



Abanico Boletín Técnico. Enero-Diciembre, 2024; 3:1-16.
Artículo Original. Clave: e2024-25.

Efecto de la administración de eCG y GnRH-análogo en el desempeño reproductivo de cerdas primíparas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica

Effect of the administration of eCG and GnRH-analogue on the reproductive performance of primiparous sows weaned under high caloric load conditions

Paixao-Guzmán Anabel ^{ID}, Portillo-Loera Jesús ^{ID}, Romo-Valdez Juan ^{ID}, Romo-Valdez Ana ^{ID}, Romo-Rubio Javier* ^{ID}

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Boulevard San Ángel, No. 3800, Fraccionamiento San Benito, C.P. 80246. Culiacán Rosales, Sinaloa, México. Autor de correspondencia: Romo-Rubio Javier. E-mail: apaixaoguzman@gmail.com, portillo6422@uas.edu.mx, romo_14@hotmail.com, e.ana.romo@uas.edu.mx, romo60@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de eCG y GnRH-análogo en el desempeño reproductivo de cerdas primíparas que estuvieron en lactación en condiciones de alta carga calórica ambiental, se realizó un estudio durante los meses de junio a octubre. La temperatura ambiente promedio durante el periodo de estudio fue de 30.9 °C y una humedad relativa de 74.6 % (ITH de 83.4 puntos). Se utilizaron 100 cerdas primíparas, a las que se les asignó uno de dos tratamientos (T): T1 (Grupo testigo; n = 50); cerdas que no recibieron tratamiento hormonal posdestete y T2 (eCG + GnRH; n = 50); cerdas que recibieron la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h posdestete y 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo. Las cerdas que recibieron la aplicación de 1000 UI de eCG tuvieron un menor ($p < 0.05$) intervalo destete-celo (129.41 vs. 218.54 h); sin embargo, la tasa de parto fue menor ($p < 0.05$) en las cerdas que recibieron el tratamiento combinado de 1000 UI de eCG 24 h posdestete y 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo (66.66 vs. 81.25 %). El tamaño y peso de la camada no fue modificado ($p > 0.05$) por el tratamiento. Los resultados obtenidos permiten concluir, que la aplicación i.m. de 1000 UI eCG 24 h posdestete, a cerdas primerizas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica, disminuye el intervalo destete celo, pero la administración combinada de 1000 UI de eCG 24 h posdestete y 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo disminuye la tasa de parto en cerdas primíparas metabólicamente comprometidas bajo condiciones de alta carga calórica ambiental.

Palabras clave: eCG, GnRH, desempeño reproductivo, estrés calórico, cerdas primíparas.

ABSTRACT

With the objective of determining the effect of the application of eCG and GnRH-analogue on the reproductive performance of primiparous sows that were lactating under conditions of high environmental caloric load, a study was carried out during the months of June to October. The average ambient temperature during the study period was 30.9 °C and a relative humidity of 74.6 % (ITH of 83.4 points). One hundred primiparous sows were used, which were assigned one of two treatments (T): T1 (Control group; n = 50); sows that did not receive post-weaning and T2 hormonal treatment (eCG + GnRH; n = 50); sows that received i.m. of 1000 IU of eCG 24 h post-weaning and 50 µg of GnRH at the time of the onset of heat. Sows that received the application of 1000 IU of eCG had a shorter ($p < 0.05$) weaning-to-estrus interval



(129.41 vs. 218.54 h); However, the farrowing rate was lower ($p < 0.05$) in the sows that received the combined treatment of 1000 IU of eCG 24 h post-weaning and 50 μ g of GnRH at the time of estrus (66.66 vs. 81.25%). The size and weight of the litter was not modified ($p > 0.05$) by the treatment. The results obtained allow us to conclude that the i.m. application of 1000 IU eCG 24 h post-weaning, to gilts weaned under conditions of high caloric load, decreases the weaning-to-estrus interval, but the combined administration of 1000 IU of eCG 24 h post-weaning and 50 μ g of GnRH at the time of the manifestation of estrus decreases farrowing rate in metabolically compromised primiparous sows under conditions of high environmental caloric load.

Keywords: eCG, GnRH, reproductive performance, heat stress, gilts.

INTRODUCCIÓN

Las cerdas destetadas bajan su rendimiento reproductivo en condiciones de alta carga calórica ambiental, lo que se ha denominado como “infertilidad estacional”, misma que se manifiesta durante los meses de verano-otoño (de Rensis *et al.*, 2017). Las manifestaciones de infertilidad estacional incluyen pubertad tardía (Peltoniemi *et al.*, 1999), intervalo destete-estro prolongado o irregular (Sterning *et al.*, 1990), tasas reducidas de partos (Tast *et al.*, 2002), anestros y tamaños reducidos de camada (Wegner *et al.*, 2016). En general, la infertilidad estacional se expresa con mayor frecuencia en cerdas primerizas (nulíparas) y en cerdas primíparas que en cerdas múltiparas (Bloemhof *et al.*, 2013). La baja ingesta de nutrientes durante la lactancia está relacionada con la reducción de la fertilidad de las cerdas (Kirkwood *et al.*, 1990) y se asocia con una disminución preovulatoria de LH en las cerdas (Baidoo *et al.*, 1992) y una menor secreción basal de LH en cerdas primerizas gestantes (Peltoniemi *et al.*, 1997) y cerdas adultas (Kirkwood *et al.*, 1990). Se ha sugerido que la disminución en la secreción de LH tiene un efecto adverso sobre la calidad de la luteinización de los folículos ovulados (Aherne y Kirkwood, 1985), lo que sugiere una menor producción de progesterona y sus posibles consecuencias en el mantenimiento de la gestación. Se sabe que el proceso de desarrollo folicular y la tasa de ovulación dependen de las gonadotropinas (Soede *et al.*, 2011); la hormona luteinizante (LH) es responsable de la maduración y selección de los folículos que eventualmente ovularán, y la hormona folículo estimulante (FSH) desempeña una función de apoyo en la maduración del folículo (Guthrie *et al.*, 1990). Estas hormonas se usan comúnmente en forma combinada para inducir el crecimiento folicular y la ovulación en protocolos para la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) en cerdas destetadas (Brüssow *et al.*, 1996). La gonadotropina coriónica equina (eCG) es la hormona más utilizada para sincronizar el desarrollo folicular después del destete (Kirkwood & Kauffold, 2015); al respecto, se ha observado que un menor porcentaje de cerdas tratadas con 1000 UI de eCG desarrollan quistes ováricos (Schlegel *et al.*, 1978); además, cerdas primíparas y múltiparas que recibieron la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h después del destete tuvieron mayor tasa de preñez y tamaño de camada que las que recibieron la combinación de 400 UI de eCG/200 UI de hCG (Barbe *et al.*, 1997,



