

Fertilidad en vacas Holstein (*Bos taurus*) inseminadas con semen sexado de toros Gyr (*Bos indicus*) en ganaderías lecheras de pequeña escala en la Irrigación Majes, Arequipa, Perú

Fertility in Holstein cows (*Bos taurus*) inseminated with sexed semen of Gyr bulls (*Bos indicus*) in small-scale dairy herds at Irrigation Majes, Arequipa, Peru

Olger Ramos^{1,4}, Carlos Arana², Cristina Garcia³, Alfredo Delgado³

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la tasa de concepción al primer servicio y la tasa de natalidad, así como el porcentaje de terneros hembra nacidas usando semen sexado Gyr en vacas Holstein. Se realizó la inseminación artificial (IA) a 1174 vacas de segundo y tercer parto durante los meses de diciembre de 2011 y octubre de 2012 en ganaderías de pequeña escala de la Irrigación Majes, Arequipa, Perú. La IA se llevó a cabo 12 horas después de la detección visual del celo y el diagnóstico de preñez se realizó mediante palpación rectal a los 45-60 días del servicio. La tasa de concepción en animales de 2^{do} parto se encontró en un rango de 37 a 77%, mientras que para los animales de 3^{er} parto fue de 39 a 88%. La natalidad estuvo en el rango de 32 a 71% y de 38 a 85% para vacas de 2^{do} y 3^{er} parto, respectivamente, sin que se evidencie un efecto de estacionalidad sobre la tasa de concepción o de la natalidad. La tasa de concepción global fue de 56% y

¹ Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA-Huaral, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² Estación Experimental del Centro de Investigación IVITA-El Mantaro, Jauja, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

³ Clínica de Animales Mayores, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

⁴ E-mail: olger.ramos@unmsm.edu.pe

Recibido: 12 de abril de 2021

Aceptado para publicación: 23 de abril de 2022

Publicado: 29 de junio de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

la de natalidad de 54%. El porcentaje de terneras obtenidas fue de 82% y de terneros de 18%. Se concluye que el número de partos y la estacionalidad no influyen sobre las tasas de concepción y de natalidad cuando se emplea semen sexado Gyr; asimismo, el uso de semen sexado Gyr en vacas Holstein sería una buena opción reproductiva.

Palabras clave: Holstein, semen sexado, Gyr, fertilidad

ABSTRACT

The present study aimed to determine the conception rate at first service and the birth rate, as well as the percentage of female calves born using Gyr sexed semen in Holstein cows. Artificial insemination (AI) was performed on 1174 second and third calving cows during December 2011 to October 2012 in small-scale farms of the Majes Irrigation, Arequipa, Peru. The AI was carried out 12 hours after the visual detection of heat and the pregnancy diagnosis was done by rectal palpation 45-60 days after the service. The conception rate in 2nd calving animals was in a range of 37 to 77%, while for 3rd calving animals it was in the range of 39 to 88%. The birth rate was in the range of 32 to 71% and 38 to 85% for cows of 2nd and 3rd calving, respectively, without evidence of an effect of seasonality on the conception rate or birth rate. The overall conception rate was 56% and the birth rate was 54%. The percentage of female calves was 82% and male calves 18%. It is concluded that the number of births and seasonality do not influence conception and birth rates when using Gyr sexed semen; likewise, the use of Gyr sexed semen in Holstein cows would be a good reproductive option.

Key words: Holstein, sexed semen, Gyr, fertility

INTRODUCCIÓN

El uso de semen sexado en la producción láctea permite la predeterminación del sexo de los terneros resultantes con una confiabilidad aproximada del 90% (DeJarnette *et al.*, 2008). Para predeterminar el sexo de la descendencia es necesario manipular la abundancia relativa de espermatozoides viables que portan cromosomas X e Y, lo que se lleva a cabo a través de citometría de flujo mediante la clasificación de células activadas por fluorescencia (Garner *et al.*, 2013) o por división por láser de los espermatozoides no deseados que portan el cromosoma X o Y (Faust *et al.*, 2016).

