

Artículo Original. Mayo-Agosto 2018; 8(2): 88-97. Recibido: 01/02/2018 Aceptado: 12/04/2018.

<http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.82.8>

Inducción y sincronización del estro con hormonas exógenas y bioestimulación sexual en cerdas multíparas al destete

Induction and synchronization of estrus with exogenous hormones and sexual biostimulation at weaning in multiparous sows

Ponce-Covarrubias José^{1}** ponce1285@hotmail.com, **García-y-González Ethel** eth_cat@hotmail.com, **Peralta-Gómez-Ignacio¹** nachovalenzuela08@hotmail.com, **Macías-Cruz Ulises²** ulisesmacias1988@hotmail.com, **Avendaño-Reyes Leonel²** lar62@hotmail.com **Vicente-Pérez Ricardo³** vicente_ver@hotmail.com

¹Escuela Superior de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Universidad Autónoma de Guerrero, Cuajinicuilapa, Guerrero, México. ²Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México. ³Centro Universitario de la Costa Sur, Universidad de Guadalajara, Autlán de Navarro, Jalisco, México. **Autor responsable y corresponsal: José Luis Ponce-Covarrubias. Carretera Acapulco-Pinotepa Nacional Km 197 C.P. 41940, Cuajinicuilapa, Guerrero. México.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar si la bioestimulación del verraco es suficiente para estimular la respuesta sexual de las cerdas multíparas al destete. En general, independientemente del grupo experimental el 70% de las cerdas respondieron al estro. El porcentaje de hembras que respondieron al estro fue mayor en el grupo testigo (GT), que en el grupo bioestimulado (GB) ($P < 0.05$). Las vocalizaciones y aproximaciones laterales fueron superiores en el GT que en el GB, en los días 3 y 5 ($P < 0.05$). Por su parte, la longitud del estro fue similar en las hembras de ambos grupos ($P > 0.05$). Por otro lado, el comportamiento sexual del verraco fue mayor cuando se expuso al GT que al GB de hembras ($P < 0.05$). Existió un incremento en los días 3 y 5 en las aproximaciones laterales, olfateos anogenitales, vocalizaciones y montas sin o con eyaculación en el macho expuesto a las hembras del GT que al GB ($P < 0.05$). En conclusión, la bioestimulación sexual del verraco no es suficiente para provocar la respuesta sexual de las cerdas durante el destete.

Palabras clave: Bioestimulación sexual, comportamiento, embates laterales, feromonas, salivación.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate whether boar biostimulation is sufficient to stimulate the sexual response of multiparous sows at weaning. In general, independently of the experimental group, 70% of the sows responded to estrus. The percentage of females that responded to estrus was higher in the control group (CG), than in the biostimulated group (BG) ($P < 0.05$). The vocalizations and nudging were higher in the CG than in the BG, on days 3 and 5 ($P < 0.05$). On the other hand, the sexual behavior of the boar was greater when were exposed to CG than to BG of females ($P < 0.05$). There was an increase in days 3 and 5 in the nudging, anogenital sniffing, vocalizations and mounting without or with ejaculation in the male exposed to the females of the CG than to the BG ($P < 0.05$). In conclusion, the boar's sexual biostimulation is not enough to provoke the sexual response of sows during weaning.

Keywords: Sexual bioestimulation, behavior, lateral attacks, pheromones, salivation.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial porcina creció 1.6% del 2007 al 2016, en el 2017 se ubicó en el máximo histórico de 111 millones de toneladas de carne, que representa un incremento anual de 2.6% (FIRA, 2017). En el 2016 China fue el principal productor de carne de cerdo (47.9%), seguido por la Unión Europea (21.6%), Estados Unidos (10.4%) y Brasil (3.4%); en conjunto aportaron el 83.4% de la producción total (USDA-ERS, 2017).

Por su parte, México solo aportó el 1.3% de la producción mundial, y se ubica en el noveno lugar, con una producción de 1.45 millones de toneladas (FIRA, 2017). El 76.5% de la producción nacional (millones de toneladas) se concentró en los estados de Jalisco (20.7%), Sonora (17.3%), Puebla (11.9%), Yucatán (9.8%), Veracruz (8.8%) y Guanajuato (8.1%) (USDA-FAS, 2017).

