Estacionalidad y función ovárica en cerdas cíclicas: herramientas de control

ALFONSO BOLARÍN. *AIM Ibérica.*
TANIA LOPES. *Grupo Galindo.*

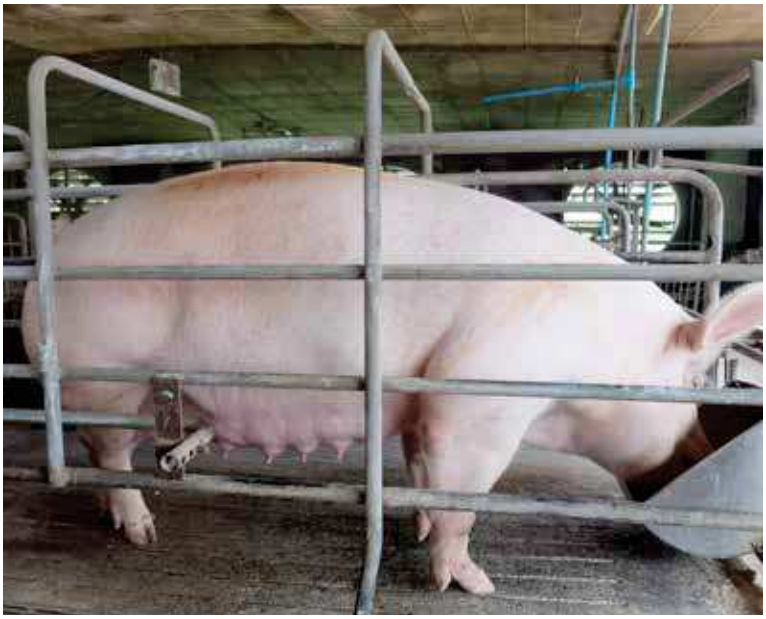
La industria cárnica porcina es una actividad económica altamente competitiva y globalizada, caracterizada por la necesidad de alta eficiencia en la producción. De hecho, a menudo la eficiencia se mide en kg de carne producida por cerda. Un indicador importante respecto de la eficiencia en las granjas de porcino es el de días no productivos (DNP), que son los días que una cerda no está gestante ni lactante. El indicador lo componen básicamente cerdas que presentaron problemas de expresión de celo tras el destete (celo retrasado o ausente) o cerdas que no quedan gestantes después de la inseminación artificial (IA).

La cerda destetada supone más del 80% de las cubriciones en la granja porcina. Por consiguiente, es un foco de atención donde centrar los esfuerzos de mejora en productividad. Tras el destete, las cerdas muestran un celo fértil en 3-6 días. Sin embargo, las cerdas con largos intervalos destete-celo (IDC) o que no muestran signos de celo tras el destete en este intervalo de días son comunes en las granjas. Las razones que hay tras esta pérdida de eficiencia reproductiva, y que provocan un incremento en los DNP han sido el objeto de muchos trabajos de investigación aplicada. En este trabajo revisaremos algunas de ellas, centrándonos en la función ovárica a lo largo del año y las estrategias disponibles para mejorarla.

FERTILIDAD ESTACIONAL

Generalmente, la fertilidad es mayor en los periodos en los que el inicio de la gestación llevará a los partos en primavera, que es la época más favorable para el éxito de las camadas. Esto es así para todas las especies que, independientemente de su estrategia evolutiva reproductiva (monoéstricas o poliéstricas, de ovulación inducida o espontánea), mostrarán mejores celos y mayor fertilidad y prolificidad, dependiendo de la duración de su gestación, buscando estos partos primaverales.

Aunque la cerda doméstica (Sus scrofa domesticus) produce camadas durante todo el año, el éxito reproductivo es desigual a lo largo del año. La fertilidad está disminuida durante el verano y el otoño, especialmente en las regiones cálidas con estaciones bien definidas[40]. Este fenómeno se conoce como infertilidad estacional, y se define como un descenso moderado de la tasa de parto y prolificidad[1], incrementos en el IDC, mayor incidencia de abortos[37] y depresión de la actividad ovárica en general[30]. Su origen lo podemos encontrar en la fuerte estacionalidad reproductiva de su ancestro, el jabalí (Sus scrofa), cuyas hembras presentan anoestro[32] y los machos un marcado descenso en su actividad reproductiva[48] en épocas de fotoperiodo decreciente.



