número de espermatozoides requeridos por dosis o pajilla es colocando el semen en el cuerno del útero donde se va a dar la ovulación. Diversas investigaciones con semen sexado se han llevado a cabo en los Estados Unidos en los últimos años, utilizando principalmente novillas vírgenes debido a que presentan mejores tasas de concepción que animales mayores. En el Cuadro 1., se presentan resultados llevados a cabo por la compañía XY con novillas Holstein en Colorado. La tasa promedio de preñez con semen no sexado (control) fue de 74% a los 33 días después de la inseminación, y 69% después de una reevaluación a los 67 días después de inseminadas. Por su parte, las tasas de preñez con semen sexado variaron de 48% a 55%, mientras que los efectos por concentración de espermatozoides (número de espermatozoides por pajilla: 1.5 versus 3.0 millones) y el lugar donde se colocó el semen (cuerpo uterino versus cuerno uterino) fueron mínimos (Weigel, 2004).

La producción de embriones *in vitro* para trasplante es la que se podría ver mayormente beneficiada con esta tecnología tal como se encuentra en este momento. Por ejemplo, cerca de 2 millones de espermatozoides por unidad (pajilla) se requieren para inseminar una novilla *in vivo*, mientras que menos de 100.000 espermatozoides se necesitan para fertilizar 100 óvulos en un programa de producción *in vitro* de embriones para trasplante. Por lo tanto, los espermatozoides podrían ser separados de una forma más lenta (con menos daño) y podrían empacarse en pajillas que contengan 100.000 o menos espermatozoides por dosis.

En cuanto a la relación de machos y hembras obtenidos con semen sexado, Tubman y otros (2004) reportan que en un experimento con crías producidas con semen sexado para el cromosoma X, el 87.8% fueron hembras, mientras que 92.1% fueron machos cuando se sexó para el cromosoma Y. Por su parte, cuando no se utilizó semen sexado, el porcentaje de machos fue de 49.2%.

### Utilización del semen sexado en el ganado de leche

En virtud de que el semen sexado ha sido usado exitosamente en múltiples ocasiones, una ventaja obvia es inseminar novillas para obtener crías hembras, lo que resultará en reemplazos de excelente calidad. También

permitirá obtener crías machos de las mejores vacas del hato para usarlos como toros reproductores.

Una aplicación especial del semen sexado es en la fertilización *in vitro*. Una dosis de semen podría emplearse para producir muchos embriones, que luego podrían ser utilizados en un programa de trasplante de embriones.

De acuerdo con diversas compañías en los Estados Unidos, el costo de una pajilla de semen sexado oscila entre \$30 y \$50 más que una pajilla de semen convencional.

**CONSEJOS PRÁCTICOS PARA EL USO DE SEMEN SEXADO**

- > **Escoja las vacas o novillas adecuadas, estando seguro que estén listas para ser inseminadas y en condiciones adecuadas para concebir y llevar a cabo la preñez.**
- > **El semen sexado es ideal para novillas primerizas (vírgenes), ya que con cada parto la fertilidad se reduce.**
- > **Sea selectivo, vacas con mastitis, retención de placenta, enfermedades uterinas, cojeras o mala salud, no se deben inseminar con semen sexado.**
- > **Seleccione animales de alto mérito genético para ser inseminado con semen sexado.**
- > **El inseminador debe ser alguien con mucha experiencia.**

### Bibliografía

- Den Daas, J. H.; Jong, G. de; Lansbergen, L.M. y Wagtenonk-De Leeuw, A.M. Van 1998. The relationship between the number of spermatozoa inseminated and the reproductive efficiency of individual Dairy bulls. *J. Dairy Sci.* 81:1714-1723.
- Hansen, G.R. 2006. Select the sex of your next calf prior to mating; Using sexed semen. IFAS Extension. AN163. Cooperative Extension Service. EE.UU. University of Florida.
- Johnson, L. A.; Cran, D.G. y Polge, C. 1994. Recent advances in sex preselection of cattle: Flow cytometry sorting of X- & Y-chromosome bearing sperm based on DNA to produce progeny. *Theriogenology*. 41:51-56.
- Johnson, L. A.; Flook, J.P. y Look, M.V. 1987. Flow cytometry of X and Y chromosome-bearing sperm for DNA using an improved preparation method and staining with Hoeschst 33342. *Gamete Res.* 17:203-212.
- Tubman, L. M.; Brink, Z.; Suh, T.K. y Seidel, G.E. 2004. Characteristics of calves produced with sperm sexed by flow cytometry/cell sorting. *J. Anim. Sci.* 82:1029-1036.
- Weigel, K. A. 2004. Exploring the role of sexed semen in Dairy production systems. *J. Dairy Sci.* 87(E. Suppl.):E120-E130.