

11663

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCION Y DE LA SALUD ANIMAL

USO DE GONADOTROPINAS EN CERDAS DESPUES DE
LACTANCIAS DE DIEZ DIAS: EFECTO EN LA EFICIENCIA Y
FUNCIONES REPRODUCTIVAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS PRESENTA:

Reproducción animal

M.V.Z. JUAN SERAFIN } SOLORIO LOPEZ

ASESOR: DR. ALEJANDRO VILLA GODOY

COMITÉ TUTORAL: DR. EVERARDO GONZÁLEZ P.
M.C. RAFAEL OLEA PEREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Porque han caminado junto a mi a través de la vida, apoyándome pacientemente, alegrándonos juntos cuando he alcanzado mis metas; pero sobre todo, ofreciendo siempre su incansable mano para levantarme de mis caídas y ayudándome a empezar de nuevo sin condiciones. Que Dios los Bendiga.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

Por el apoyo brindado para concluir este trabajo de tesis, ya que sin sus enseñanzas y paciencia simplemente no hubiera sido posible.

A M.V.Z. GUSTAVO A. PINEDA S. Y M.V.Z. ERNESTO CALDERON M.

Por todas las facilidades otorgadas para realizar el experimento 1, ya que cuando muchas puertas se cerraron, ustedes me ofrecieron su apoyo para continuar. Sobre todo, gracias por su amistad.

AL PERSONAL DEL C.E.I.E.P.P. JILOTEPEC

Por las facilidades para la realización del experimento 2, especialmente a los compañeros que pusieron su esfuerzo diario para que el trabajo saliera adelante.

INDICE

1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION DE LITERATURA	4
2.1.	Endocrinologia reproductiva de la cerda lactante y destetada	4
2.2.	Inducción del estro en cerdas por medios hormonales	6
2.3.	Efecto de gonadotropinas exógenas en las cerdas	7
2.3.1.	Uso de gonadotropinas en cerdas prepúberes	7
2.3.1.1.	Aplicación de una sola dosis de eCG	7
2.3.1.2.	Combinación de eCG y hCG en forma diferida	7
2.3.1.3.	Combinación de eCG y hCG en forma simultanea	8
2.3.2.	Uso de gonadotropinas en cerdas lactantes	8
2.3.3.	Uso de gonadotropinas en cerdas destetadas	8
2.3.3.1.	Aplicación de una sola dosis de eCG	8
2.3.3.2.	Aplicación de una sola dosis de hCG	9
2.3.3.3.	Combinación de eCG y hCG en forma diferida	9
2.3.3.4.	Combinación de eCG y hCG en forma simultanea	9
2.4	Sumario de la revisión de literatura	10
3.	HIPOTESIS	12
4.	OBJETIVOS	12
4.1.	Objetivo general	12
4.2.	Objetivos particulares	12
5.	ARTICULO	13
	Abstract	13
	Resumen	14
	Introducción	15
	Material y métodos	16
	Resultados	22
	Discusión	34
	Referencias	39
6.	BIBLIOGRAFIA	43
7.	ANEXOS	49
7.1.	Análisis de varianza: Experimento 1	49
7.2.	Análisis de varianza: Experimento 2	51

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en la proporción de cerdas primíparas en estro durante distintos intervalos posdestete -----	24
CUADRO 2.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en la proporción de cerdas gestantes como resultado del servicio recibido en distintos intervalos posdestete -----	25
CUADRO 3.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en el intervalo de destete a estro y la duración del estro -----	25
CUADRO 4.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) sobre el tamaño de la camada en cerdas primíparas sometidas a lactancias de diez días -----	26
CUADRO 5.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en la proporción de cerdas primíparas en estro antes del día siete posdestete (Experimento 2) -----	29
CUADRO 6.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en el intervalo de destete a estro (IDE) y la duración del estro (DE) en cerdas primíparas sometidas a lactancias de diez días (Experimento 2) --	30
CUADRO 7.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en el número de folículos presentes en los ovarios de cerdas primíparas el día siete posterior al servicio -----	31
CUADRO 8.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) sobre el porcentaje de cerdas con folículos grandes (>6 mm) y el diámetro de los folículos el día siete posterior al servicio -----	31
CUADRO 9.	Efecto de eCG y hCG aplicadas em forma simultanea (GNS) o diferida (GND) sobre el número de cuerpos luteos, de cuerpos hemorrágicos y la tasa de ovulación -----	32
CUADRO 10.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) sobre la progesterona sérica en cerdas primíparas sometidas a lactancias de diez días -----	32
CUADRO 11.	Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) sobre el número de óvulos y el número total de embriones en cerdas clasificadas como gestantes sacrificadas el día siete posterior al servicio -----	33

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en la sincronización del estro en distintos intervalos postdestete (Experimento 1) ----- 24
- FIGURA 2.** Efecto de eCG y hCG aplicadas en forma simultanea (GNS) o diferida (GND) en la sincronización del estro en distintos intervalos postdestete (Experimento 2) ----- 29
- FIGURA 3.** Interacción de la modalidad de aplicación de gonadotropinas y la raza sobre la duración del estro en cerdas primíparas sometidas a lactancias de diez días ----- 30

1. INTRODUCCION

Durante los últimos 8 años, los inventarios porcinos mundiales han crecido en forma acelerada, respondiendo a la también creciente demanda de carne de cerdo para la población; pero, a diferencia de la tendencia mundial, la producción en México ha venido decreciendo al mostrar una alta vulnerabilidad ante los cambios económicos que han tenido lugar en el país desde mediados de la década de los ochenta.¹ Todo esto, ha inducido una depuración en la actividad, ya que muchas granjas dejaron de operar, mientras que las empresas de mayor eficiencia que se integraron en grandes consorcios y que tienen la capacidad de adoptar tecnología, permanecieron operando. Además, con la entrada de México en el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica, los productores se han visto obligados a invertir en instalaciones que les faciliten la adquisición de un nivel de eficiencia semejante al de E.E.U.U.A.A. y Canadá.² Actualmente la porcicultura se dirige a la adopción de instalaciones y sistemas de producción que permitan mejorar las condiciones de manejo de los animales, siendo las diferentes modalidades de destete precoz uno de los procedimientos más importantes. Tanto los sistemas de destete temprano segregado, como los de destete precoz medicado y la producción en sitios múltiples (modalidades de la técnica de destete temprano), son tecnologías emergentes en la industria porcina mundial y quizás constituyan una de las innovaciones más importantes para la actividad en los últimos 10 años. Su mérito está basado en el uso de componentes tecnológicos que se aplican a la mayoría de las condiciones de manejo de los sistemas intensivos de producción.³