El semen sexado se usa principalmente en hatos lecheros, tanto en vaquillas como en vacas lactantes (Butler *et al.*, 2014). La ra-

zón principal para incorporar semen sexado en una explotación lechera es imponer un sesgo en el sexo deseado en la progenie resultante. En los sistemas lecheros se requieren terneras, tanto para reemplazos como para expansión del rebaño (De Vries *et al.*, 2008). También se ha reportado que la gestación de una ternera da como resultado un aumento en la producción de leche, en especial en la primera parición (Hinde *et al.*, 2014). Otro beneficio del semen sexado podría ser la reducción de los casos de distocia en cerca del 20% (Seidel, 2003; Norman *et al.*, 2010), ya que las terneras son más pequeñas, facilitando el proceso del parto. Además, la utilización de semen sexado para generar reemplazos puede mejorar la bioseguridad, ya que no se dependería de la compra de vaquillas que eventualmente podrían encontrarse infectadas con algún patógeno indeseable (Weigel, 2004).

El objetivo de este estudio fue determinar la tasa de concepción al primer servicio, natalidad y porcentaje de terneros hembras nacidas usando semen sexado Gyr en la inseminación artificial (IA) de vacas Holstein en la irrigación Majes-Arequipa, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de Ejecución

El presente estudio fue de tipo prospectivo y se realizó en el marco del programa de mejoramiento reproductivo de los Centros de Acopio Lecheros de la Irrigación Majes, en el distrito de Majes, provincia de Caylloma, región de Arequipa, Perú, durante los meses de diciembre de 2011 a octubre de 2012, periodo que abarcó la selección e inseminación artificial (IA) de las vacas hasta el nacimiento de los terneros. La irrigación Majes está ubicada a una altitud de 1410 msnm, con una temperatura media anual de 19.1 °C, presenta dos épocas climáticas en el año (estaciones) con cierta variación en temperatura y precipitaciones. Así, de diciembre a marzo (época de lluvia) con temperatura máxima de 21 °C) y de julio a noviembre (época seca) con temperatura máxima de 22-23 °C) y humedad relativa promedio anual de 52%.

Ganaderías y Vacas

El presente estudio se realizó en 381 ganaderías asociadas a los Centros de Acopios Lecheros (CAL) de la Irrigación Majes, con un promedio de 25 a 30 vacas por ganadería. La crianza es de tipo semi-intensiva con un manejo nutricional basado en forraje-concentrado, con pastoreo de alfalfa y suplementación con ensilado de maíz. La producción promedio de leche está alrededor de 25 l/vaca/día, y como método reproductivo se emplea únicamente la inseminación artificial.

Se utilizaron 1174 vacas Holstein de segundo y tercer parto, que fueron seleccionadas con base a un periodo de espera vo-

luntaria entre 80 y 100 días después del parto, de buena condición corporal y sin antecedentes de problemas al parto ni infecciones a nivel del tracto reproductivo. Las vacas seleccionadas fueron evaluadas mediante palpación rectal e inseminadas en una sola oportunidad con semen sexado de tres toros Gyr.

Procedimiento Experimental

Se emplearon pajillas de semen sexado mediante citometría de flujo de tres toros Gyr: «Delegado» (394 pajillas), «Foliao» (408 pajillas), «Peralta» (372 pajillas), procedentes del Centro de Genética Bovina CRV Lagoa (Brasil). Las pajillas eran de 0.25 ml, con 2 a 5 millones de espermatozoides por pajilla. La motilidad espermática se evaluó al azar en seis pajillas de cada toro mediante microscopía óptica, observándose 50% de motilidad para Delegado y 55% tanto para Foliao como para Peralta.