Actualmente las importaciones representan el 32% del consumo nacional, observándose un desabasto de la producción nacional. En este contexto, el estado de Oaxaca tiene una baja producción (27.9% de carne) y un bajo número de cabezas de ganado porcino (201 125 cerdos) (FND, 2014, SIAP, 2016). La industria del cerdo del estado presenta problemas de índole reproductivo, por lo cual es común el uso de protocolos de sincronización estral con hormonas exógenas para incrementar la productividad de la cerda (Hemsworth y Tilbrook, 2007). Existen estudios donde mencionan que más del 90% de las cerdas sincronizadas con hormonas sintéticas (PG-600[®]) que contienen gonadotropina sérica liofilizada y gonadotropina coriónica liofilizada, entran en celo en un menor tiempo (Casida, 1935; Estienne *et al.*, 2001; Breen *et al.*, 2006; Ulguim *et al.*, 2018). No obstante, esta tecnología reproductiva incrementa los costos de producción. Por lo tanto, las biotecnologías que permitan disminuir total o parcialmente el uso de hormonas en la industria porcícola son requeridas. Así, se ha encontrado que la combinación de hormonas con el estímulo del macho provoca una mejora en la respuesta sexual de las cerdas durante el empadre (Signoret, 1974; Hughes *et al.*, 1990, Weaver *et al.*, 2014).

Estudiar el comportamiento sexual del semental durante el empadre es importante, ya que su actividad es indicativo de que posee o no niveles plasmáticos de testosterona adecuados y una alta libido, consecuentemente si los espermatozoides son aptos para fecundar a la hembra (Hemsworth y Tilbrook, 2007). Existe poca evidencia del comportamiento sexual de los verracos usados comercialmente, aunque algunos estudios mencionan que estos machos son eliminados cuando tienen problemas para copular y por la baja calidad espermática (Melrose, 1966; Rasbech, 1969; Hemsworth y Tilbrook, 2007; Kaneko y Koketsu, 2012). Cabe destacar que el comportamiento sexual del macho es muy variado, aunque la característica esencial es el empuje pélvico y la penetración con eyaculación. Otros componentes del verraco son embates hacia la región posterior y los flancos; por su parte en los machos cabrios y carneros es importante el olfateo anogenital, flehmen, movimiento de la lengua y vocalizaciones (Booth, 1988; Ladewing *et al.*, 1980; Fraser y Broom, 1997; Fernández *et al.*, 2018). En conjunto el

comportamiento sexual del macho es esencial para estimular a la hembra independientemente de que se usen o no hormonas sintéticas.

En la literatura se cuenta con información del uso del verraco para adelantar la pubertad en cerdas vírgenes (Brooks y Cole, 1970; Kaneko y Koketsu, 2012); pero no para estimular al estro a las cerdas multíparas al destete. Con esta alternativa al igual a lo planteado en ovinos (Martin *et al.*, 2004), caprinos (Shelton, 1960) y bovinos (Roberson *et al.*, 1987) se puede acuñar el concepto: verde, limpio y ético; y con esto disminuir el uso de hormonas sintéticas e incrementar el bienestar animal en cerdos (Montossi *et al.*, 2014). Por lo antes mencionado, el objetivo del presente estudio fue evaluar si la bioestimulación del verraco es suficiente para estimular la respuesta sexual de las cerdas multíparas al destete.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la comunidad de “Rio Grande” municipio de Villa de Tututepec, distrito de Juquila del estado de Oaxaca, México. El clima de esta región es tropical, la temperatura media anual es de 27°C, precipitación de 1,309 mm y coordenadas: 16°00'41"LN, 97°30'13"LO (García, 1973).