Los principios en los cuales se sustenta la técnica de destete temprano son los siguientes: a) Las hembras adultas son inmunes a ciertos patógenos endémicos existentes en el hato reproductor; b) Los lechones son infectados por la madre en forma secuencial durante su primer etapa de vida; c) La medicación de la madre disminuye el número de organismos patógenos, y la medicación de sus crías desde el nacimiento hasta los 10 días de vida previene que ellos se infecten, y d) Entre más se prolongue el amamantamiento, una proporción cada vez mayor de lechones se infectará.

El mejoramiento del estado sanitario de la piara es la principal razón por la que los porcicultores implantan un sistema de destete temprano, logrando así beneficios económicos debidos a la obtención de lechones más sanos y, por lo tanto, más eficientes en su desarrollo.⁴ Se ha demostrado que muchos de los gérmenes que causan enfermedades con un impacto económico

importante en el sector productivo, colonizan al lechón durante la lactancia en forma horizontal, donde la madre es la principal fuente de infección.⁵ Estas enfermedades generalmente afectan al lechón más tarde, cuando se encuentra en la etapa de desarrollo y engorda, llegando a causar disminuciones de hasta un 20% en la ganancia diaria de peso (GDP) y en ocasiones la muerte del animal. A lo anterior se debe sumar el costo de los tratamientos para combatir las enfermedades.⁶ Para determinar la relación entre la edad al destete y la contaminación microbiana, Wiseman *et al.*,⁷ destetaron a lechones de 10, 15 y 20 días de edad, encontrando que entre menor fue la edad al destete, menor fue el número de gérmenes que infectaron al lechón.

Uno de los factores que limitan en mayor grado la aplicación del destete precoz es la respuesta negativa de las cerdas reproductoras a este procedimiento de manejo. Al respecto se ha observado que en las lactancias convencionales (≥ 21 días), un alto porcentaje de las cerdas presenta intervalos de destete a estro (IDE) menores a 7 días y la mayoría de las cerdas presentan celo dentro de un rango de 2 ó 3 días; en cambio, las lactancias cortas (< 21 días) prolongan el IDE, superando en promedio los 7 días y aumentando el rango de presentación de estros.⁸⁻¹⁶ El aumento en la longitud del IDE se asocia con una disminución en la duración del estro,¹⁷ una disminución del número de lechones nacidos totales y nacidos vivos por camada, y reduce la tasa de preñez de las cerdas.¹⁸ Consecuentemente, el destete precoz es causante indirecto de una disminución en la producción de lechones, pero sobre todo, afecta a los poricultores al impedirles organizar en forma óptima la lotificación de gestaciones; es decir, la ampliación del rango de presentación de estros provoca un desfase de los grupos de cerdas gestantes al ingresar a maternidad, lo que complica el manejo de la sincronización del siguiente parto y, por lo tanto, aumenta la variación de edades en los lechones al destete.

Varios investigadores han intentado aumentar la presentación y sincronía del estro posdestete de las cerdas mediante el uso de gonadotropinas, tales como la gonadotropina coriónica equina (eCG), ya sea sola o en combinación con la gonadotropina coriónica humana (hCG). La eCG tiene una actividad similar a la hormona foliculo estimulante (FSH) y actúa también como la hormona luteinizante (LH), en un rango de 2.5 a 1; mientras que la hCG actúa básicamente como la LH.¹⁹ Por lo tanto, la primera estimula el desarrollo folicular como efecto principal, aunque también induce la ovulación; mientras que la segunda, induce la ovulación en aquellos folículos ya desarrollados.

La eCG sola o combinada con hCG, se ha utilizado para inducir y sincronizar el estro en cerdas sometidas a lactancias convencionales (≥ 21 días); asimismo, la combinación de estas dos hormonas se ha realizado bajo dos esquemas que son el simultaneo (donde las dos son aplicadas al mismo tiempo) o el diferido (donde se aplica en primer lugar la eCG y de 56 a 96 horas después la hCG). En ambos casos se ha logrado acortar el intervalo de destete a estro y aumentar el porcentaje de cerdas en estro antes del día 7 posdestete.²⁰⁻²³ La evidencia disponible indica que en cerdas sometidas a lactancias ≥ 21 días, la aplicación de 1,200 UI de eCG es superior a dosis menores,²⁴ mientras que en el caso de hCG (aplicada 72 horas después de la eCG), 500 UI han demostrado buenos resultados.²⁰ A pesar de que se ha demostrado que las dosis antes mencionadas funcionan mejor que dosis menores, en los estudios que implican la aplicación simultanea de ambas hormonas, solo se han utilizado dosis bajas (400 UI de eCG y 200 UI de hCG en todos los casos).^{22, 23, 25}

Dentro de la literatura encontrada, solo existe un informe²⁵ del uso de eCG (1,500 UI) en cerdas sometidas a lactancias cortas (9 días), donde se logró mejorar el IDE, la tasa de concepción, la tasa de ovulación y el número de embriones en el grupo tratado con referencia al grupo testigo. Sin embargo, a pesar de existir mejoría con respecto al testigo, el IDE del grupo tratado es muy largo (12.7 días) y la tasa de concepción muy baja (50%). Además, los autores no publican ninguna medida de dispersión que permita conocer cual fue la varianza dentro de tratamiento, por lo que no es posible ver el efecto de la gonadotropina sobre la sincronía en la presentación de estros. En cuanto al uso de eCG combinada con hCG en cerdas sometidas a lactancias cortas (15 días), solo hay un estudio disponible²⁶ donde se usó un esquema de aplicación simultanea (400 UI de eCG y 200 UI de hCG); no se encontraron diferencias entre el testigo y las cerdas tratadas en cuanto a IDE, tasa de preñez o prolificidad. Cabe mencionar que en este trabajo se utilizaron dosis bajas de eCG y hCG, razón por la cual posiblemente no se observó efecto de la combinación de gonadotropinas.