citado por [Brüssow et al., 2009](#)). Los análogos de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH; Peforelina, Triptorelina, Buserelina, Gonadorelina y Goserelina) se han utilizado para sincronizar la ovulación en cerdas destetadas ([de Jong et al., 2013](#); [Kirkwood & Kauffold, 2015](#)). Se ha observado que primerizas inyectadas con 50 µg de D-Phe6-LHRH (Gonavet®) 78-80 h después de la aplicación de 1000 UI de eCG e inseminadas artificialmente a las 24 y 40 h después de la aplicación de GnRH, tuvieron mejor fertilidad en comparación con el uso de hCG para inducir la ovulación ([Brüssow et al., 1996](#)). El objetivo del presente estudio fue medir la respuesta reproductiva de la cerda primípara, destetada en condiciones de alta carga calórica ambiental, a la aplicación de eCG 24 h posdestete y GnRH-análogo al momento de la manifestación de celo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización del área de estudio. El estudio se realizó durante los meses de junio a octubre de 2019, en la granja porcina de ciclo completo “La Huerta”, localizada en el municipio de Culiacán, Sinaloa, en el noroeste de México; con coordenadas geográficas: 24° 49' 38' latitud Norte y 107° 22' 47' longitud Oeste, con una altitud de 60 msnm ([INEGI, 2009](#)). El clima se clasifica como semiseco muy cálido (BS1(h')), con temperatura media anual de 24.9 °C, con máximas de 45 °C en los meses de julio y agosto, y mínimas de 7°C en diciembre y enero. La precipitación pluvial es de 671.4 mm, con precipitaciones máximas en los meses de julio, agosto y septiembre ([García, 2004](#)).

Animales en estudio y prácticas de manejo. Se utilizaron 100 cerdas primíparas destetadas durante el verano, clínicamente sanas. Al destete se midió el EGD. Las cerdas fueron alojadas en corrales colectivos con piso de concreto, ubicados en galerón abierto totalmente techado, en grupos de 15 cerdas máximo, de acuerdo con su peso corporal. Todas las cerdas fueron alimentadas con una dieta de gestación a libre consumo, con acceso permanente a agua de bebida. La estimulación del estro se realizó a partir de las 24 h después del destete, diariamente a las 0700 y 1600 h, con la ayuda de un semental sexualmente maduro y se registró el intervalo destete-celo. Las cerdas detectadas en celo fueron alojadas en jaulas individuales de gestación, ubicadas en un galerón abierto con piso de concreto y totalmente techado; fueron inseminadas a las 12, 24 y 36 h después de detectadas en celo, con la presencia de un semental sexualmente activo. Las cerdas permanecieron en las jaulas de gestación hasta los 110 días post inseminación, periodo durante el cual recibieran 2 kg de alimento de una dieta de gestación. El diagnóstico de gestación se realizó a los 28 días post inseminación artificial. Cuatro días antes de la fecha probable de parto las cerdas fueron trasladadas a la sala de maternidad; espacio cerrado con techos con aislamiento térmico y ventilación forzada. Al momento del parto se registró el número total de lechones nacidos, lechones nacidos vivos y peso



de la camada al nacimiento. Se registró el número de cerdas inseminadas y cerdas paridas, con base en lo cual se determinó la tasa de parto.

Con base en el registro de la temperatura y humedad relativa de la estación meteorológica más cercana a la unidad de producción porcina se determinó el índice de temperatura y humedad (ITH) al que las cerdas estuvieron expuestas durante el periodo de estudio.

Diseño experimental. Se utilizaron 100 cerdas primíparas (genética PIC), destetadas durante el verano, clínicamente sanas, en un diseño experimental completamente al azar. Los tratamientos (T) consistieron en: T1: (Grupo testigo; n = 50), cerdas primíparas que no recibieron tratamiento hormonal posdestete y T2: (eCG + GnRH-A; n = 50), cerdas primíparas que recibieron la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h posdestete y 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo.

Mediciones. Se registró el intervalo destete-celo (IDC), total de lechones nacidos (TLN), lechones nacidos vivos (LNV) y peso de la camada al nacimiento (PCN). Con base en el número de cerdas inseminadas y cerdas paridas se determinó la tasa de parto (TP).