Animales y tratamientos

En el experimento se usaron en total 10 cerdas de entre 3 y 4 partos de raza Landrace x Yorkshire con 30 d de paridas; asimismo se usaron dos machos de raza Duroc. Las hembras fueron divididas en dos grupos: un grupo testigo (GT; n = 5) y un grupo bioestimulado (GB; n = 5); ambos grupos permanecieron sin macho durante un mes previo al inicio del estudio. Al inicio del experimento el GB fue separado a más de 300 metros de distancia del GT. Además, al GT se le aplicó un protocolo de sincronización de estro, mientras el GB permanecieron intactas. El protocolo consistió en la aplicación de una dosis de PG-600® (Intervet America Inc.; la hormona contiene 400 UI de gonadotropina sérica liofilizada y 200 UI de gonadotropina coriónica liofilizada) vía intramuscular (i.m.), 24 h después de la aplicación de la hormona (día uno) se introdujo un macho en ambos grupos de hembras. En ese momento y durante 6 días consecutivos fueron registradas las variables de comportamiento sexual de las hembras (respuesta al estro, longitud del estro, vocalizaciones y aproximaciones laterales) y los machos (intentos de monta, monta con penetración, olfateos anogenitales, aproximaciones laterales y vocalizaciones). El comportamiento sexual de ambos sexos fue observado y registrado durante una hora por grupo por una persona previamente capacitada.

Alimentación y alojamiento

Durante la fase experimental se alimentó a los animales con una dieta formulada y mezclada manual (Tabla 1), proporcionado en la mañana (07:00 h; 4.00 kg) y en la tarde (17:00 h; 4.00 kg), asimismo se les proporcionó agua a libre acceso. Los animales fueron alojados en corrales de 2.5 m de ancho por 6 m de largo, techados con lamina de asbesto, piso de concreto, provistos de bebederos y comederos.

Tabla 1. Ingredientes de la dieta ofrecida a las cerdas reproductoras durante el experimento.

Ingredientes	Valor en kilogramos
Maíz	63.50
Soya	12.00
¹ DDG	6.00
Salvado de trigo	17.00
Minerales	1.50
	100.00

Mezcla de ingredientes para la dieta. 16% de proteína cruda (PC). ¹DDG: granos de destilería.

Análisis estadísticos

Todos los datos presentados en el presenta manuscrito fueron analizados con el programa estadístico SYSTAT 13, bajo un diseño completamente al azar en el cual cada animal fue considerado como una unidad experimental. Los datos de las variables de comportamiento sexual de las hembras, los machos, y los días de observación fueron analizados con la prueba de Krukal-Wallis de estadística no paramétrica. Para comparar las medias se usó la prueba de U de Mann-Whitney (Siegel y Castellan, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta sexual de las hembras

En general, independientemente del grupo experimental el 70% de las cerdas respondieron al estro. En efecto, el porcentaje de hembras que respondieron al estro fue mayor en el GT (5/5, 100%), que en el GB (2/5, 40%; $P < 0.05$). Las vocalizaciones y aproximaciones laterales fueron superiores en el GT (29.8 ± 0.21 y 27.6 ± 0.18 ocasiones) en los días 3 (17.2 ± 0.57), 4 (20 ± 0.56) y 5 (29.8 ± 1.8 ocasiones), que en el GB (7.8 ± 2.04 y 11 ± 2.28 ocasiones) días 1 (5.8 ± 1.16), 3 (4 ± 0.94) y 5 (1.2 ± 0.26 ocasiones; $P < 0.05$). Por su parte, la longitud del estro en las hembras de ambos grupos fue similar (44 vs. 49 h; $P > 0.05$).

Los resultados del presente estudio son consistentes a los reportados en otras investigaciones donde demuestran que la mayoría de las cerdas multíparas sincronizadas con PG-600® respondieron al estro en las primeras 48 h después de la aplicación de la hormona (Estienne *et al.*, 2001; Breen *et al.*, 2006; Ulguim *et al.*, 2018). Contrario a estos

resultados fueron reportados por Trujillo *et al.*, (1997) ya que solamente el 23.33% de las hembras presentaron estro.