Por lo tanto, el tema central de la presente tesis fue determinar los efectos de dosis altas de eCG y hCG (1,200 y 500 respectivamente) aplicadas en forma simultanea o diferida, sobre el desempeño reproductivo de cerdas primíparas cuyas camadas fueron destetadas precozmente.

2. REVISION DE LITERATURA

La revisión de literatura que se presenta a continuación tiene como objetivo discutir los conocimientos generados por trabajos anteriores sobre el desempeño reproductivo posdestete de las cerdas sometidas a lactancias cortas, iniciando con una revisión de la fisiología de la cerda durante la lactancia y el periodo inmediato posterior al destete de la camada. También se comentarán algunos de los trabajos orientados a la corrección y mejora de la actividad reproductiva de las cerdas en diferentes etapas de su vida productiva, haciendo especial énfasis en aquellos que contemplan el uso de gonadotropinas exógenas (eCG y hCG).

2.1. Endocrinología reproductiva de la cerda lactante y destetada

La lactancia representa un periodo de éstasis en el ciclo reproductivo de la cerda, ya que hay pocas probabilidades de iniciar una nueva gestación debido a que la cerda no presenta actividad estral ni ovulación mientras amamanta a sus lechones. Al momento del parto puede observarse una activa secreción de LH y FSH; además, debido a estos elevados niveles de gonadotropinas, la cerda puede presentar folículos de tamaño ovulatorio, los cuales se tornan atrésicos si a la camada se le permite amamantarse por al menos 48 horas,²⁷ ya que el fuerte estímulo que ejerce la camada al succionar, establece el bloqueo para la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), con lo cual, al retiro de la camada la cerda requiere de al menos 3 días para recuperar su secreción normal de gonadotropinas y retomar al estro.²⁸ Este efecto al parecer es controlado por una vía neuroendocrina, donde el amamantamiento de la camada es el principal regulador para el establecimiento del anestro lactacional, ya que estimula la síntesis de los péptidos opioides endógenos (encefalinas, endorfinas y dinorfinas), los cuales son ligandos naturales para receptores que también son ocupados por fármacos opiáceos (morfina) en el encéfalo. Los péptidos opioides actúan impidiendo la liberación de GnRH a nivel hipotalámico,^{29,30} lo que a su vez limita la liberación de hormona luteinizante (LH) y de hormona folículo estimulante (FSH), afectando por lo tanto el desarrollo folicular en el ovario. Esto fue corroborado por investigaciones como la de Armstrong *et al.*,³¹ quienes demostraron que la administración parenteral de morfina suprime la secreción de LH y, por lo tanto, alarga el anestro lactacional en cerdas. Esta inhibición neuroendocrina de los ovarios previene una ovulación temprana posparto y en la cerda ocurren una

serie de cambios orquestados que apoyan metabólicamente la producción de leche para un rápido desarrollo de la camada.³²

En condiciones normales y lactancias mayores a 21 días, la mayoría de las cerdas presentan estro y ovulación pocos días después del destete, eventos indispensables para que las cerdas puedan ser inseminadas e inicien una nueva gestación. Al separarse la cerda definitivamente de la camada, se desencadena una serie de cambios hormonales que llevan al reinicio de la actividad reproductiva de la cerda. Estos cambios son básicamente el aumento de la concentración hipotalámica de GnRH, la cual a su vez induce el restablecimiento de la síntesis de gonadotropinas en la hipófisis y su liberación, aumentando la concentración sérica de LH y FSH.^{32,33} Al incrementarse la frecuencia y amplitud de los pulsos de estas hormonas, se permite el crecimiento de folículos mayores a 3 mm de diámetro, favoreciendo así la producción de estrógenos por parte de los folículos y aumentando su concentración en sangre, lo cual retroalimenta positivamente a la hipófisis; que a su vez eleva la concentración de LH circulante hasta producir la oleada preovulatoria de esta hormona, que da como resultado la ovulación.³⁴

En situaciones donde la cerda es separada de su camada inmediatamente después del parto (destete cero), o la amamanta por menos de 48 horas, los folículos presentes pueden seguir creciendo debido a que la secreción activa de FSH y LH no es suprimida por el estímulo del amamantamiento,^{27,35} y frecuentemente se tornan quísticos debido a que la cerda es incapaz de inducir un pico ovulatorio de LH en respuesta a las elevadas concentraciones de estrógenos.³⁶ Belstra *et al.*,¹⁵ encontraron que el 16.6% de cerdas sometidas a lactancias de 10 a 15 días desarrollaron quistes ováricos, mientras que las cerdas sometidas a lactancias de 26 a 37 días no desarrollaron ningún quiste. Por lo anterior, las cerdas que son sometidas a destete-cero o con periodos de amamantamiento muy breves, pueden presentar cualquiera de las siguientes condiciones: a) Estro constante; b) Anestro prolongado, y c) Estro irregular.²⁷

En lo que se refiere a la capacidad de cerdas sometidas a lactancias cortas para inducir la ovulación en respuesta a estrógenos, Sesti *et al.*,³⁷ encontraron que solo el 31% de cerdas con lactancias de 14 días ovularon, mientras que el 94% de cerdas destetadas a 28 días logró la ovulación. Lo anterior indica que un alto porcentaje de las cerdas fallaron para inducir un pico ovulatorio de LH en respuesta a la retroalimentación positiva de estrógenos a los 14 días posparto, mientras que la gran mayoría de las cerdas destetadas a 28 días registraron un pico ovulatorio de

LH. Según Britt,²⁷ este efecto refractario puede estar asociado a una inhibición causada por los elevados niveles de estrógenos presentes al final de la gestación y dicho efecto se atenúa con el paso del tiempo.

Generalmente, las cerdas multiparas tienen una mayor capacidad de ingestión de alimento que las cerdas de primer parto,³⁸ lo cual puede llevar a un más rápido incremento en la secreción de gonadotropinas en las hembras de mayor paridad que en las primíparas. Sesti y Britt,³⁹ encontraron que las cerdas multiparas tuvieron una mayor respuesta de FSH a GnRH cuando fueron comparadas con cerdas primíparas, presentando además concentraciones más altas de estradiol a la segunda y tercera semana posparto. Lo anterior nos indica que las cerdas de primer parto representan el principal problema en cuanto a desempeño reproductivo posdestete se refiere, y la atención debe estar enfocada hacia los animales que se encuentran en esta etapa productiva.