Los efectos de la estación del año sobre la función ovárica durante la gestación, lactación y destete no están bien elucidados, aunque recientes estudios han arrojado luz, estudiando la dinámica folicular ovárica mediante ecografía transrectal en diferentes estaciones del año en cerdas destetadas[29] y antes del destete, durante la lactación[27]. Los resultados se discutirán más adelante.

OTROS FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE LA CERDA

Como comentamos anteriormente, la estacionalidad modula la capacidad reproductiva de la cerda doméstica, probablemente en combinación o potenciando otros factores entre los cuales podemos contar la nutrición, la temperatura

ambiental, la humedad y el fotoperiodo. No obstante, en un escenario donde la nutrición no es un factor limitante, como suele ser el caso de las explotaciones ganaderas, el fotoperiodo, la humedad y la temperatura deber ser los factores más importantes asociados a la infertilidad estacional[8].

Love y cols., demostraron ya en 1993 que un mayor nivel nutricional en épocas reproductivamente desfavorables mejoraba la fertilidad. Además, también se demostró que la bajada en la capacidad de ingesta provocada por el calor afecta negativamente a la expresión del celo38, disminuye el peso del lechón al nacimiento, reduce la tasa de partos, incrementa los DNP en la granja, aumenta las cerdas eliminadas por fallos reproductivos y disminuye los nacidos totales en el siguiente ciclo[22].

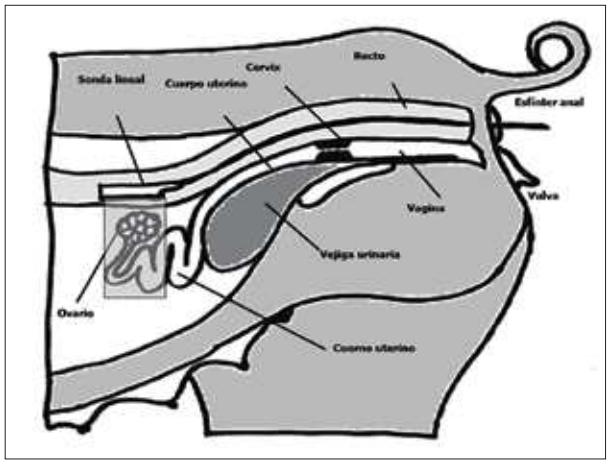
La infertilidad estacional puede controlarse (y en algunos países con estaciones poco marcadas, puede ser prácticamente eliminada), mediante algunas estrategias de manejo. Por ejemplo, promoviendo la presencia de varios machos durante la detección del celo[14], y evitando el contacto continuo de las cerdas con los machos en la zona de detección-cubrición[13]. Las cerdas en jaulas sufren menos infertilidad estacional, pero en grupo sufren de mayor estrés por competencia y establecimiento de rango social, lo cual impacta negativamente en la fertilidad, pero disminuye el IDC[10].

Otras estrategias de manejo que pueden emplearse para luchar contra la infertilidad estacional implican diferentes estrategias en la detección del celo (evitar horas de calor, rotar los machos…), revisar la calidad seminal (pues los machos también sufren de infertilidad estacional y su calidad seminal puede verse disminuida), y adecuar la estrategia de IA en la granja (las cerdas tienen celos más cortos en épocas de fotoperiodo decreciente, y ovularán antes que en invierno respecto de su detección de celo), por ejemplo[21,45].

LA ECOGRAFÍA OVÁRICA

La dinámica folicular puede ser monitorizada mediante ecografía secuencialmente a lo largo del ciclo de la cerda. La ecografía puede realizarse transabdominal[16] o transrectal[2,42]. La aplicación transrectal *(Imagen 1)* permite el contaje y medición precisos de los folículos[2,42] con un nulo estrés para la cerda y sin interferir en su fisiología y bienestar[15].

Los ovarios se localizan adyacentes a la vejiga de la orina, a unos 40 cm del esfínter anal, y pueden identificarse como estructuras de forma irregular con varios folículos (en proestro) de unos 3 mm de tamaño, los cuales ›



IMÁGEN 1 Esquema y posición del procedimiento de ecografía transrectal en la cerda.