Por su parte, la longitud del estro fue similar al observado de manera natural (36 h; Soede *et al.*, 2011), pero diferente al reportado por otros autores cuando sincronizan el estro con progestágenos (Degenstein *et al.*, 2008). En el caso de las vocalizaciones en los cerdos como en los caprinos son muy importantes a la hora del cortejo para desencadenar una respuesta sexual (Booth, 1988; Vielma *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2014). De la misma manera las aproximaciones laterales son indicativo de una alta libido en los machos, y muy importante durante la bioestimulación sexual en ovinos y caprinos (Delgadillo *et al.*, 2009; Fernández *et al.*, 2018). Por ejemplo, en cerdas las vocalizaciones del macho actúan sinérgicamente con las señales olfativas y táctiles (aproximaciones laterales) en la inmovilización de la hembra para facilitar la copula, en el ciervo rojo se ha demostrado que las vocalizaciones del macho adelantan el momento para que las hembras entren en estro (Davies, 1986; Signoret, 1974; Tilbrook y Hemmsworth, 1990; Garcia *et al.*, 2013).

Los resultados que reportan estas investigaciones son consistentes con los del presente estudio para el caso de las vocalizaciones y las aproximaciones laterales. En el caso del GT del presente estudio fueron superiores en los días mientras las hembras se acercaban al momento de celo, esto se debe probablemente a las feromonas liberadas por las hembras. Contrariamente en el GB ocurrieron en los primeros 3 días de contacto, evidentemente se presentó en las únicas hembras que presentaron estro. Estos resultados son interesantes ya que la presentación de estro permite un mayor estímulo del macho y sinérgicamente este potencializa el estímulo de la cerda para que despliegue un intenso comportamiento sexual.

Comportamiento sexual de los machos

El comportamiento sexual fue mayor en el verraco expuesto al GT de hembras que al GB ($P < 0.05$). En efecto, existió un incremento en los días 3 y 5 en las aproximaciones laterales, olfateos anogenitales, vocalizaciones y montas sin y con eyaculación en el macho expuesto a las hembras del GT que, al GB, olfateos anogenitales y vocalizaciones ($P < 0.05$; Figura 1).

El comportamiento sexual del macho es muy variado, aunque la característica esencial es el empuje pélvico y la penetración con eyaculación. Otros componentes como el olfateo anogenital, flehmen, movimiento de la lengua y vocalizaciones son indicativos de machos cabrios y carneros (Ladewing *et al.*, 1980; Fraser y Broom, 1997; Martínez *et al.*, 2014; Damián *et al.*, 2018). En efecto, estos resultados son similares al comportamiento sexual desplegado por los machos cabrios foto-estimulados cuando son expuestos a cabras anestricas. El número de aproximaciones laterales y olfateos anogenitales se incrementa en los primeros días de contacto entre ambos sexos (Ponce *et al.*, 2014; Fernández *et al.*, 2018).