La detección de celo se realizó de manera visual teniendo en consideración indicadores fisiológicos y de comportamiento, y fue realizada por los propietarios y personal de las ganaderías, cuando las vacas se encontraban tanto en los corrales como al pastoreo. Además, se hizo una evaluación mediante palpación rectal previa a la inseminación para determinar la calidad de la secreción cervical (flujo transparente, viscoso y sin alteraciones que indicaran infecciones). Para la IA se tomó en cuenta un periodo de 12 horas del inicio probable de celo (Roelofs *et al.*, 2005). Las pajillas de semen fueron retiradas del tanque criogénico para ser descongeladas en agua temperada a 37 °C por 40 s. El semen fue depositado a nivel intrauterino, pasando el canal cervical (MacPershon, 1968). El diagnóstico de preñez se realizó por palpación rectal a los 45-60 días de la IA. La identidad de las vacas inseminadas, las fechas de los celos y de los servicios, así como los resultados del diagnóstico de preñez fueron registrados. Las variables

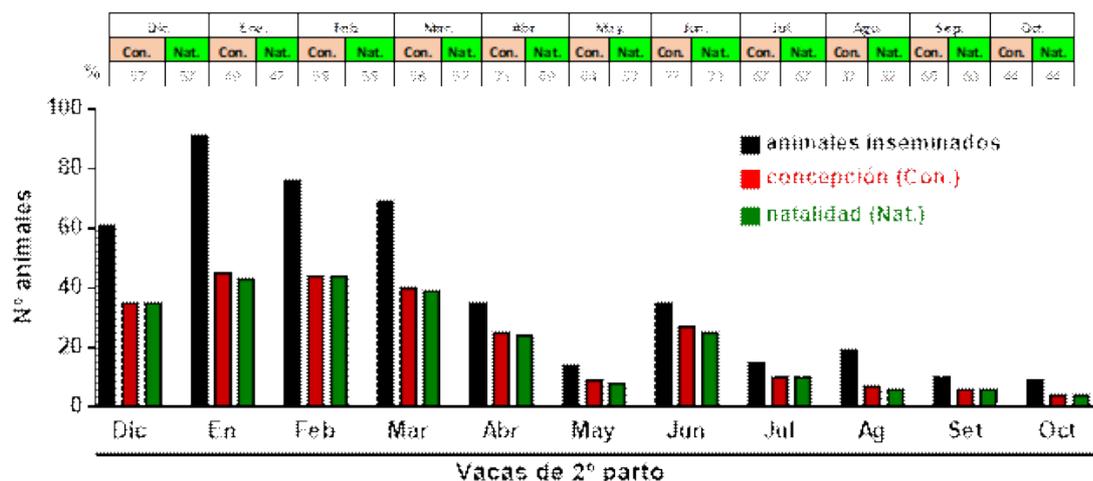


Figura 1. Porcentaje de concepción al primer servicio y de natalidad de 434 vacas Holstein de segundo parto inseminadas con semen sexado Gyr entre diciembre de 2011 a octubre de 2012 en la irrigación de Majes-Arequipa

de estudio fueron la tasa de concepción al primer servicio ($[\text{Número de vacas preñadas} / \text{Número de vacas inseminadas}] * 100$), la tasa de natalidad ($[\text{Número de crías nacidas} / \text{Número de vacas inseminadas}] * 100$) y el sexo del ternero.

Análisis de Datos

Las tasas de concepción y natalidad de las vacas y sexo de los terneros son presentadas como proporciones, con intervalos de confianza del 95%. Los datos de porcentajes de concepción y natalidad durante los meses del estudio fueron analizados mediante análisis de varianza de una vía con un $p < 0.05$. La comparación de las tasas de concepción y natalidad de vacas de 2^{do} y 3^{er} parto fueron evaluadas mediante la prueba de t-Student ($p < 0.05$). Las diferencias en cuanto al semen de los toros con relación con la tasa de concepción y natalidad de las vacas y sexo de los terneros fueron analizadas mediante la prueba de Chi cuadrado ($p < 0.05$).