Análisis estadístico. A los datos de IDC, TLN, LNV y PCN, se les aplicó a un análisis de varianza (ANOVA; $p \leq 0.05$), para un diseño completamente al azar; con el modelo estadístico: $Y_{ij} = \mu + (eCG + GnRH) + \varepsilon_{ij}$; donde Y_{ij} es la variable de respuesta, μ la media general, $eCG + GnRH$ es el efecto del i-ésimo nivel de $eCG + GnRH$, y ε_{ij} es el error experimental. A los datos de tasa de parto se les aplicó un análisis de Ji-cuadrada ($p \leq 0.05$), utilizando tabla de contingencia 2 x 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del efecto de la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h posdestete en el IDC de las cerdas primíparas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica se muestra en el Cuadro 1. La aplicación de eCG disminuyó ($p = 0.03$) el IDC (129.41 vs. 218.54 h). La aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h posdestete y de 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo disminuyó ($p = 0.02$) la tasa de parto (66.66 vs. 81.25 %; Cuadro 2), en tanto que el tamaño y peso de la camada no fue modificada ($p > 0.05$) por el tratamiento (Cuadro 3). Durante el periodo experimental las cerdas estuvieron expuestas a una temperatura ambiental promedio 30.9 °C y una humedad relativa de 74.6 % (Cuadro 4; Estación meteorológica FB-UAS, 2019); lo que de acuerdo con [Mader et al. \(2006\)](#) estuvieron expuestas a un ITH de 83.4 puntos; la temperatura máxima promedio fue de 36.4 °C y mínima promedio de 25.3 °C (ITH de 75 a 92; alerta y emergencia fisiológica, respectivamente); lo que indica que las cerdas permanecieron, durante la mayor parte del periodo experimental, en estado de peligro y emergencia fisiológica, derivado de la alta carga calórica a la que permanecieron expuestas durante



el periodo de lactación. Se ha informado, que temperaturas superiores a 25 °C (Auvigne *et al.*, 2010), o que oscilen entre 30 °C y 39 °C se caracterizan por una reducción en la expresión del celo, tasa de gestación y supervivencia embrionaria (Omtvedt *et al.*, 1971). En general, la zona de confort térmico para las cerdas es de aproximadamente 18 a 20 °C (Peltoniemi *et al.*, 1999; Baker, 2004); sin embargo, la temperatura ambiental efectiva que un animal realmente experimenta está determinada por una combinación de varios factores (radiación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento) que influyen en la pérdida de calor por convección, conducción y radiación. El estrés por calor y los largos fotoperiodos durante la estación cálida (hasta 13.40 h) pueden causar una reducción en el consumo de alimento y un desequilibrio del eje hipotalámico-hipofisario-ovárico. La mayor variabilidad en el intervalo entre el inicio del celo y la ovulación da como resultado un mayor número de inseminaciones mal programadas. La actividad endocrina alterada compromete el desarrollo folicular y del cuerpo lúteo, reduce la calidad de los ovocitos y aumenta la mortalidad embrionaria (de Rensis *et al.*, 2017). Las manifestaciones de infertilidad estacional incluyen pubertad tardía (Peltoniemi *et al.*, 1999), intervalo destete-celo prolongado o irregular (Sterning *et al.*, 1990; Peltoniemi *et al.*, 1999), tasas de parto reducidas (Peltoniemi *et al.*, 1999; Tast *et al.*, 2002), anestro y tamaños de camada reducidos (Wegner *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Efecto de la administración de eCG 24 h posdestete en el intervalo destete celo de cerdas primerizas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica.

Variable	Tratamientos		EEM ¹	Valor de p
	Testigo	eCG ²		
Observaciones, n	50	50		
EGD ³ , mm	9.86	10.38	0.2819	0.30
IDC ⁴ , h	218.54	129.41	20.945	0.03

¹Error estándar de la media, ²Gonadotropina coriónica equina (Sincro eCG®), ³Espesor de grasa dorsal, ⁴Intervalo destete-celo.

Cuadro 2. Efecto de la administración de eCG y GNRH-Análogo, a cerdas primíparas destetadas en condiciones de alta carga calórica, en la tasa de parto.

Variable	Tratamientos		Valor de p
	Testigo	eCG ¹ + GnRH-A ²	
Cerdas servidas, n	48	48	
Cerdas falladas, n	9	16	
Cerdas paridas, n	39	32	
Tasa de parto, %	81.25	66.66	0.02

¹Gonadotropina coriónica equina (Sincro eCG®), ²Análogo de hormona liberadora de gonadotropinas (Sincroforte®).



Cuadro 3. Efecto de la administración de eCG y GNRH-Análogo, a cerdas primíparas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica, en el tamaño y peso de la camada al nacimiento.

Variable	Tratamientos		EEM ¹	Valor de p
	Testigo	eCG ² + GnRH-A ³		
Observaciones, n	39	32		
LNT ⁴ , n	11.45	11.94	0.4517	0.59
LNV ⁵ , n	10.57	11.10	0.4112	0.52
PCN ⁶ , kg	13.524	13.98	0.5412	0.67

¹Error estándar de la media, ²Gonadotropina coriónica equina (Sincro eCG®), ³Análogo de hormona liberadora de gonadotropinas (Sincroforte®), ⁴Total de lechones nacidos, ⁵Lechones nacidos vivos, ⁶Peso de la camada al nacimiento.

Cuadro 4. Índice de temperatura y humedad (ITH) al que estuvieron expuestas las cerdas durante el periodo cálido (01 de junio al 27 de septiembre de 2019).