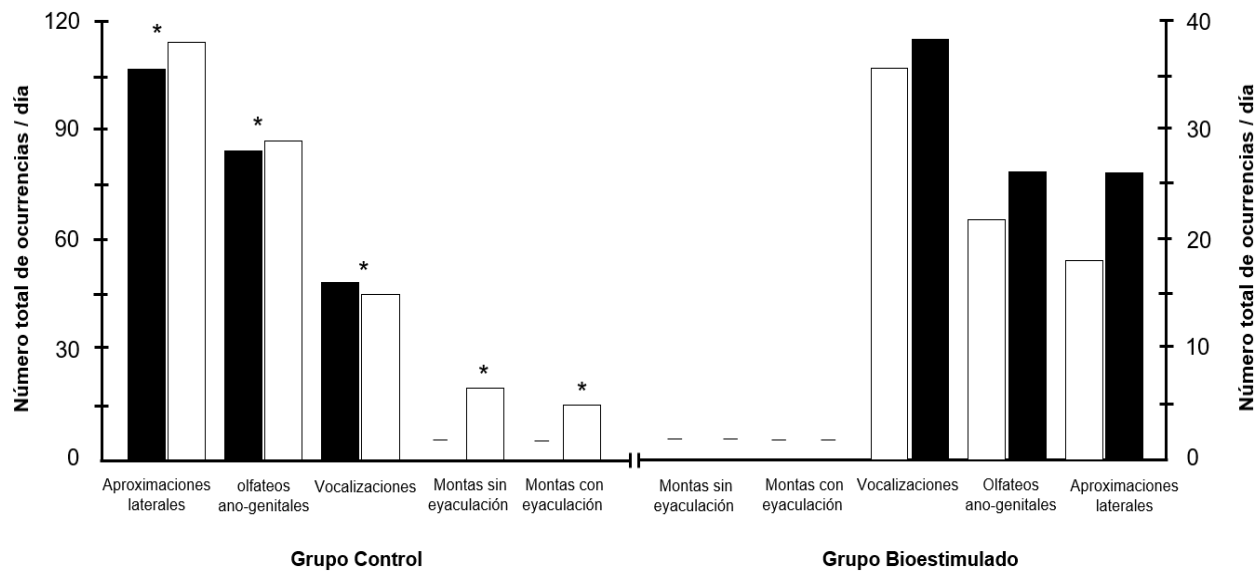


Figura 1. Comportamiento sexual desplegado por el verraco durante los días 3 (■) y 5 (□) de contacto entre los dos sexos, para cada variable (aproximaciones laterales, olfateos anogenitales, vocalizaciones y montas sin y con eyaculación). El grupo testigo a lado izquierdo y el grupo bioestimulado a lado derecho, el - indica cero comportamiento, el * representa diferencia significativa entre grupos ($P < 0.05$).

En el caso del verraco esto ocurrió así ya que el comportamiento sexual fue más intenso en los días 3 y 5 después de la introducción; el alto comportamiento sexual desplegado por los machos del GT en estos primeros días probablemente se debió a la motivación olfatoria que percibió el macho debido a la liberación de feromonas por las hembras ya que coincidió con la presentación del estro en todas las cerdas (Booth, 1988; Petrulis, 2013). Asimismo, las vocalizaciones son similares a los reportados en cerdas sincronizadas puestas en contacto con un verraco (Signoret, 1974). Esto fue porque en ese momento existió una mayor interacción social entre los dos sexos, por lo tanto, tuvieron buen estímulo auditivo que les permitió responder de esta manera. Los hallazgos encontrados en el presente estudio son sobresalientes ya que la presencia del macho potencializa la respuesta sexual de las hembras siempre y cuando estas se sincronicen previamente con hormonas exógenas. Sería interesante buscar alternativas para incrementar la respuesta de las cerdas ante el estímulo del macho, esto con el fin de disminuir la aplicación de hormonas sintéticas e incrementar el bienestar animal.

CONCLUSIÓN

La bioestimulación sexual del verraco no es suficiente para provocar la respuesta sexual de las cerdas. Sin embargo, la combinación de hormonas exógenas con la bioestimulación sexual del verraco estimula respuesta sexual de las cerdas multíparas al destete.

AGRADECIMIENTOS

Los datos generados fueron parte de la investigación realizada por Ignacio Gómez-Peralta durante el Verano de la Ciencia UAGro-CONACyT, 2017. Se agradece al productor Francisco López Ángeles por el préstamo de los animales para la realización del experimento.