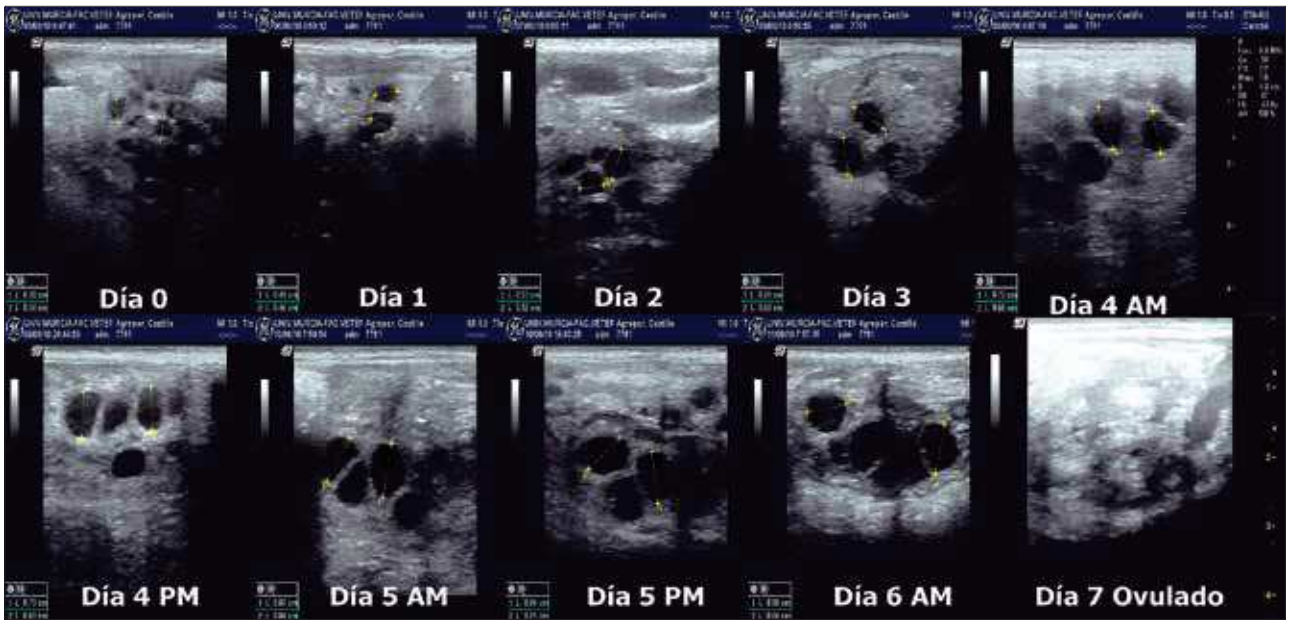


IMAGEN 2 Evolución del diámetro folicular en el ovario de una misma cerda a lo largo de 6 días desde el destete (día 0) cada 24h, desde la detección del celo (día 4) cada 12 h, y hasta la ovulación (en el día 7).

se muestran como estructuras circulares con bordes bien definidos incluidos en el estroma ovárico. Cuando los folículos se aproximan al momento de ovulación, su tamaño aumenta a 7-10 mm. La compresión que ejercen unos contra otros en el ovario hace que ya no sean estructuras completamente circulares, sino de formas más irregulares. Tras la ovulación, los folículos se vuelven menos anecoicos al convertirse en cuerpos hemorrágicos, los cuales pronto evolucionan a cuerpos lúteos, identificables como estructuras hiperecoicas de 8-14 mm de diámetro con bordes difusos, difíciles de contar y medir *(Imagen 2)*.

El uso de ecografía también permite identificar patologías reproductivas que nos ayudaran en la descripción de las causas detrás de la infertilidad estacional, tales como quistes ováricos, ovarios inactivos o infantiles, y otras patologías *(Imagen 3)*[16].