Semana	HR	Temp.	Temp.	Temp.	ITH ¹	ITH	ITH
	Prom. (%)	Prom. (°C)	Máx. (°C)	Mín. (°C)	Prom.	Máx.	Mín.
1	76.34	27.90	32.92	23.00	79	87	71
2	73.50	30.05	35.75	24.31	82	91	73
3	59.01	30.91	37.85	23.92	81	91	71
4	57.13	31.97	38.62	25.28	82	91	73
5	66.03	32.15	37.54	26.70	84	92	76
6	64.51	32.84	38.35	26.63	85	93	76
7	72.12	32.24	38.0	26.42	85	94	76
8	76.40	30.58	36.28	24.85	83	92	74
9	75.10	32.84	38.01	27.64	87	95	78
10	80.61	30.38	35.38	25.35	84	92	76
11	78.34	31.71	37.57	25.78	85	95	76
12	79.06	30.71	35.72	25.64	84	92	76
13	81.10	30.57	35.25	25.85	84	92	76
14	82.28	29.50	34.52	24.50	82	91	74
15	80.97	30.35	35.51	25.14	84	92	75
16	83.99	30.32	36.27	24.35	84	94	74
17	81.76	29.91	35.05	24.71	83	91	75
Promedio	74.60	30.87	36.38	25.29	83.4	92	75

¹Índice de temperatura y humedad (ITH) = 0.8 × Temperatura ambiente + [(% humedad relativa ÷ 100) × (temperatura ambiente - 14.4)] + 46.4. Rangos de ITH (normal ≤74; alerta >74 y <79; peligro ≥79 y <84; y emergencia ≥84).

En el presente estudio se observó que las cerdas utilizadas en el experimento tuvieron un IDC promedio de 174 h (7.25 d); las cerdas que recibieron la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG tuvieron un IDC de 129.41 h (5.39 d), en tanto que en las cerdas del tratamiento testigo el IDC fue de 218.54 h (9.10 d); por lo que la administración de eCG



redujo en 40.78 % el IDC en las cerdas primíparas destetadas bajo condiciones de alta carga calórica; estos resultados son similares a los reportados por [de Jong *et al.* \(2013\)](#), quienes observaron que las cerdas primíparas que recibieron la aplicación de 1000 UI de eCG tuvieron un IDC de 4.5 d. La reducción en el IDC obtenido en el presente estudio posiblemente se debió a que la eCG exhibe actividades similares a FSH, principalmente, y a LH; la LH estimula el crecimiento de folículos de 4 mm a tamaño preovulatorio ([Farmer y Papkoff, 1979](#)). Se ha sugerido la existencia de tres subgrupos entre los folículos antrales: gonadotropina-independientes (0.19 a 1.1. mm de diámetro), FSH dependientes (1.1 a 2 mm) y LH dependientes (mayores a 2 mm de diámetro; [Driancourt *et al.*, 1995](#)). En las cerdas, las manifestaciones de infertilidad estacional incluyen una mayor duración y variabilidad del IDC e intervalo estro-ovulación (IEO) ([Peltoniemi & Virolainen, 2006](#)). [Lopes *et al.* \(2013\)](#) observaron que este problema involucraba a más del 17 % de las cerdas destetadas y la mayoría de estos animales no exhibían celo a los 14 días después del destete. La variación en el IDE e IEO puede estar relacionada con diferencias en el tamaño de los folículos al destete ([Lucy *et al.*, 2001](#)). En este sentido, [Lopes *et al.* \(2013\)](#) proporcionaron evidencia de una fuerte relación negativa entre el diámetro de los folículos al destete y la duración del IDE e IEO. La infertilidad estacional se asocia principalmente con altas temperaturas ambientales que afectan negativamente el consumo de nutrientes durante la lactancia ([Peltoniemi & Virolainen, 2006](#)); ésta, se expresa con mayor frecuencia en cerdas jóvenes y primíparas que en cerdas mayores ([Bloemhof *et al.*, 2013](#)). Se sabe que el bajo consumo de nutrientes durante la lactancia está relacionado con una reducción de la fertilidad de las cerdas ([Kirkwood *et al.*, 1990](#)) y está asociada con un menor pico preovulatorio de LH en las cerdas ([Baidoo *et al.*, 1992](#)), una secreción basal de LH más baja en cerdas jóvenes preñadas ([Peltoniemi *et al.*, 1997](#)) y en cerdas multíparas ([Kirkwood *et al.*, 1990](#)). Se ha sugerido que un menor pico preovulatorio de LH tiene un efecto adverso sobre la calidad de la luteinización de los folículos ovulados ([Aherne & Kirkwood, 1985](#)). Información más reciente, sugiere que el control central de la reproducción involucra péptidos de kisspeptina; las neuronas hipotalámicas de GnRH poseen receptores para estos péptidos, y la activación de los receptores de kisspeptina estimula la secreción de GnRH ([Clarke *et al.*, 2015](#)). Se ha observado, que la ingesta de alimento restringida, además de aumentar la melatonina durante el verano, también atenúa la producción de kisspeptina ([Zhou *et al.*, 2014](#)). Esto proporciona un mecanismo potencial para la modulación de la secreción de gonadotropina, ya que se ha demostrado que la melatonina elevada regula a la baja la expresión del gen *KISS-1* y, por lo tanto, la producción de kisspeptina ([Revel *et al.*, 2007](#)). Además, el mal estado nutricional también se asocia con una mayor movilización de las reservas corporales de las cerdas, una mayor incidencia de anestro, bajas tasas de gestación y menores concentraciones plasmáticas de leptina ([de Rensis *et al.*, 2005](#)). El vínculo potencial entre el estado nutricional y la función reproductiva es la actividad de la leptina en las neuronas Kiss-1



(Smith *et al.*, 2006). Lo anterior indica, que la secreción de kisspeptina ejerce control sobre la secreción de GnRH, con la consiguiente secreción de LH que afecta las funciones reproductivas, incluido el crecimiento del folículo y la posterior función del cuerpo lúteo; por lo que, es probable que la kisspeptina sea un factor importante involucrado en la infertilidad estacional. Además del impacto negativo en la secreción de gonadotropinas, el bajo consumo de nutrientes durante la lactancia tiene otros efectos endocrinos asociados con cambios en el estado metabólico que, a su vez, tendrán implicaciones para la función ovárica (de Rensis *et al.*, 2017). Estos cambios endocrinos incluyen el aumento de la hormona del crecimiento y el cortisol (Baidoo *et al.*, 1992), y este aumento de la hormona del crecimiento está relacionado con una menor actividad de la aromatasa de las células de la granulosa ovárica (Xu *et al.*, 1995).