LITERATURA CITADA

- BOOTH WD. 1988. Hormones, pheromones and sexual behavior in the boar. *Pig News and Information*. 9:251–255. DOI: 10.1677/joe.0.1180047
- BREEN SM, Rodriguez-Zas SL, Knox RV. 2006. Effect of PG600 and adjusted mating times on reproductive performance in weaned sows. *Animal Reproduction Science*. 93:157–163. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2005.06.010
- BROOKS PH, Cole DJA. 1970. The effect of the presence of a boar on the attainment of puberty in gilts. *Journal of Reproduction and Fertility*. 23:435–440. DOI: 10.1530/jrf.0.0230435
- CASIDA LE. 1935. Prepubertal development of the pig ovary and its relation to stimulation with gonadotrophic hormones. *Anatomical Record*. 61:389. DOI: 10.1002/ar.1090610403
- DAMIÁN JP, Beracochea F, Machado S, Hötzel MJ, Banchemo G, Ungerfeld R. 2018. Growing without a mother results in poorer sexual behaviour in adult rams. *Animal*. 12:98–105. DOI: 10.1017/S1751731117001574.
- DAVIES OD. 1986. Effect of using vasectomized boars for additional mating on sow reproductive performance. Winter Meeting of the British Society of Animal Production, 17-29 March, Trawsgood. UK, Pap. No. 123. *British Society Animal Production*, 17.
- DEGENSTEIN KL, O'Donoghue RO, Patterson JL, Beltranena E, Ambrose DJ, Foxcroft GR, Dyck MK. (2008). Synchronization of ovulation in cyclic gilts with porcine luteinizing hormone (pLH) and its effects on reproductive function. *Theriogenology*. 70:1075–1085. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2008.06.027
- DELGADILLO JA, Gelez H, Ungerfeld R, Hawken PAR, Martin GB. 2009. The “male effect” in sheep and goats: revisiting the dogmas. *Behavioural Brain Research*. 200:304–314. DOI: 10.1016/j.bbr.2009.02.004
- ESTIENNE MJ, Harper AF, Horsley BR, Estienne CE, Knight W. 2001. Effects of P.G. 600 on the onset of estrus and ovulation rate in gilts treated with regu-mate. *Journal of Animal Science*. 79:2757–2761. DOI: 10.2527/2001.79112757x
- FERNÁNDEZ GIG, Flores-Medina E, Flores JA, Hernández H, Vielma J, Fitz-Rodríguez G, Duarte G. 2018. Absence of previous sexual experience did not modify the response of anoestrous goats to photo-stimulated bucks in spring. *Italian Journal of Animal Science*. 17:306–311. DOI: 10.1080/1828051X.2017.1384335

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA; 2017). Panorama Agroalimentario, Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial; Carne de cerdo 2017. Disponible en: <http://www.ugrpg.org.mx/pdfs/Panorama%20Agroalimentario%20Carne%20de%20cerdo%202017.pdf>

Financiera Nacional de Desarrollo (FND; 2014). Avances trimestrales de los Programas de Apoyo de la FND 2014. Disponible en: <https://www.gob.mx/fnd/documentos/avances-trimestrales-de-los-programas-de-apoyo-de-la-fnd-2014>

FRASER AF, Broom DM. 1997. Farm Animal Behaviour and Welfare. CAB International, Oxon, U.K. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19962214501>

GARCÍA E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. 2da ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., México. pp: 11-90. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-46111974000100001&script=sci_arttext

GARCÍA M, Charlton BD, Wyman MT, Fitch TW, Reby D. 2013. Do red deer (*cervus elaphus*) use roar fundamental frequency (F0) to asses rivals? *PLOS ONE*. 8:e83946. DOI: 10.1371/journal.pone.0083946

HEMSWORTH PH, Tilbrook AT. 2007. Sexual behavior of male pigs. *Hormones and Behavior*. 52:39–44. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2007.03.013

HUGHES PE, Pearce GP, Patterson AM. 1990. Mechanisms mediating the stimulatory effects of the boar on gilt reproduction in: Cole DJA, Foxcroft GR and Weir JJ (Editors). Control of Pig Reproduction III. *Journal Reporduction and Fertility*. (Suppl) 40:323–341. Disponible en: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19900178840>

KANEKO M, Koketsu Y. 2012. Gilt development and matin in comercial swine herds with varying reproductive performance. *Theriogenology*. 77:840–846. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2011.09.006

LADEWING J, Price EO, Hart BL. 1980. Flehmen in male goats: Role in sexual behavior. *Behavioral and Neural Biology*. 30:312–322. DOI: 10.1016/S0163-1047(80)91198-X