Conforme se acorta la duración de la lactancia, disminuye la sobrevivencia embrionaria^{8,10,12,15} y, consecuentemente el tamaño de camada al siguiente parto.^{9,13,14} Lo anterior puede estar relacionado con una incompleta restauración del endometrio uterino, ya que éste no alcanza su completa involución sino hasta los 21 días posparto.^{8,40} En cerdas sometidas a lactancias cortas no ha sido posible acelerar la involución uterina, por lo que es necesario aumentar el tamaño de la camada por otros medios que involucren una mayor tasa de ovulación.

2.2. Inducción del estro en cerdas por medios hormonales

Las principales hormonas que se han utilizado para inducir el estro en cerdas han sido análogos de GnRH, estrógenos sintéticos (benzoato de estradiol) y gonadotropinas exógenas (eCG y hCG); sin embargo, no todas ellas han dado buenos resultados, y las que demuestran ser mejores son eCG y hCG. Al respecto, Guthrie,⁴¹ demostró que la aplicación de 500 µg de un análogo de GnRH (AY 25205), fue menos efectiva que eCG (1,000 UI) y que eCG:hCG (400:200 UI) para inducir el estro y la ovulación en cerdas prepúberes de 160 días de edad. Cox y Britt,³³ encontraron que al administrar 2.5 µg de GnRH en forma pulsátil (cada 2 horas) a cerdas con 24 días de lactancia, se lograba el estro en 50% de las cerdas. Sin embargo, este sistema de aplicación es poco práctico para su adopción en granjas y los resultados no son aceptables en términos productivos. En lo que respecta al uso de estrógenos sintéticos, Dial *et al.*,⁴² demostraron la superioridad de eCG sobre

GnRH y benzoato de estradiol para inducir el estro y la ovulación en cerdas anéstricas a los 48 días posdestete, donde el porcentaje de cerdas en estro fue de 100%, 100% y 0% respectivamente; el porcentaje de cerdas ovulando fue de 100%, 80% y 0%, y el porcentaje de cerdas gestantes fue 67%, 0% y 0%. Dyck *et al.*,⁴³ aplicaron eCG (1,500 UI) o estradiol 17 β + Progesterona; encontrando que solo las cerdas del grupo eCG mostraron una oleada de LH al momento del estro. A su vez, Cox *et al.*,³⁶ aplicaron benzoato de estradiol durante 7 días, iniciando al final de 2, 3 ó 4 semanas de lactancia encontrando que el número de cerdas en estro fue de 25, 80 y 100% para cada grupo, pero solo una cerda ovuló en el grupo de la cuarta semana de lactación. Por otro lado, Lancaster *et al.*,⁴⁴ aplicaron 0, 10 ó 20 μ g de benzoato de estradiol por Kg. de peso corporal 2 días después del destete, pero no encontraron diferencias en IDE entre los diferentes grupos; no obstante, las cerdas que recibieron 20 μ g de estradiol tuvieron una tasa de ovulación menor que las de los otros grupos.

2.3. Efecto de gonadotropinas exógenas en las cerdas

2.3.1. Uso de gonadotropinas en cerdas prepúberes

Las gonadotropinas exógenas se han utilizado en cerdas prepúberes para inducir la pubertad y sincronizar el estro y la ovulación, buscando con ello adelantar la vida productiva de las cerdas con adecuados parámetros reproductivos.

2.3.1.1. Aplicación de una sola dosis de eCG

Se ha demostrado que la aplicación de 1,000 UI de eCG, induce el estro y la ovulación en un mayor porcentaje de cerdas cuando son comparadas con la aplicación de 500 UI de la misma hormona o con cerdas testigo no tratadas, mejorando la sincronía en la presentación de estros sin afectar el tamaño de la camada.^{24,41,45}

2.3.1.2. Combinación de eCG y hCG en forma diferida

La evidencia indica que la aplicación a cerdas prepúberes de una combinación de eCG (1,000 UI) seguida 72 horas después por la aplicación de hCG (500 UI), mejora la proporción de cerdas en estro antes del día 7 posterior al tratamiento y el número de cerdas ovulando con respecto al grupo testigo no tratado.^{41,46}

2.3.1.3. Combinación de eCG y hCG en forma simultanea

En cerdas prepúberes solo se ha probado la aplicación simultanea de gonadotropinas a dosis relativamente bajas (eCG 400 UI, hCG 200 UI). Los resultados de diferentes trabajos son controversiales, ya que algunos autores^{41,47} reportan un aceleramiento de la pubertad, al encontrar un mayor porcentaje de cerdas en estro y ovulando dentro de los grupos tratados; mientras que King *et al.*,⁴⁵ no encontraron diferencias del grupo tratado con respecto al testigo al evaluar las mismas variables. Además, existe evidencia de que dicho tratamiento pueden retardar el inicio de la pubertad en aproximadamente el 30% de las cerdas y provocar la formación de quistes foliculares en un 79%.⁴⁸

2.3.2. Uso de gonadotropinas en cerdas lactantes

El uso de gonadotropinas en cerdas lactantes de 14 a 37 días se limita a la combinación de eCG y hCG aplicadas en forma diferida, ya que no se ha probado la aplicación simultanea. Existe evidencia de que lo ideal para lograr un servicio mientras la cerda permanece lactando, es el uso de 1,500 UI de eCG, seguidas de 72 a 96 horas después por 1,000 UI de hCG, lo cual mejora la tasa de concepción y disminuye el intervalo entre partos de las cerdas tratadas con respecto al testigo.⁴⁹

2.3.3. Uso de gonadotropinas en cerdas destetadas.

Es común el uso de combinaciones de eCG y hCG para inducir y sincronizar el estro y la ovulación en cerdas de distintas paridades, destetadas después de una lactancia ≥ 21 días; aunque también se ha utilizado la eCG sola.