La aplicación i.m. de 1000 UI de eCG a las 24 h posdestete y 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo disminuyó la tasa de parto en 14.6 % (66.66 vs. 81.25 %); estos resultados difieren a los observados por Brüßow *et al.* (1996), quienes informaron que primíparas inyectadas con 50 µg de D-Phe6-LHRH (Gonavet®) 78-80 h después de la aplicación de 1000 IU de eCG e inseminadas artificialmente a las 24 y 40 horas después de la aplicación de GnRH, tuvieron mayores resultados de fertilidad en comparación con el uso de hCG para inducir la ovulación. Los resultados observados en el presente estudio se pudieron deber a que la aplicación de GnRH se realizó al momento de la detección del celo, a las 129.41 h y no a las 78 a 80 h. Sin embargo, se ha observado que las cerdas con folículos pequeños (< 5 mm de diámetro) al momento del tratamiento con GnRH-A responden mal, una condición más frecuente entre las cerdas destetadas en verano-otoño que en las destetadas en invierno-primavera (Lopes *et al.*, 2020); lo que sugiere, que la presencia de cerdas con folículos ováricos pequeños en el momento del tratamiento compromete la eficacia del agonista de GnRH para sincronizar la ovulación en las cerdas destetadas. Además, el tamaño del folículo al destete está relacionado con su tamaño en el momento de la ovulación (Lopes *et al.*, 2014). Este hecho afecta la calidad de los ovocitos ovulados, las tasas de fertilización y eventualmente el desarrollo de los embriones, como se ha evidenciado en vacas (Sá *et al.*, 2010). Además, los cuerpos lúteos resultantes de los folículos pequeños ovulados secretan menos progesterona, comprometiendo la función uterina y, por tanto, el desarrollo embrionario (Bertoldo *et al.*, 2011), lo que puede explicar el menor tamaño de camada en cerdas con folículos pequeños al destete o la menor tasa de gestación. Se ha sugerido, que las causas de los folículos ováricos pequeños al destete comenzarían en el posparto o inicio de la lactancia. La tasa metabólica durante la lactancia difiere entre cerdas con alimentación equitativa (Hultén *et al.*, 2002) y las cerdas con mayor pérdida de peso durante la lactancia tienen intervalos más largos entre el destete y el estro (Hu *et al.*, 2019). La respuesta ovárica a las gonadotropinas posparto y durante la lactancia está regulada por la insulina y el factor similar a la insulina (IGF-I), y las cerdas



metabólicamente comprometidas después del parto han reducido los niveles de insulina y de IGF-1 (Lucy, 2008), lo que tiene un efecto negativo en el desarrollo folicular ovárico (Costermans *et al.*, 2019; Han *et al.*, 2020).

Se ha observado que la restricción alimentaria (3.25 vs. 6.5 kg/día) durante la lactancia en cerdas hiperprolíficas puede influir en el desarrollo de los folículos y la calidad de los ovocitos (Costermans *et al.*, 2020), y las cerdas con restricción de alimento tienen un tamaño de folículo más pequeño. Las cerdas primíparas utilizadas en el presente estudio tuvieron un bajo EGD al destete (10 a 12 mm). Se ha observado que una alta reserva de grasa dorsal después del destete es importante para la respuesta de inducción de la ovulación mediante la inyección de buserelina (un análogo de GnRH) (Pearodwong *et al.*, 2019); el EGD tiene una influencia mayor en las cerdas primíparas sobre el diámetro del folículo, el IDE y el IDO (Pearodwong *et al.*, 2020). Si bien, la administración de 1000 UI de eCG 24 h posdestete redujo el IDC (5.4 vs. 9.1 d), la administración de GnRH al momento del celo redujo la tasa de parto, posiblemente debido a la inducción de ovulación de un bajo número de folículos de tamaño ovulatorio y/o folículos pequeños de mala calidad que no mantuvieron el proceso de gestación. Pearodwong *et al.* (2019) sugirió, que el retraso en la ovulación después de la inyección de buserelina podría estar relacionado con un crecimiento deficiente de los folículos durante la lactancia, una mala calidad de los folículos al destete (p. ej., en cerdas con una condición corporal deficiente) o folículos que eran demasiado pequeños después del destete; además, indicaron que en la estación cálida, el tamaño folicular a las 24 h después de la inyección de buserelina se correlacionó negativamente con el IDE, intervalo inyección de GnRH-estrogeno e intervalo inyección de GnRH-ovulación, lo que indicó que las cerdas con mayor tamaño folicular a las 24 h después de la inyección de buserelina tuvieron una duración más corta desde la inyección hasta el estro y la ovulación.