MARTÍNEZ-Alfaro JC, Hernández H, Flores JA, Duarte, G, Fitz-Rodríguez G, Fernández IG, Bedos M, Chemineau P, Keller M, Delgadillo JA, Vielma J. 2014. Importance of intense male sexual behavior for inducing the preovulatory LH surge and ovulation in seasonally anovulatory female goats. *Theriogenology*. 82:1028–1035. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2014.07.024

MARTIN GB, Milton JTB, Davidson RH, Banchemo-Hunzicker GE, Lindsay DR, Blache D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*. 82-83:231–246. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2004.05.014

MELROSE DF. 1966. A review of progress and of possible developments in artificial insemination of pigs. *Veterinary Record*. 78:159–168. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5903968>

MONTOSSI F, Font-i-Furnols M, del Campo M, San Julián R, Brito G, Sañudo C. 2014. Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Science*. 95:772–779. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.04.048

PETRULIS A. 2013. Chemosignals and hormones in the neural control of mammalian sexual behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 34:255–267. DOI: 10.1016/j.yfrne.2013.07.007

PONCE JL, Velázquez H, Duarte G, Bedos M, Hernández H, Keller M, Chemineau P, Delgadillo JA. 2014. Reducing exposure to long days from 75 to 30 days of extra-light treatment does not decrease the capacity of male goats to stimulate ovulatory activity in seasonally anovulatory females. *Domestic Animal Endocrinology*. 48:119–125. DOI: 10.1016/j.domaniend.2014.03.002

RASBECH NO. 1969. A review of the causes of reproductive failure in swine. *British veterinary Journal*. 125:599–614. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4916873>

ROBERSON MS, Ansotegui RP, Berardinelli JG, Whitman RW, McInerney MJ. 1987. Influence of biostimulation by mature bulls on occurrence of puberty in beef heifers. *Journal of Animal Science*. 64:1601–1605. DOI: 10.2527/jas1987.6461601x

SHELTON M. 1960. Influence of the presence of a male goat on the initiation of estrous cycling and ovulation of Angora does. *Journal of Animal Science*. 19:368–375. DOI: 10.2527/jas1960.192368x

SIAP. 2016. Producción ganadera. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>

SIEGEL S, Castellan NJ. 1994. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas, México, 437 pp.

SIGNORET JP. 1974. Rôle des différentes informations sensorielles dans l'attraction de la femelle en oestrus par le mâle chez les porcins. *Annales De Biologie Animale, Biochimie, Biophysique*. 14:747-755. Disponible en: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00896917/document>

SOEDE N, Langendijk P, Kemp B. 2011. Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*. 124:251–258. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2011.02.025

TILBROOK AJ, Hemsworth PH. 1990. Detection of oestrus in gilts housed adjacent or opposite boars or exposed to exogenous boar stimuli. *Applied Animal Behaviour Science*. 28:233–245. DOI: 10.1016/0168-1591(90)90102-J

TRUJILLO-Ortega ME, Doperto-Díaz JM. 1997. Sincronización del estro en cerdas nulíparas y primíparas. *Veterinaria México*. 28:325–331. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-1997/vm974i.pdf>

ULGUIM RR, Bortolozzo FP, Wentz I, Johnston M, Webel SK, Arend L, Knox RV. 2018. Ovulation and fertility responses for sows receiving once daily boar exposure after weaning and OvuGel® followed by a single fixed time post cervical artificial insemination. *Theriogenology*. 105:27-33. DOI: 10.1016/j.theriogenology.2017.09.005

USDA-FAS. Livestock and products semi-annual México, March (2017). Fecha de consulta: 26 febrero de 2018. Disponible en: <https://www.fas.usda.gov/data/mexico-livestock-and-products-semi-annual-1>

VIELMA J, Chemineau P, Poindron P, Malpoux B, Delgadillo JA. 2009. Male sexual behavior contributes to the maintenance of high LH pulsatility in anestrus female goats. *Hormones and Behavior*. 56:444–449. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2009.07.015

WEAVER AC, Kind KL, William BR, van Weltere HEJ. 2014. Effects of lactation length and boar contact in early lactation on expression of oestrus in multiparous sows. *Animal Reproduction Science*. 149:238–244. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2014.06.031