EL CICLO FOLICULAR OVÁRICO

La dinámica folicular es un proceso de crecimiento y regresión de los folículos en el ovario durante la fase folicular. Sabemos que está influenciada por la estación del año, la condición corporal, la edad de parto y la duración de la lactación[19]. El ovario cíclico posee folículos antrales desde el mismo inicio de la fase folicular. Estos folículos responderán a las hormonas FSH y LH en cuatro fases bien establecidas. Durante el (1) *reclutamiento*, los folículos dependen de la liberación de GnRH/LH en la hipófisis. En este estado, su diámetro es menor de 3 mm. El incremento

IMAGEN 3 Imagen ecográfica de ovarios anorales en cerdas el día de su destete, con cuerpos lúteos y folículos coexistiendo (izquierda) y quistes ováricos (centro y derecha) con diámetro superior a 1,1 cm.

en la pulsatilidad de la liberación de LH lleva a la (2) selección de algunos de estos folículos31. En esta etapa, los folículos más pequeños regresan, y los mayores, con más receptores de LH, evolucionan durante la (3) fase de crecimiento hasta los 8 mm aproximadamente, momento en el cual están preparados para (4) la ovulación. El pool de folículos preovulatorios es heterogéneo en tamaño y forma, aunque normalmente son mayores a 7-8 mm. La producción de estrógenos en estos folículos comienza cuando tienen aproximadamente 6 mm, alcanzando un máximo de producción 2-3 días antes de la ovulación. La concentración de estrógenos en sangre está relacionada con los signos de celo en la hembra[35], aunque no estrictamente con el momento de ovulación[44]. La ovulación sucederá en 10-85 h tras el inicio del celo, estando directamente relacionada con su duración. Pero como no podemos predecir la duración, la detección del celo no es un predictor suficiente para la ovulación, que sucederá en el 70% de la duración del celo[43].

Los folículos en el ovario son reclutados y seleccionados para crecer y posteriormente ovular. El reclutamiento, sin embargo, sucede seguido de atresia folicular en oleadas durante toda la lactación, con la cerda en anoestro. Sin embargo, en lactación los folículos aún pueden pasar a la fase de reclutamiento, dependiendo de factores externos tales como un descenso en la intensidad del estímulo de succión de los lechones, o como largos períodos de lactación[17]. Al destete, los folículos de las distintas cerdas se hallan en diferentes momentos de reclutamiento y atresia (en unas cerdas creciendo, en otras cerdas regresando), en una dinámica que definirá un mayor o menor IDC[31]. Consecuentemente, el tamaño de los folículos es marcadamente diferente entre las cerdas al destete[5].

CONTROL HORMONAL EXÓGENO DE LA FUNCIÓN OVÁRICA

El control exógeno de la función ovárica es una práctica común en las granjas. La sincronización del celo se consigue mediante el uso de Altrenogest, un progestágeno sintético seguro y de rápida eliminación (supresión de 9 días) que inhibe el desarrollo folicular[46], y logra una sincronización efectiva de los celos tras su retirada en la mayoría de las cerdas, pero no en todas[39]. Además, no consigue homogeneizar el tamaño folicular durante la dinámica folicular alrededor del destete[23,24], aunque administrado antes del destete adecuadamente puede mejorar el tamaño de camada[26]. La sincronización del celo mejora y facilita el manejo de detección de celo, optimiza el proceso de IA, agrupa los futuros partos, y facilita el manejo de cada banda en general. Además, permite una reducción en el número de dosis inseminadas, lo cual también facilita el manejo [9,18,19,41], ahorra mano de obra, reduce polución[4,18,39] y finalmente optimiza el número de verracos usados para la IA, aumentando así el valor genético de la población de verracos que da servicio a la población de cerdas.

Existen otras hormonas para la sincronización del celo que son análogas de la GnRH, tales como la buserelina[36]. Sin embargo, la respuesta de las cerdas a este tratamiento es variable, con menos del 80% de las cerdas ovuladas en el momento esperado[9,20].

Otras hormonas útiles en la sincronización de la ovulación son la gonadotropina coriónica humana (hCG34,[63]), la hormona luteinizante porcina (pLH11,33), el análogo de GnRH lecirelina[12] y la triptorelina[7,47]. Estos otros análogos de la GnRH inducen picos endógenos de LH. Su aplicación es segura y su oferta comercial es variada[19]. Sin embargo, de nuevo la respuesta de las cerdas al ›

tratamiento es variable, normalmente por debajo del 80% de sincronización en el momento esperado (Knox y cols. 2011, reportaron el 57,9% y Driancourt y cols. 2013, reportaron el 76%, por ejemplo).