El efecto estacional sobre la reproducción de las cerdas se ha asociado con una esteroidogénesis folicular deficiente durante la estación cálida (Bertoldo *et al.*, 2011). Esto, a su vez, puede estar relacionado con una disminución del apetito en la estación calurosa que resulta en una mayor pérdida de peso durante la lactancia (Gourdine *et al.*, 2004). Pearodwong *et al.* (2019) observaron que el porcentaje de cerdas que ovularon entre 32 y 56 horas después de la inyección de buserelina fue mayor en la estación fría (75 %) que en la cálida (48 %). Esto indica que las altas temperaturas y la alta humedad durante la estación cálida tienen un efecto sobre el tratamiento con GnRH. Las razones podrían deberse al efecto directo del estrés por calor sobre la función hipotálamo/pituitaria o que el clima cálido y/o húmedo comprometiera el crecimiento folicular en cerdas posdestete. Lopes *et al.* (2014) observaron que los folículos de las cerdas alcanzaban el tamaño preovulatorio más tarde en la estación cálida que en la estación fría. Koketsu *et al.* (1998) observaron que un mayor consumo diario de alimento durante la lactancia se asoció con mayores concentraciones de insulina y glucosa, mayor frecuencia del pulso



de LH antes del destete y un intervalo más corto entre parto y estro de las cerdas. [Johnston et al. \(1999\)](#) observaron que las cerdas redujeron el consumo de alimento durante la lactancia cuando estuvieron en un ambiente con una temperatura media de 29.2 °C en comparación aquellas con un entorno con temperatura media de 20.4 °C. (4.19 vs. 6.38 kg/día), redujo el peso al destete de las cerdas. (176.2 vs. 193.6 kg) y redujo el porcentaje de cerdas que presentaron estro al día 15 posdestete (79.2 vs. 93.4 %). [Gourdine et al. \(2006\)](#) también observaron que las cerdas lactantes redujeron el consumo de alimento (-700 g/d), tuvieron una mayor pérdida de peso corporal (17 vs. 12 kg), y una menor tasa de crecimiento en sus lechones (197 vs. 210 g/d) cuando estuvieron en un entorno con una temperatura media 26.0 °C en comparación con aquellas que estuvieron en un ambiente con una temperatura media 23.8 °C. Durante el periodo de tiempo que duró el presente estudio las cerdas estuvieron sujetas a una temperatura ambiente con 30.9 °C y una humedad relativa de 74.6 % (ITH = 83.4; que indica un nivel de estrés en peligro fisiológico). Bajo estas condiciones ambientales las cerdas reducen el consumo de alimento y aumenta la proporción de cerdas con pérdida excesiva de grasa dorsal durante la lactancia (el promedio de grasa dorsal de las cerdas en estudio fue de 10 mm), lo que posteriormente puede causar una frecuencia de pulso de LH deficiente y concentraciones bajas de insulina y glucosa al destete. Por tanto, el crecimiento folicular tras el destete en estas cerdas pudo verse comprometido. [Costermans et al. \(2019\)](#) observaron que una mayor pérdida de peso durante la lactancia también estaba relacionada con un menor porcentaje de complejo cúmulo-ovocito sano. Estos hallazgos indican que la estación o los factores climáticos pueden influir en la ingesta de alimento y la pérdida de peso corporal de las cerdas durante la lactancia y, por lo tanto, tienen un impacto significativo en la respuesta de las cerdas al tratamiento con GnRH. En el presente estudio, las cerdas que no recibieron la aplicación de eCG tuvieron un intervalo destete-estro prolongado (9.1 d), lo que significa que tuvieron alrededor de 4 d más para recuperar condición corporal y tener un mayor desarrollo folicular, lo que se pudo traducir en una mayor tasa de parto. Lo que sugiere que, si bien la administración de eCG 24 h después del destete puede inducir el desarrollo folicular e inducir el estro por un incremento en los niveles de estrógenos circulantes, la calidad de los folículos ovulados no garantizó una gestación exitosa en cerdas primíparas metabólicamente comprometidas bajo condiciones de estrés calórico. Los resultados indican que la aplicación i.m. de 1000 UI de eCG 24 h posdestete, a cerdas primíparas destetadas, es una herramienta útil para disminuir el intervalo destete celo; pero su administración combinada con 50 µg de GnRH al momento de la manifestación de celo disminuye la tasa de parto en cerdas primíparas destetadas con bajo espesor de grasa dorsal y en condiciones de alta carga calórica ambiental.



LITERATURA CITADA

AHERNE FX, Kirkwood RN. 1985. Nutrition and sow prolificacy. *Journal of Reproduction and Fertility*. (Suppl. 33):169-183.

https://www.researchgate.net/publication/19250763_Nutrition_and_sow_prolificacy

AUVIGNE V, Leneveu P, Jehannin C, Peltoniemi O, Salle E. 2010. Seasonal infertility in sows: a five-year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenology*. 74:60-66. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.12.019>

BAIDOO SK, Aherne FX, Kirkwood RN, Foxcroft GR. 1992. Effect of feed intake during lactation and after weaning on sow reproductive performance. *Canadian Journal of Animal Science*. 72(4):911-917. <https://doi.org/10.4141/cjas92-103>

BAKER JE. 2004. Effective environmental temperature. *Journal of Swine Health and Production*. 12:140-143.

<https://www.aasv.org/shap/issues/v12n3/v12n3ptip.html#:~:text=The%20temperature%20the%20animal%20experiences,convection%2C%20conduction%2C%20and%20radiation.>

BERTOLDO MJ, Holyoake PK, Evans G, Grupen CG. 2011. Seasonal effects on oocyte developmental competence in sows experiencing pregnancy loss. *Animal Reproduction Science*. 124:104–111. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.012>

BLOEMHOF S, Mathur PK, Knol EF, van der Waaij EH. 2013. Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows. *Journal of Animal Science*. 91:2667-2679. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5902>

BRÜSSOW K P, Schneider F, Kanitz W, Rátky J, Kauffold J, Wähner M. 2009. Studies on fixed-time ovulation induction in the pig. *Society of Reproduction and Fertility supplement*. 66:187–195. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19848281/>

BRÜSSOW KP, Jöchle W, Hühn U. 1996. Control of ovulation with a GnRH analog in gilts and sows. *Theriogenology*. 46:925–934. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(96\)00258-0](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(96)00258-0)