RESULTADOS

La frecuencia de inseminaciones por mes en vacas de segundo parto se muestra en la Figura 1. El diagnóstico de preñez según el mes del servicio varió entre 37 y 77%, en tanto que la frecuencia de partos varió entre 32 y 71%. En forma similar, la frecuencia de inseminaciones por mes en vacas de tercer parto se muestra en la Figura 2. El diagnóstico de preñez según el mes del servicio varió entre 39 y 88%, en tanto que la frecuencia de partos varió entre 38 y 85%. En ningún caso se observaron diferencias estadísticas por efecto del mes de servicio. Tampoco se observaron diferencias significativas por efecto de las épocas del año.

Tampoco se observaron diferencias significativas en las tasas de concepción al primer servicio y natalidad por efecto de la estacionalidad, habiéndose obtenido tasas de concepción entre 46 y 82% y de natalidad entre 45 y 79% (Figura 3).

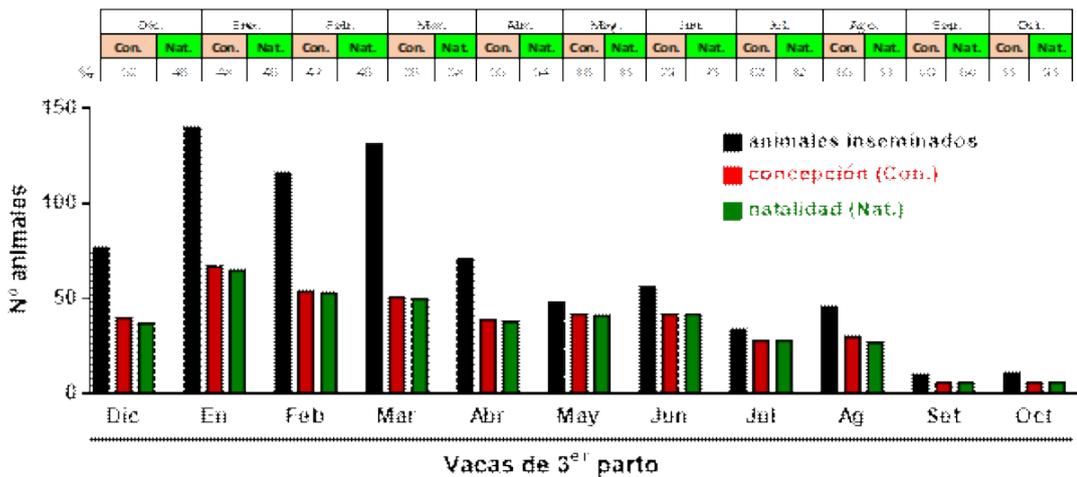


Figura 2. Porcentaje de concepción al primer servicio y de natalidad de 740 vacas Holstein de tercer parto inseminadas con semen sexado Gyr entre diciembre de 2011 a octubre de 2012 en la irrigación de Majes-Arequipa

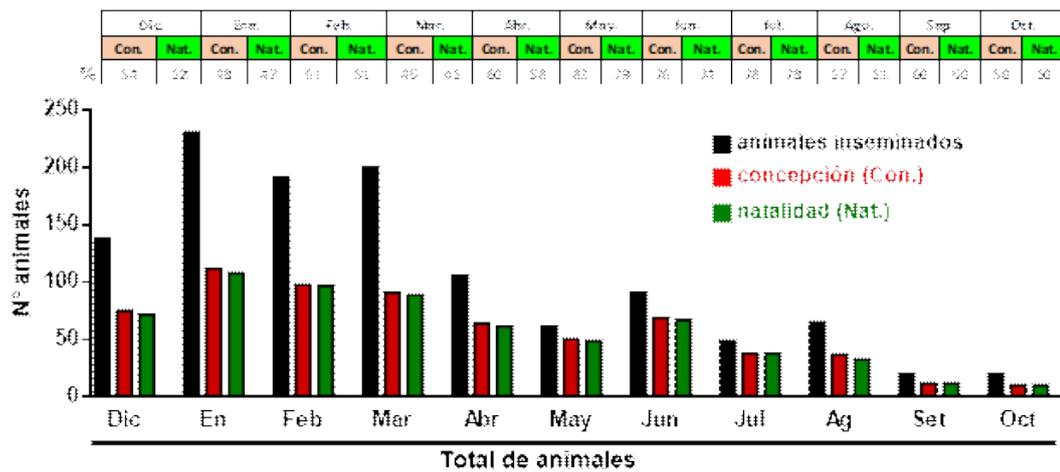


Figura 3. Porcentaje de concepción al primer servicio y de natalidad de 1174 vacas Holstein de segundo y tercer parto inseminadas con semen sexado Gyr entre diciembre de 2011 a octubre de 2012 en la irrigación de Majes-Arequipa