Las causas de esta alta variabilidad y respuesta sub-óptima a altrenogest y a los análogos de la GnRH no están claras. Algunas de las más estudiadas son el momento y los protocolos de administración[20,9], la estacionalida[36] y el estado folicular ovárico en el momento del destete[26,28]. Recientemente, Lopes y cols.[25] han determinado que los desórdenes en el desarrollo folicular ovárico podrían ser la causa primaria de la pobre capacidad reproductiva de la cerda destetada durante el período de infertilidad estacional. Demostraron que las cerdas presentan claras diferencias en el diámetro folicular ovárico al destete, diferencias que ya están presentes desde el inicio de la lactación y son más marcadas en las cerdas destetadas durante verano y otoño. Además, las cerdas con folículos ováricos pequeños en el momento del destete son más propensas a una peor capacidad reproductiva posdestete, y su incidencia es mayor durante el verano y el otoño, y en cerdas con menos partos. Para intentar mitigar esta situación, un tratamiento corto con altrenogest durante los últimos días de lactación (7-2 días antes del destete) puede contribuir a un mayor y más homogéneo número de folículos capaces de ovular al inicio del estro, incrementando el número total de lechones nacidos por cerda inseminada. Por último, hallaron que un tratamiento con buserelina es de baja efectividad en cerdas con folículos ováricos pequeños en el momento del tratamiento. ■

REFERENCIAS

1. Bertoldo M.J.; Holyoake P.K.; Evans G.; Grupen C.G. Seasonal variation in the ovarian function of sows. Reprod. *Fertil. Dev.* 2012, 24(6):822-34.
2. Bolarín A.; Vázquez, J.M.; Parrilla, I.; Vázquez, J.L.; Martínez, E.A.; Roca, J. Validation of trans-rectal ultrasonography for counting preovulatory follicles in weaned sows. Anim. *Reprod. Sci.* 2009, 13(1-4):137-42.
3. Bolarín, A.; Hernández, M.; Vázquez, J.M.; Rodríguez-Martínez, H.; Martínez, E.A.; Roca, J. Use of frozen-thawed semen aggravates the summer-autumn infertility of artificially inseminated weaned sows in the Mediterranean region. *J Anim Sci.* 2009, 87:3967-3975.
4. Bortolozzo, F.P.; Menegat, M.B.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Wentz, I. New artificial insemination technologies for swine. *Reprod Dom Anim* 2015, 50 Suppl 2:80-4.
5. Bracken, C.J.; Lamberson, W.R.; Safranski, T.J.; Lucy, M.C. Factors affecting follicular populations on Day 3 postweaning and interval to ovulation in a commercial sow herd. *Theriogenology*, 2003, 60:11-20.
6. Cassar, G.; Kirkwood, R.N.; Poljak, Z.; Friendship, R. Effect of estrogen formulation and site of deposition on fertility of artificially inseminated sows treated with human chorionic gonadotrophin to induce ovulation. *J Swine Health Prod.* 2004, 12:285-287.
7. Dillard, D.S.; Flowers, W.L. Reproductive performance of sows associated with single, fixed-time insemination programs in commercial farms based on either average herd weaning-to-estrus intervals or postweaning estrous activity. *Appl Anim Sci,* 2020, 36, 100-107.
8. Dominguez, J.C.; Peña, F.J.; Anel, L.; Carbajo, M. Swine summer infertility syndrome in northwest Spain. Vet. Rec. 1996, 139:93-94.
9. Driancourt, M.A.; Cox, P.; Rubion, S.; Harnois-Milon, G.; Kemp, B.; Soede, N.M. Induction of an LH surge and ovulation by buserelin (as Receptal) allows breeding of weaned sows with a single fixed-time insemination, *Theriogenology,* 2013, 80(4):391-399.
10. Eliasson-Selling L.; Hofmo P.O.; Narum, M. The art of oestrus control in group-housed sows - a video presentation. *Proceedings of the 16th IPVS congress, Melbourne, Australia* 2000, p. 395.
11. Fontana, D.L.; Ulguim, R.R.; Sbardella, P.E.; Bernardi, M.L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F.P. Fixed-time post-cervical artificial insemination in sows receiving porcine luteinising hormone at oestrus onset. *Anim Reprod Sci.* 2014, 144:109-114.
12. Fries, H.C.C.; Souza, L.P.; Faccin, J.E.G.; Reckziegel, M.V.; Hernig, L.; Marimon, B.T.; Bernardi, M.L. Induction and synchronization of ovulation in sows using a Gonadotropin-releasing Hormone Analog (Lecirelin). *Anim Reprod.* 2010, 55:362-366.
13. Hemsworth, P.H.; Tilbrook, A.J. Sexual behavior of male pigs. *Hormones and Behavior* 2007, 52:39-44.
14. Jongman, E.C.; Hemsworth, P.H.; Galloway, D.B. The influence of conditions at the time of mating on the sexual behaviour of male and female pigs. *Appl Anim Behav Sci.* 1996 Jul;48(3-4):143-150.
15. Kauffold, J.; Althouse, G.C. An update on the use of B-mode ultrasonography in female pig reproduction. *Theriogenology.* 2007, 67(5), 901-11.
16. Kauffold, J.; Peltoniemi, O.; Wehrend, A.; Althouse, G.C. Principles and clinical uses of real-time ultrasonography in female swine reproduction. Animals 2019, 9, 950.
17. Kemp, B.; Soede, N.M. Should weaning be the start of the reproductive cycle in hyper prolific sows? A physiological view. *Reprod Dom Anim,* 2012, 47(Suppl.):320-326.
18. Kirkwood, R.N.; Kauffold, J. Advances in breeding management and use of ovulation induction for fixed-time AI. *Reprod Dom Anim,* 2015, 50 (Suppl 2):85-9.
19. Knox, R.V. Factors influencing follicle development in gilts and sows and management strategies used to regu-