CLARKE H, Dhillon WS, Jayasena CN. 2015. Comprehensive review on kisspeptin and its role in reproductive disorders. *Endocrinology and Metabolism*. 30:124-141. <https://doi.org/10.3803/EnM.2015.30.2.124>



COSTERMANS N, Teerds KJ, Middelkoop A, Roelen B, Schoevers EJ, van Tol H, Laurensen B, Koopmanschap RE, Zhao Y, Blokland M, van Tricht F, Zak L, Keijer J, Kemp B, Soede NM. 2019. Consequences of negative energy balance on follicular development and oocyte quality in primiparous sows. *Biology of Reproduction*. 102(2):388–398. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioz175>

COSTERMANS NGJ, Teerds KJ, Middelkoop U, Roelen BAJ, Schoevers EJ, van Tol HTA, Laurensen B, Koopmanschap RE, Zhao Y, Blokland M, van Tricht F, Zak L, Keijer J, Kemp B, Soede NM. 2020. Consequences of negative energy balance on follicular development and oocyte quality in primiparous sows. *Biology of Reproduction*. 102(2): 388–398. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioz175>

DE JONG E, Kauffold J, Engl S, Jourquin J, Maes D. 2013. Effect of a GnRH analogue (Maprelin) on the reproductive performance of gilts and sows. *Theriogenology*. 80:870–7. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.07.012>

DE RENSIS F, Gherpelli M, Superchi P, Martelli P, Kirkwood RN. 2005. Relationship between backfat depth and plasma leptin during lactation and sow reproductive performance after weaning. *Animal Reproduction Science*. 90:95-100. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.017>

DE RENSIS F, Ziecik AJ, Kirkwood RN. 2017. Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications, and treatments. *Theriogenology*. 96:111-117. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.04.004>

DRIANCOURT MA, Locatelli A, Prunier A. 1995. Effects of gonadotrophin deprivation on follicular growth in gilts. *Reproduction Nutrition Development*. 35(6):663-73. <https://doi.org/10.1051/rnd:19950606>

FARMER SW, Papkoff H. 1979. Immunochemical studies with pregnant mare serum gonadotropin. *Biology of Reproduction*. 21:425–31. <https://doi.org/10.1095/biolreprod21.2.425>

GARCÍA E. 2004. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. México D.F. Pp. 91. <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/book/83>

GOURDINE JL, Bidanel JP, Noblet J, Renaudeau D. 2006. Effects of breed and season on performance of lactating sows in a tropical humid climate. *Journal of Animal Science*. 84(2):360–369. <https://doi.org/10.2527/2006.842360x>



GOURDINE JL, Renaudeau D, Noblet J, Bidanel JP. 2004. Effects of season and parity on performance of lactating sows in a tropical climate. *Animal Science*. 79:273–282. <https://doi.org/10.1017/S1357729800090135>

GUTHRIE HD, Bolt DJ, Cooper BS. 1990. Effects of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepuberal gilts. *Journal of Animal Science*. 68:3719-3726. <https://doi.org/10.2527/1990.68113719x>

HAN T, Björkman S, Soede NM, Oliviero C, Peltoniemi OAT. 2020. IGF-1 concentration patterns and their relationship with follicle development after weaning in young sows fed different pre-mating diets. *Animal*. 1–9. <https://doi.org/10.1017/S1751731120000063>

HU P, Yang H, Lv B, Zhao D, Wang J, Zhu W. 2019. Dynamic changes of fatty acids and minerals in sow milk during lactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 103:603–611. <https://doi.org/10.1111/jpn.13040>

LUCY MC. 2008. Functional differences in the growth hormone and insulin-like growth factor axis in cattle and pigs: Implications for post-partum nutrition and reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*. 43 (Suppl. 2):31–39. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01140.x>

HULTÉN F, Valros A, Rundgren M, Einarsson S. 2002. Reproductive endocrinology and postweaning performance in the multiparous sow. Part 1. Influence of metabolic status during lactation. *Theriogenology*. 58:1503–1517. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(02\)01059-2](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(02)01059-2)

INEGI. 2009. Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. <https://estadisticas.sinaloa.gob.mx/documentos/AnuarioEstad%C3%ADsticoSinaloa2009.pdf>

JOHNSTON LJ, Ellis M, Libal GW, Mayrose VB, Weldon WC, and NCR-89 Committee on Swine Management. 1999. Effect of room temperature and dietary amino acid concentration on performance of lactating sows. *Journal of Animal Science*. 77:1638–1644. <https://doi.org/10.2527/1999.7771638x>



KIRKWOOD RN, Baidoo SK, Aherne FX. 1990. The influence of feeding level during lactation and gestation on the endocrine status and reproductive performance of second parity sows. *Canadian Journal of Animal Science*. 70:1119-1126.

<https://doi.org/10.4141/cjas90-135>

KIRKWOOD RN, Kauffold J. 2015. Advances in breeding management and use of ovulation induction for fixed-time AI. *Reproduction in Domestic Animals*. 50:85–89.

<https://doi.org/10.1111/rda.12524>

KOKETSU Y, Dial GD, Pettigrew JE, Xue J, Yang H, Lucia T. 1998. Influence of lactation length and feed intake on reproductive performance and blood concentrations of glucose, insulin and luteinizing hormone in primiparous sows. *Animal Reproduction Science*. 52:153–163.