El número de parto (segundo o tercero) no fue un factor que influyó la tasa de concepción o la natalidad (Figura 4). La tasa de concepción promedio fue de 56% y la tasa de natalidad de 54%. Por otro lado, el porcentaje de terneras fue de 82% y de terneros de 18 %.

DISCUSIÓN

El semen sexado es una técnica prometedora para la industria lechera porque proporciona un mayor número de terneras en el establo (De Vries *et al.*, 2008), mayor po-

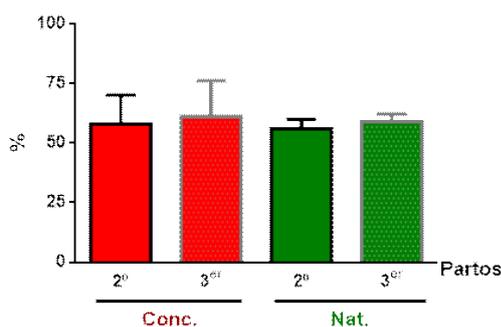


Figura 4. Tasas de concepción (Conc.) al primer servicio y natalidad (Nat.) en vacas Holstein de segundo y tercer parto inseminadas con semen sexado Gyr en la irrigación de Majes-Arequipa

sibilidad de reemplazos (Holden y Butler, 2018) y disminución de distocias (Garner y Seidel, 2008).

El número de partos no influyó en las tasas de concepción y de natalidad con el uso de semen sexado. Asimismo, la tasa de natalidad fue muy similar a la tasa de concepción. Sin embargo, se pudo observar una menor natalidad en el mes de agosto frente a los meses de julio, setiembre y octubre. Se ha demostrado que la fertilidad en vacas lecheras lactantes es muy sensible al estrés por calor (Huang *et al.*, 2008; Avendaño-Reyes *et al.*, 2010), lo que no sucede en el presente estudio, pues la irrigación Majes mantiene temperaturas medias constantes a lo largo del año, de allí que esta diferencia estadística en la natalidad estaría supeditada a una respuesta individual de los animales. La falta del efecto de las condiciones climatológicas sobre la tasa de gestación se puede atribuir al clima templado durante la inseminación y a la resistencia asociada de la raza a la temperatura y humedad ambiental elevada en *Bos indicus* y sus cruces con *Bos taurus* (McManus *et al.*, 2009; Gaughan *et al.*, 2010).

La tasa de concepción promedio de 56% fue mayor a las reportadas en vaquillas por Seidel *et al.* (1999) y Cerchiaro *et al.*

(2007) con valores de 45 y 51%, respectivamente; y más aún con las tasas de preñez reportadas en otros estudios (Andersson *et al.*, 2006; Mellado *et al.*, 2010). Por otro lado, en la mayoría de estos ensayos se utilizaron vaquillas a diferencia del presente estudio donde se utilizaron vacas de segundo y tercer parto. A pesar de los resultados tan prometedores es muy posible que las tasas de concepción se encuentren comprometidas por el efecto toro, aunque se usó semen de tres toros en casi la misma proporción.

Según otros estudios, el semen sexado sería más eficiente en vaquillas que en vacas (Seidel y Schenk 2008), debido a las bajas tasas de concepción obtenidas en vacas (Seidel y Garner, 2002). Sin embargo, el presente estudio demuestra que, teniendo el debido cuidado en el manejo de la IA es posible obtener tasas de concepción alentadoras para el uso de este material genético en vacas, que en un establo constituye el grueso de los animales destinados a reproducción, en comparación a las vaquillas.