2.3.3.1. Aplicación de una sola dosis de eCG

Dentro de la literatura existen varios informes del uso de eCG sola a dosis que van de los 750 a 1,200 UI en cerdas destetadas después de una lactancia ≥ 21 .^{21,46,50} Todos estos trabajos presentan la misma tendencia, reportando en forma general una disminución en el intervalo de destete a estro, un mayor número de cerdas en estro antes del día 7 posdestete, un aumento en la tasa de concepción y un mejoramiento del tamaño de la camada.

Solo se encontró un trabajo dentro de la literatura disponible en donde se utilizó eCG sola (1,500 UI) en cerdas sometidas a una lactancia corta (9 días).²⁵ Dentro de este trabajo, se logró mejorar el comportamiento reproductivo del grupo tratado con respecto al testigo, ya que se disminuyó el IDE (12.7 vs. 19.5), se aumentó la tasa de concepción (50% vs. 39%), la tasa de ovulación (19.5 vs. 14.7) y el número de embriones (12.3 vs. 9.5). Sin embargo, los autores no explican el motivo de tan prolongado IDE y de tan baja tasa de concepción tanto en el grupo tratado como en el testigo. Además, no se proporciona en dicho trabajo ninguna medida de dispersión que permita conocer cual fue la varianza dentro de tratamiento, por lo cual no es posible ver el efecto de la gonadotropina sobre la sincronía en la presentación de estros.

2.3.3.2. Aplicación de una sola dosis de hCG

La hCG se ha aplicado en forma individual como inductor de la ovulación en cerdas destetadas después de una lactancia de 21 días. Las dosis utilizadas van de 500 a 750 UI, y en ninguno de los casos se ha observado diferencia en el comportamiento reproductivo con respecto al grupo testigo, a excepción de una mayor diversidad embrionaria.^{23,51}

2.3.3.3. Combinación de eCG y hCG en forma diferida

Solo hay un estudio disponible donde se han aplicado gonadotropinas en forma diferida a cerdas destetadas. Christenson y Teague,²⁰ aplicaron 1,000 UI de eCG el día posterior al destete en cerdas sometidas a lactancias de 21 ó 42 días; administrando 500 UI de hCG ya sea 56 (lactancia de 42 días) ó 72 horas (lactancia de 21 días) después de la eCG. Se logró un mejor desempeño reproductivo de las cerdas tratadas con respecto al testigo, ya que se acortó el IDE, se aumentó la duración del estro, la sincronía estral, la tasa de ovulación y el número de embriones viables. Sin embargo, debido a efectos de factores confundidos (intervalo entre gonadotropinas y duración de la lactancia), el trabajo no permite detectar cual esquema de aplicación diferida de gonadotropinas es mejor.

2.3.3.4. Combinación de eCG y hCG en forma simultánea

La combinación de gonadotropinas exógenas en forma simultánea ha sido utilizada por varios autores en cerdas sometidas a lactancias ≥ 21 días, pero a dosis relativamente bajas (400 UI de eCG y 200 UI de hCG). Se ha observado que el uso de este esquema de aplicación de gonadotropinas mejora el porcentaje de cerdas en estro antes de 7 días posdestete y acorta el IDE.^{22,23,44,52} Sin embargo, en lo que respecta al tamaño de la camada existe controversia, ya que algunos autores

mencionan que no hay diferencias con respecto al testigo,^{23,52} mientras que otros mencionan que aumenta⁴⁴ o disminuye.²²

El uso de eCG y hCG (400:200) aplicadas en forma simultanea ha demostrado buenos resultados en la inducción del estro en cerdas que permanecen en anestro (≥ 12 días posdestete), ya que aumenta el número de cerdas en estro y la sincronía estral de los grupos tratados con relación al testigo.^{47,53}

En la literatura disponible, solo existe un estudio en el que se evaluó el esquema simultaneo de aplicación de gonadotropinas (eCG 400UI y hCG 200 UI) en cerdas sometidas a lactancias cortas (15 días), sin haberse detectado efectos en IDE, tasa de concepción y tamaño de la camada.²⁶

2.4. Sumario de la revisión de literatura

De la anterior revisión de literatura, sobresalen los siguientes puntos:

- Las gonadotropinas exógenas (eCG y hCG) utilizadas en cerdas destetadas con lactancia ≥ 21 días, funcionan de manera más eficiente que otros productos hormonales (GnRH y estrógenos) con relación a las principales variables reproductivas (IDE, número de cerdas en estro antes del día 7 posdestete, tasa de concepción y tamaño de la camada).
- En cerdas prepúberes solo se ha utilizado la aplicación simultanea en dosis relativamente bajas, existiendo controversia en cuanto al beneficio de utilizar este esquema en la inducción de la pubertad. En el caso de la aplicación diferida, existe evidencia de que el uso de 1,500 UI de eCG seguidas 72 horas después por 500 UI de hCG, puede inducir y sincronizar el estro y la ovulación de las cerdas prepúberes, pero no se han documentado sus efectos sobre la tasa de concepción y el tamaño de la camada.
- En cerdas lactantes se ha comprobado que un esquema apropiado para la inducción y sincronización estral en el posparto, es la aplicación de 1,500 UI de eCG seguidas por 1,000 UI de hCG (72 a 96 hrs después); logrando aumentar la tasa de concepción y disminuyendo el

intervalo entre partos, sin afectar el tamaño de la camada. No se ha evaluado en este modelo de cerda la aplicación simultánea de dichas gonadotropinas.

- El uso de una sola dosis de eCG en cerdas destetadas a 21 ó más días indica un mejoramiento del comportamiento reproductivo, mientras que la información generada en cerdas sometidas a lactancias cortas es incompleta, por lo que no permite conocer el efecto sobre la sincronización estral, que es una de las variables reproductivas más importantes por evaluar en cerdas destetadas precozmente.
- La información generada a partir del uso de eCG y hCG aplicadas en forma diferida a cerdas destetadas después de lactancias ≥ 21 días se limita a un trabajo que presenta factores confundidos. Razón que impide determinar cual, entre los estudiados, es el mejor esquema de aplicación diferida de gonadotropinas. A pesar de lo anterior, es evidente que en dicho artículo los diversos esquemas de aplicación gonadotrópica mejoraron el comportamiento reproductivo de las cerdas, con respecto al grupo testigo. No se encontró información con respecto al uso de esquemas diferidos de gonadotropinas en cerdas sometidas a lactancias cortas.
- En el caso del esquema simultáneo de eCG y hCG, solo se han utilizado dosis bajas (400 y 200 respectivamente) en cerdas destetadas a 21 días o más. Al respecto, se ha observado una mayor sincronía estral y un menor IDE con respecto a cerdas no tratadas, mientras que el efecto sobre el tamaño de la camada es tema de controversia. La escasa información existente en cerdas sometidas a lactancias cortas, muestra que no hay efectos positivos ni negativos de dicho esquema sobre las variables reproductivas en este modelo animal.