[https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(98\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(98)00093-1)

LOPES TP, Padilla L, Bolarin A, Rodriguez-Martinez H, Roca J. 2020. Ovarian Follicle Growth during Lactation Determines the Reproductive Performance of Weaned Sows. *Animals*. 10:1012;

<https://doi.org/10.3390/ani10061012>

LOPES TP, Sanchez-Osorio J, Bolarin A, Martinez EA, Roca J. 2013. Relevance of ovarian follicular development to the seasonal impairment of fertility in weaned sows. *The Veterinary Journal*. 199:382-386.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.11.026>

LOPES TP, Sanchez-Osorio J, Bolarin A, Martinez EA, Roca J. 2014. Relevance of ovarian follicular development to the seasonal impairment of fertility in weaned sows. *The Veterinary Journal*. 199:382–386.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.11.026>

LUCY MC, J Liu, K Boyd, CJ Bracken. 2001. Ovarian follicular growth in sows. *Reproduction*. 58 (Supl.):31–45.

<https://www.bioscioproceedings.org/bp/0016/pdf/bp0016cpr3.pdf>

MADER TL, Davis MS, Brown-Brandl T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 84:712-719. ISSN: 0021-8812;

<http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1622&context=animalscifacpub>

OMTVEDT IT, Nelson RE, Edwards RL, Stephens DF, Turman EJ. 1971. Influence of heat stress during early, mid and late pregnancy of gilts. *Journal of Animal Science*. 32:312-317.

<https://doi.org/10.2527/jas1971.322312x>



PEARODWONG P, Tretipskul C, Nicoline M. Soede NM, Tummaruk P. 2019. Factors affecting estrus and ovulation time in weaned sows with induced ovulation by GnRH administration in different seasons. *The Journal of Veterinary Medical Science*. 81(11):1567–1574. <https://doi.org/10.1292/jvms.18-0429>

PEARODWONG P, Tretipskul C, Panyathong R, Tummaruk P. 2020. Factors influencing pre-ovulatory follicle diameter and weaning-to-ovulation interval in spontaneously ovulating sows in tropical environment. *Reproduction in Domestic Animals*. 55:1756–1763. <https://doi.org/10.1111/rda.13836>

PELTONIEMI OA, Heinonen M, Leppävuori A, Love RJ. 1999. Seasonal effects on reproduction in the domestic sow in Finlandia herd record study. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 40:133-144.

https://www.researchgate.net/publication/12696599_Seasonal_Effects_on_Reproduction_in_the_Domestic_Sow_in_Finland_-_A_Herd_Record_Study

PELTONIEMI OA, Love RJ, Klupiec C, Evans G. 1997. Effect of feed restriction and season on LH and prolactin secretion, adrenal response, insulin and FFA in group housed pregnant gilts. *Animal Reproduction Science*. 49:179-190.

[https://doi.org/10.1016/S03784320\(97\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S03784320(97)00062-6)

PELTONIEMI OA, Virolainen JV. 2006. Seasonality of reproduction in gilts and sows. *Society for Reproduction and Fertility*.; (Suppl. 62):205-218.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16866319/>

REVEL FG, Ansel L, Klosen P, Saboureau M, Pevet P, Mikkelsen JD, Simonneaux V. 2007. Kisspeptin: a key link to seasonal breeding. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*. 8:57- 65. <https://doi.org/10.1007/s11154-007-9031-7>

SÁ FMF, Crespilho AM, Santos JEP, Perry GA, Baruselli PS. 2010. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Animal Reproduction Science*. 120:23–30.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.03.007>

SCHLEGEL W, Krebs R, Stenzel S, Wähler M. 1978. Effect of various injection times in ovulation stimulation in gilts following previous biotechnical puberty induction. *Arch Exp Veterinarmed*. 32(6):863-867. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/571265/>



SMITH JT, Acohido BV, Clifton DK, Steiner RA. 2006. KiSS-1 neurones are direct targets for leptin in the ob/ob mouse. *Journal of Neuroendocrinology*. 18:298-303.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2826.2006.01417.x>

SOEDE NM, Langendijk P, Kemp B. 2011. Reproductive cycles in pigs. *Animal Reproduction Science*. 124:251–258. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2011.02.025>

STERNING M, Rydhmer L, Eliasson L, Einarsson S, Anderson K. A. 1990. Study on primiparous sows of the ability to show standing oestrus and to ovulate after weaning. Influences of loss of body weight and back fat during lactation and of litter size, litter weight gain and season. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 31:227-236.

https://www.researchgate.net/publication/20894589_A_study_on_primiparous_sows_of_the_ability_to_show_standing_oestrus_and_to_ovulate_after_weaning_Influences_of_loss_of_body_weight_and_backfat_during_lactation_and_of_litter_size_litter_weight_gain_an

TAST A, Peltoniemi OA, Virolainen JV, Love RJ. 2002. Early disruption of pregnancy as a manifestation of seasonal infertility in pigs. *Animal Reproduction Science*. 74:75-86.

[https://doi.org/10.1016/S0378-4320\(02\)00167-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4320(02)00167-7)

WEGNER K, Lambertz C, Das G, Reiner G, Gauly M. 2016. Effects of temperature and temperature-humidity index on the reproductive performance of sows during summer months under a temperate climate. *Animal Science Journal*. 87: 1334-1339.

<https://doi.org/10.1111/asj.12569>

XU Y, Thacker PA, Kirkwood RN, Rajkumar K. 1995. Effects of metabolic hormones and growth factors on forskolin and dibutyryl adenosine 30,50-cyclic monophosphate induced steroidogenic responses by porcine granulosa cells in vitro. *Canadian Journal of Animal Science*. 75:85-91.

<https://cdnsciencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjas95-011>

ZHOU D, Zhuo Y, Che L, Lin Y, Fang Z, Wu D. 2014. Nutrient restriction induces failure of reproductive function and molecular changes in hypothalamus-pituitary-gonadal axis in postpubertal gilts. *Molecular Biology Reports*. 41:4733-4742.

<https://doi.org/10.1007/s11033-014-3344-x>