La tasa global de concepción de 56% fue similar al obtenido con el uso de semen convencional en la misma zona del trabajo, lo que deja camino a la realización de otros trabajos de investigación que corrobore este resultado hallado, toda vez que existen reportes que minimizan el uso de semen sexado al obtener tasas de concepción de 21% frente al 46% con semen convencional congelado (Anderson *et al.*, 2006). Por otro lado, la tasa de natalidad promedio de 54% frente a la tasa de concepción de 56% indica que las pérdidas embrionarias y fetales fueron mínimas, lo cual puede señalar, indirectamente, el estado sanitario y reproductivo de las vacas motivo de estudio (Diskin y Morris, 2008).

La frecuencia de nacimiento de hembras (82%) frente a machos (18%) fue menor al estudio de Mellado *et al.* (2010) con 91% (142/156) de crías hembras y al de Seidel y Garner (2002) y de DeJarnette *et al.* (2008) con 90% de terneras. Sin embargo, otros estudios muestran datos más cercanos a los en-

contrados en el presente estudio, como el de Diers *et al.* (2020) con 87% de nacimientos hembras o el de Bodmer *et al.* (2005) con 85.3%. Estas diferencias, según los autores, podrían deberse a la técnica del sexado o a la proporción de espermatozoides con el cromosoma XY que no han sido adecuadamente detectados al pasar por la citometría de flujo, o por otros factores como la selección cuidadosa de toros IA, la detección precisa del celo (Bodmer *et al.*, 2005).

CONCLUSIONES

- La tasa de concepción al primer servicio y la tasa de natalidad encontrada en este estudio demuestran que el uso de semen sexado de raza Gyr es una buena opción de manejo reproductivo en vacas Holstein de segundo y tercer parto.
- El número de parto y la estación del año no influyeron sobre las tasas de concepción y natalidad con el uso de semen sexado.

LITERATURA CITADA

1. **Andersson M, Taponen J, Kommeri M, Dahlbom M. 2006.** Pregnancy rates in lactating Holstein-Friesian cows after artificial insemination with sexed sperm. *Reprod Domest Anim* 41: 95-97. doi: 10.1111/j.1439-0531.2006.00625.x
2. **Avendaño-Reyes L, Fuquay JW, Moore RB, Liu Z, Clark BL, Vierhout C. 2010.** Relationship between accumulated heat stress during the dry period, body condition score, and reproduction parameters of Holstein cows in tropical conditions. *Trop Anim Health Prod* 42: 265-273. doi: 10.1007/s11250-009-9415-7
3. **Bodmer M, Janett F, Hässig M, den Daas N, Reichert P, Thun R. 2005.** Fertility in heifers and cows after low dose insemination with sex-sorted and non-sorted sperm under field conditions. *Theriogenology* 64: 1647-1655. doi: 10.1016/j.theriogenology.2005.04.011
4. **Butler ST, Hutchinson IA, Cromie AR, Shalloo L. 2014.** Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems. *Animal* 8: 165-172. doi: 10.1017/S1751731114000664
5. **Cerchiaro I, Cassandro M, Dal Zotto R, Carnier P, Gallo L. 2007.** A field study on fertility and purity of sex-sorted cattle sperm. *J Dairy Sci* 90: 2538-2542. doi: 10.3168/jds.2006-694
6. **DeJarnette JM, Nebel RL, Marshall CE, Moreno JF, McCleary CR, Lenz RW. 2008.** Effect of sex-sorted sperm dosage on conception rates in Holstein heifers and lactating cows. *J Dairy Sci* 91: 1778-1785. doi: 10.3168/jds.2007-0964
7. **De Vries A, Overton M, Fetrow J, Leslie K, Eicker S, Rogers G. 2008.** Exploring the impact of sexed semen on the structure of the dairy industry. *J Dairy Sci* 91: 847-856. doi: 10.3168/jds.2007-0536
8. **Diers S, Heise J, Krebs T, Groenewold J, Tetens J. 2020.** Effect of sexed semen on different production and functional traits in German Holsteins. *Vet Anim Sci* 9: 100101. doi: 10.1016/j.vas.2020.100101
9. **Diskin MG, Morris DG. 2008.** Embryonic and early foetal losses in cattle and other ruminants. *Reprod Domest Anim* 43: 260-267. doi: 10.1111/j.1439-0531.-2008.01171.x
10. **Faust MA, Betthausen J, Storch A, Crego S. 2016.** Effects for fertility of processing steps of a new technology platform for producing sexed sperm. *J Anim Sci* 94(Suppl 5): 544. doi: 10.2527/jam2016-1133
11. **Garner DL, Evans KM, Seidel GE. 2013.** Sex-sorting sperm using flow cytometry/cell sorting. *Methods Mol Biol* 927: 279-95. doi: 10.1007/978-1-62703-038-0_26