late growth for control of estrus and ovulation. *J Anim Sci.* 2019, 97:1433–1445.
20. Knox, R.V.; Willenburg, K.L.; Rodríguez-Zas, S.L.; Greger, D.L.; Hafs, H.D.; Swanson, M.E. Synchronization of ovulation and fertility in weaned sows treated with intravaginal triptorelin is influenced by timing of administration and follicle size. *Theriogenology*, 2011, 75:308-319.
21. Koketsu, Y.; Dial, G.D. Factors influencing the post-weaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 1997, 47:1445-1461.
22. Koketsu, Y.; Dial, G.D.; Pettigrew, J.E.; King, V.L. Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J Anim Sci.* 1996, 74(12):2875-84.
23. van Leeuwen, J.J.; Williams, S.I.; Kemp, B.; Soede, N.M. Post-weaning altrenogest treatment in primiparous sows; the effect of duration and dosage on follicular development and consequences for early pregnancy. *Anim Reprod Sci.* 2010, 119(3-4):258-64.
24. Van Leeuwen, J.J.; Williams, S.I.; Martens, M.R.; Jourquin, J.; Driancourt, M.A.; Kemp, B.; Soede, N.M. The effect of different postweaning altrenogest treatments of primiparous sows on follicular development, pregnancy rates, and litter sizes. *J Anim Sci.* 2011b, 89(2):397-403.
25. Lopes, T.M.P. Ovarian follicular development in weaned sows. Determinants and potential compensatory treatments. Tesis Doctoral, *Universidad de Murcia.* 2021 http://hdl.handle.net/10201/114203
26. Lopes, T.P.; Bolarín, A.; Martínez, E.A.; Roca, J. Altrenogest treatment before weaning improves litter size in sows. *Reprod Dom Anim.* 2017, Oct 52(Suppl 4):75-77.
27. Lopes, T.P.; Padilla, L.; Bolarín, A.; Rodríguez-Martínez, H.; Roca, J. Ovarian follicle growth during lactation determines the reproductive performance of weaned sows. *Animals* (Basel). 2020a Jun 10;10(6):1012.
28. Lopes, T.P.; Padilla, L.; Bolarín, A.; Rodríguez-Martínez, H.; Roca, J. Weaned sows with small ovarian follicles respond poorly to the GnRH agonist Buserelin. Animals (Basel). 2020b, Oct 28;10(11):1979.
29. Lopes, T.P.; Sánchez-Osorio, J.; Bolarín, A.; Martínez, E.A.; Roca, J. Relevance of ovarian follicular development to the seasonal impairment of fertility in weaned sows. *Vet J*, 2014 Mar;199(3):382-6.
30. Love, R.J.; Evans, G.; Klupiec, C. Seasonal effects on fertility in gilts and sows. *Reprod Fertil Suppl.* 1993, 48:191-206.
31. Lucy, M.C.; Liu, J.; Boyd, C.K.; Bracken, C.J. Ovarian follicular growth in sows. *Reprod.* 2001, 58 (Suppl.):31-45.
32. Mauget, R. Seasonal Anoestrus in Wild Sows. In Endocrine Causes of Seasonal and Lactational Anestrus in Farm Animals 1985, 108–118.
33. McBride, M.; Armezcua, R.; Cassar, G.; O'Sullivan, T.; Friendship, R. Combining Fixed-Time Insemination and Improved Catheter Design in an Effort to Improve Swine Reproduction Efficiency. *Animals* 2019, 9:748.