Lo anterior indica que la información existente es fraccionada e incompleta en lo que se refiere a la combinación de eCG y hCG usadas en dosis altas en cerdas sometidas a lactancias cortas; además, no hay trabajos disponibles en ningún modelo de cerda que permitan conocer cual es el esquema de aplicación más adecuado (aplicación simultánea o diferida), por lo que se han generado las hipótesis que se presentan a continuación.

3. HIPOTESIS

La aplicación parenteral de eCG y hCG en forma simultanea o diferida incrementará la eficiencia reproductiva de cerdas primíparas destetadas a los 10 días posparto, induciendo el estro en forma temprana y sincronizada y aumentando el tamaño de la camada en comparación de cerdas no tratadas.

El tratamiento con eCG y hCG de manera simultanea o diferida después del destete a 10 días posparto, estimulará el desarrollo folicular y la ovulación de las cerdas de primer parto, aumentando su prolificidad con relación a cerdas testigo no tratadas.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar la respuesta reproductiva de las cerdas primíparas cuando son tratadas con diferentes modalidades de aplicación de gonadotropinas después de una lactancia de 10 días.

4.2. Objetivos particulares

1. Determinar los efectos del tratamiento parenteral con eCG y hCG aplicadas en forma simultanea o diferida en cerdas primíparas destetadas a los 10 días posparto sobre su ciclicidad estral, su fertilidad y el tamaño de la camada.
2. En caso de influir sobre la eficiencia reproductiva, determinar si la eCG y la hCG aplicadas en forma simultanea o diferida en cerdas primíparas destetadas a los 10 días posparto, actúan alterando las funciones ováricas y/o la cantidad y tipo de los embriones.

5. ARTÍCULO

Abstract

Two experiments were conducted to evaluate the effects of two strategies of gonadotropin application on duration of weaning-estrus interval (WEI), duration of estrus (DE), percent of sows in estrus before day 7 postweaning (PS), pregnancy rate (PR), litter size (LS), number of follicles on day 7 postweaning (NF), ovulation rate (OR), number of embryos (NE) and progesterone concentration in serum (PC). Treatments used in both experiments were: Control (C; saline solution), Simultaneous Gonadotropin (SG; 1,200 UI of eCG + 500 UI of hCG 24 h postweaning) and Difered Gonadotropin (DG; 1,200 UI of eCG 24 h postweaning + 500 UI of hCG 96 h postweaning). Estrous was detected 4 times/day and the diagnosis of pregnancy was carried out on day 35 postweaning (ultrasound). In experiment 2 progesterone concentration was determined every third day (day 2 postpartum to sacrifice). The sows were sacrificed on day 7 postservice, reproductive organs were collected for counting and measuring ovarian structures as well as counting and evaluating embryos. DE, LS and NE were similar among treatments; WEI was lower in SG (5.0) and DG (4.7) than in C (7.7). PS, OR and PC were greater in SG (65, 27.7 and 29.4 respectively) and DG (90, 35.8 and 29.5) than in C (65, 15.2 y 14.6); PR was shorter in SG (53%) than in C (90%) and DG (80%); NF was greater in SG (10.8) than in C (0.95), while DG did not differ among treatments. Our conclusion is that relative to Control, DG improved number of sows in estrus during the first seven days postweaning, without altering fertility or litter size; therefore it might be used to facilitate adoption of early weaning in farms.

Key words: PRIMIPAROUS SOWS, eCG, hCG, ESTRUS, EMBRYOS.

Resumen

Se realizaron dos experimentos para evaluar dos modalidades de aplicación de gonadotropinas sobre el intervalo destete-estro (IDE), duración del estro (DE), porcentaje de estros antes del día 7 posdestete (PE), tasa de gestación (TG), tamaño de camada (TC), número de folículos al día 7 posdestete (NF), tasa de ovulación (TO), número total de embriones (NE) y concentración de progesterona (CP). Los tratamientos utilizados en ambos experimentos fueron: Testigo (SS; solución salina), Aplicación simultánea de gonadotropinas (GNS; 1,200 UI de eCG + 500 UI de hCG 24 h posdestete) y Aplicación diferida de gonadotropinas (GND; 1,200 UI de eCG 24 h posdestete + 500 UI de hCG 96 h posdestete). Se detectaron estros 4 veces/día y se diagnóstico preñez mediante ultrasonografía el día 35 postservicio. En el experimento 2 se determinó progesterona sérica cada tercer día (día 2 posparto a sacrificio), las cerdas fueron sacrificadas el día 7 postservicio para conteo de estructuras ováricas y recolección embrionaria. DE, TC y NE fueron similares entre tratamientos; IDE fue mas corto en GNS (5.0) y GND (4.7) que en SS (7.7); PE, TO y CP fueron mayores en GNS (65, 27.7 y 29.4 respectivamente) y GND (90, 35.8 y 29.5) que SS (65, 15.2 y 14.6); TG fue menor en GNS (53%) que en SS (90%) y GND (80%); NF fue mayor en GNS (10.8) que en SS (0.95), mientras que GND (2.8) no difirió de ningún tratamiento. Nuestra conclusión es que con relación al control, GND aumentó el número de cerdas en estro durante los primeros 7 días posdestete, sin alterar la fertilidad ni el tamaño de camada; por lo tanto, esta combinación puede ser usada para facilitar la adopción del destete temprano en granjas.

Palabras clave: CERDAS PRIMÍPARAS, eCG, hCG, ESTRO, EMBRIONES.