12. **Garner DL, Seidel Jr GE. 2008.** History of commercializing sexed semen for cattle. *Theriogenology* 69: 886-895. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.-01.006
13. **Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Sullivan ML, Hahn GL. 2010.** Assessing the heat tolerance of 17 beef cattle genotypes. *Int J Biometeorol* 54: 617-627. doi: 10.1007/s00484-009-0233-4
14. **Hinde K, Carpenter AJ, Clay JS, Bradford BJ. 2014.** Holsteins favor heifers, not bulls: biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex. *PlosOne* 9: e86169. doi: 10.1371/journal.pone.0086169
15. **Holden SA, Butler ST. 2018.** Review: applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. *Animal* 12: s97-s103. doi: 10.1017/S1751731118000721
16. **Huang C, Tsuruta S, Bertrand JK, Misztal I, Lawlor TJ, Clay JS. 2008.** Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia. *J Dairy Sci* 91: 818-825. doi: 10.3168/jds.2007-0306
17. **Johnson LA. 1995.** Sex preselection by flow cytometric separation of X and Y chromosome-bearing sperm based on DNA difference: a review. *Reprod Fertil Dev* 7: 893-903. doi: 10.1071/rd9950893
18. **MacPershon JW. 1968.** Semen placement effects on fertility in bovines. *J Dairy Sci* 51: 807-808. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(68)87079-1
19. **McManus C, Prescott E, Paludo GR, Bianchini E, Louvandini H, Mariante AS. 2009.** Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Sci* 120: 256-264. doi: 10.1016/j.livsci.2008.07.014
20. **Mellado M, Coronel F, Estrada A, Ríos FG. 2010.** Fertility in Holstein x Gyr cows in a subtropical environment after insemination with Gyr sex-sorted semen. *Trop Anim Health Prod* 42: 1493-1496. doi: 10.1007/s11250-010-9585-3
21. **Norman HD, Wright JR, Miller RH. 2010.** Response to alternative genetic-economic indices for Holsteins across 2 generations. *J Dairy Sci* 93: 2695-2702. doi:10.3168/jds.2009-2499
22. **Roelofs JB, van Eerdenburg FJ, Soede NM, Kemp B. 2005.** Various behavioral signs of estrous and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* 63: 1366-1377. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.07.-009
23. **Seidel G. 2003.** Economics of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology* 59: 585-598. doi: 10.1016/S0093-691X(02)01242-6
24. **Seidel Jr G, Garner DL. 2002.** Current status of sexing mammalian spermatozoa. *Reproduction* 124: 733-743. doi: 10.1530/rep.0.1240733
25. **Seidel GE, Schenk JL. 2008.** Pregnancy rates in cattle with cryopre-served sexed sperm: effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Anim Reprod Sci* 105: 129-38. doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.11.015
26. **Seidel Jr G, Schenk J, Herickhoff L, Doyle S, Brink Z, Green R, Cran D. 1999.** Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology* 52: 1407-1420. doi: 10.1016/S0093-691X(99)00226-5
27. **Weigel K. 2004.** Exploring the role of sexed semen in dairy production systems. *J Dairy Sci* 87: E120-E130. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70067-3