34. Nissen, A.K.; Lehn-Jensen, H.; Hyttel, P.; Greve, T. Follicular development and ovulation in sows: Effect of hCG and GnRH treatment. *Acta Vet Scand.* 1995, 36:123-133.
35. Noguchi, M.; Yoshioka, K.; Itoh S.; Suzuki C.; Arai S.; Wada Y.; Hasegawa Y.; Kaneko H. Peripheral concentrations of inhibin A, ovarian steroids, and gonadotropins associated with follicular development throughout the estrous cycle of the sow. *Reprod.* 2010 Jan;139(1):153-61.
36. Pearodwong, P.; Tretipskul, C.; Soede, N.M.; Tummaruk, P. Factors affecting estrus and ovulation time in weaned sows with induced ovulation by GnRH administration in different seasons. *J Vet Med Sci.* 2019 81:1567-1574.
37. Peltoniemi, O.A.; Virolainen, J.V. Seasonality of reproduction in gilts and sows. *Soc Reprod Fertil Suppl.* 2006 62:205-18.
38. Prunier, A.; Quesnel, H.; de Bragança, M.M.; Kermabon, A.Y. Environmental and seasonal influences on the return-to-oestrus after weaning in primiparous sows: a review. *Livest Prod Sci.* 1996 45:103-110.
39. de Rensis, F.; Kirkwood, R.N. Control of estrus and ovulation: Fertility to timed insemination of gilts and sows. *Theriogenology* 2016 86(6):1440-1466.
40. de Rensis, F.; Ziecik, A.J.; Kirkwood, R.N. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenology* 2017 96:111-117.
41. Roca. J.; Parrilla. I.; Bolarín, A.; Martínez, E.A.; Rodríguez-Martínez, H. Will AI in Pigs become more efficient. *Theriogenology* 2016 Jul 1;86(1):187-93.
42. Soede, N.M.; Hazeleger, W.; Kemp, B. Follicle size and the process of ovulation in sows as studied with ultrasound. *Reprod Dom Anim.* 1998 33:239-244.
43. Soede, N.M.; Kemp, B. Oestrus expression and timing of ovulation in pigs. *J Reprod Fert.* 1997 52(Suppl.):91-103.
44. Soede, N.M.; Wetzels, C.C.H.; Zondag, W.; de Koning, M.A.I.; Kemp, B. Effects of time of insemination relative to ovulation, as determined by ultrasonography, on fertilization rate and accessory sperm count in sows. *J Reprod Fertil.* 1995a 104:99-106.
45. Vargas, A.J.; Bernardi, M.L.; Bortolozzo, F.P.; Mellagi, A.P.; Wentz, I. Factors associated with return to estrus in first service swine females. *Prev Vet Med.* 2009 89:75-80.
46. Wang, Z.; Liu, B.S.; Wang, X.Y.; Wei, Q.H.; Tian, H.; Wang, L.Q. Effects of altrenogest on reproductive performance of gilts and sows: a meta-analysis. *Anim Reprod Sci.*, 2018 197:10-21.
47. Wang, Z.; Liu, B.; Wang, X.; Peng, J.; Huang, X.; Tian, H, Wang, L. Effects of fixed-time artificial insemination using triptorelin on the reproductive performance of pigs: A meta-analysis. *Animal* 2020 14(7):1481-92.
48. Weiler, U.; Claus, R.; Denhard, M.; Hofäcker, S. Seasonal infertility, stress and adrenocritical responsiveness in pigs. *Anim Reprod Sci.* 1996 34:265-79.