Introducción

La principal razón para implantar un sistema de destete precoz en una piara, es el mejoramiento del estado sanitario de los lechones al destete. Sin embargo, las hembras sometidas a lactancias cortas (< 21 días) presentan un pobre desempeño reproductivo posdestete, ya que aumenta el intervalo destete-estro, hay una mayor dispersión de la presentación de estros y una disminución de la prolificidad.¹⁻⁵ Además, se ha documentado una disminución en la duración del estro,⁶ y la reducción en la tasa de preñez de cerdas sometidas a lactancias cortas.⁷ Por lo tanto, el destete precoz es causante indirecto de una disminución en la producción de lechones, pero sobre todo, afecta a los porcicultores al impedirles organizar en forma óptima la lotificación de cerdas gestantes; es decir, la ampliación del rango de presentación de estros provoca un desfase de los grupos de cerdas gestantes al ingresar a maternidad, lo que complica el manejo de la sincronización del siguiente parto.

La gonadotropina coriónica equina (eCG) sola o combinada con la gonadotropina coriónica humana (hCG), ha sido usada para inducir y sincronizar el estro en cerdas sometidas a lactancias convencionales (≥ 21 días); asimismo, la combinación de estas dos hormonas se ha realizado bajo dos esquemas que son el simultaneo (donde las dos son aplicadas al mismo tiempo) o el diferido (donde se aplica en primer lugar la eCG y de 56 a 96 horas después la hCG). En ambos casos se ha logrado acortar el intervalo de destete a estro y aumentar el porcentaje de cerdas en estro antes del día 7 posdestete.⁸⁻¹¹ La evidencia disponible indica que en cerdas sometidas a lactancias ≥ 21 días, la aplicación de 1,200 UI de eCG es superior a dosis menores,¹² mientras que en el caso de hCG (aplicada 72 horas después de la eCG), 500 UI han demostrado buenos resultados.⁸ Sin embargo, en el caso de la aplicación simultanea solo existen informes que implican dosis mas bajas (eCG 400 UI, hCG 200 UI en todos los casos). Dentro de la literatura revisada no existen informes del uso de eCG y hCG combinadas y aplicadas en dosis altas a cerdas sometidas a lactancias cortas; además, no se ha efectuado una comparación directa de ambos esquemas de aplicación que permita establecer cual es el mas adecuado para su aplicación en cerdas después de un destete precoz.

En virtud de lo anterior, el objetivo de este trabajo fue observar los efectos de dosis altas de eCG y hCG aplicadas de manera simultanea o diferida, sobre el comportamiento reproductivo posdestete de cerdas primíparas, sometidas a una lactancia de 10 días.

Material y métodos

Para lograr los objetivos planteados, se realizaron 2 experimentos con cerdas de primer parto sometidas a diez días de lactancia. El experimento 1 se llevó a cabo en una granja comercial del municipio de La Piedad, en el estado de Michoacán. La altitud de dicha localidad es de 1625 msnm, su clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, su precipitación pluvial anual media de 916.70 mm y la temperatura media anual de 19.9 °C.¹³ El experimento 2 se efectuó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (U.N.A.M.), ubicado en Jilotepec, Estado de México, el cual tiene una altura de 2,500 msnm, clima semifrío subhúmedo, precipitación pluvial anual de 750 a 1,200 mm y temperatura media anual de 10 a 16 °C.¹⁴

Manejo general

Del día 107 al 110 de gestación, las cerdas fueron desparasitadas interna y externamente con ivermectina a una dosis de 200 µg/kg (Dectiver®, Lapisa México), bañadas con agua y jabón y conducidas a las maternidades para ser alojadas en jaulas individuales, las cuales cuentan con piso de malla ahulado, comedero, bebedero de chupón y lechonera frontal con fuente de calor artificial. A las crías se les aplicaron 10 mg de oxitetraciclina diariamente desde el nacimiento hasta el día tres de vida. Al cuarto día de vida recibieron 200 mg de hierro dextrán IM y del día 8 al destete recibieron diariamente 38 mg de gentamicina IM. La alimentación de las cerdas se proporcionó en forma individual de acuerdo a la edad y estado reproductivo de los animales;¹⁵ con ofrecimiento *ad libitum* durante la lactancia y en forma restringida después del destete. La dieta de lactancia contenía 3.3 Mcal/kg de energía metabolizable (EM) y 18% de proteína cruda (PC), mientras el alimento de gestación contenía 3.1 de EM y 14% de PC. El consumo de alimento durante la lactancia se midió en forma individual. Las cerdas fueron destetadas a los 10 días después del parto. La dieta fue formulada por programación lineal, con base en las necesidades para cada etapa reproductiva de las cerdas.

Las cerdas se pesaron entre las 12 y las 24 horas después del parto, al momento del destete y el día de inicio del estro. Se registró la fecha y hora de la primera y última aceptación del semental.

Durante el periodo de apareamiento (del destete a la última monta dada por el verraco celador), las cerdas del experimento 1 se alojaron en corrales colectivos, los cuales contaron con piso de cemento, área de sol y área de sombra, comedero de cemento al piso y bebedero de chupón. Después del servicio, las cerdas se alojaron en jaulas individuales de gestación con piso de cemento, donde permanecieron hasta el día 107 a 110 de gestación, para ingresar de nuevo a la maternidad para su siguiente parto. Las cerdas del experimento 2 se alojaron en corrales colectivos, los cuales contaron con piso de cemento, área de sol y área de sombra, comedero de tolva y bebedero de chupón, donde permanecieron hasta el día de su sacrificio (7 días posteriores al servicio).

Manejo reproductivo

La estimulación y detección del estro inició al día siguiente del destete, realizándose con la presencia de un verraco maduro, cuatro veces al día (7:00, 11:00, 15:00 y 19:00 horas) por al menos 15 minutos en cada ocasión.¹⁶ Las cerdas fueron inseminadas artificialmente a las 12 y 24 horas después de iniciado el estro (primer monta). En el experimento 1 se detectó con el verraco la repetición de estros del día 18 al 35 y al finalizar este periodo, se realizó el diagnóstico de gestación por medio de ultrasonido (Scanopreg mod. 739). Las cerdas que repitieron celo, abortaron o resultaron negativas al diagnóstico de gestación no fueron consideradas para la evaluación del tamaño de la camada en la parición siguiente al estro experimental.

Experimento 1

Se utilizaron 59 cerdas primíparas Landrace x Large White que se asignaron al azar a uno de los siguientes tratamientos:

- **Solución salina** (SS): 1.2 ml de solución salina inyectable aplicada por vía intramuscular (IM) a las 24 horas después del destete mas 0.5 ml de solución salina inyectable aplicadas 72 horas después de la primera inyección.
- **Aplicación simultanea** (GNS): 1200 UI de eCG (Folligón®, Intervet México) más 500 UI de hCG (Chorullón®, Intervet México) ambas aplicadas 24 horas después del destete mas 0.5 ml de solución salina inyectable aplicada 72 horas después de la primera inyección. La vía de aplicación fue IM.
- **Aplicación diferida** (GND): 1200 UI de eCG aplicadas 24 horas después del destete más 500 UI de hCG aplicadas 72 horas después de la eCG. La vía de aplicación fue IM.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde el criterio de bloque fue el periodo de parto y las variables de respuesta fueron las siguientes:

1. El comportamiento reproductivo medido como: a) el porcentaje de estros antes del día 7 posdestete; b) el intervalo del destete al estro; c) la sincronización de los estros (rango de presentación de estros); d) la duración del estro; e) el porcentaje de estros antes del día 21 posdestete; f) la tasa de gestación (la proporción de cerdas gestantes al día 35 después del servicio con relación al total de cerdas servidas).
2. El número de lechones en la camada del parto resultante del servicio experimental expresado como: a) nacidos totales (lechones nacidos vivos + nacidos muertos + momias); b) nacidos vivos; c) la diferencia entre el primer parto y el segundo (expresada como el número de lechones nacidos del primer parto menos el número de lechones nacidos en el parto correspondiente al servicio experimental).

Los valores que se usaron como covariables (uno a la vez) en los modelos estadísticos que permitieron analizar las variables de comportamiento reproductivo, fueron los siguientes:

- a) el cambio de peso durante la lactancia; b) el peso de la camada al destete; c) el número de lechones amamantados (promedio en los diez días de lactancia).

Los datos se analizaron por ANDEVA y comparación de medias por la prueba de Tukey.¹⁸ Las variables discretas (porcentaje de cerdas en estro antes del día 7 posdestete, sincronización de estros, porcentaje de estros antes del día 21 posdestete y tasa de concepción), fueron analizadas utilizando el método de cuadros de contingencias de χ^2 .¹⁸ Empleando la misma prueba, la sincronización de estros fue analizada en rangos de 3 días, iniciando el día 3 posdestete. A continuación se describe el modelo estadístico general:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_j + T_i + V(k_{ij} - k) + E_{(ij)k}$$

en donde:

Y_{ijk} = respuesta de la variable dependiente de la *késima* observación del *iésimo* tratamiento en el *jésimo* periodo de parto

μ = media poblacional

β_j = efecto del *jésimo* periodo de parto (Bloque)

T_i = efecto del *iésimo* tratamiento

$V(k_{ij} - k)$ = efecto de la covariable en su forma lineal sobre la variable dependiente

$E_{(ijk)}$ = error experimental

Las variables tamaño de camada y diferencia entre camadas del primero y segundo partos, fueron transformadas a \log_n previo al análisis estadístico.

Experimento 2

Se utilizaron 23 cerdas primíparas de diferentes componentes raciales que se asignaron al azar a los tratamientos descritos en el experimento 1.

Las cerdas fueron sacrificadas el día 7 después del servicio y los órganos reproductivos (vagina, cérvix, cuernos uterinos y ovarios) fueron recolectados; se ligó el cérvix y los extremos posteriores de los cuernos uterinos y se colocaron en termos con solución salina fisiológica (SSF) para ser transportados al laboratorio (≤ 1 hora). Una vez en el laboratorio, se instiló en cada cuerno uterino solución amortiguadora de fosfatos (SAF, 1 L), con molaridad de 0.2, pH de 7.3 y a una temperatura de 35 °C. Posteriormente, se procedió a la filtración del líquido colectado mediante un filtro concentrador de embriones con una malla de poros de 75 micras de diámetro. Una vez agotada la solución colectada, se depositó el contenido del filtro en una caja de Petri de 100 ml y se procedió a identificar los embriones mediante microscopio estereoscópico (15 x). Los embriones se transportaron a una microplaca con pozos de 100 μ l y fondo en U que contenía SAF, se observaron con mayor aumento (40x) para evaluar su morfología y determinar el estadio de desarrollo en que se encontraban.

Adicionalmente se separaron los ovarios para el conteo de estructuras luteas (cuerpos luteos y hemorrágicos), cuya suma indicó la tasa ovulatoria. También se registró el número y tamaño de los folículos presentes, clasificándose en los tres siguientes tipos: pequeños (<3 mm), medianos (3.1

a 6 mm) y grandes (>6 mm). La clasificación de los folículos se efectuó diseccionando cada uno y midiéndolo con un vernier.

Para verificar la condición de anestro e identificar posibles ovulaciones sin signos manifiestos de estro, se realizó la toma de muestras sanguíneas para determinar la concentración de progesterona sérica. Esta fue determinada en las muestras de suero sanguíneo colectadas en los días 2, 4, 6, 8 y 10 de lactancia, y cada tercer día después del destete hasta el sacrificio de la cerda (en estro y servida) o el día 21 posdestete. Las muestras se tomaron por punción directa de una vena yugular. Se obtuvo el suero de cada muestra y se mantuvo a -20°C^{19} hasta su proceso en el Laboratorio de Reproducción del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, D.F.

La progesterona se cuantificó por radioinmunoanálisis en fase sólida con estuches comerciales (COAT-A-COUNT; Diagnostic Product Corporation, Los Angeles, CA, E.U.A.). El promedio de concentración del control de calidad alto fue de 40.0 ng/ml y el coeficiente de variación intra e interensayo fue de 1.64% y 2.54% respectivamente; mientras que la concentración promedio del control de calidad bajo fue de 0.02 ng/ml y el coeficiente de variación intra e interensayo fue de 4.69% y 7.86% respectivamente.

Para todas las variables analizadas en este experimento se utilizó un diseño factorial 3×2 , donde los factores fueron el esquema de aplicación de gonadotropinas (SS, GNS o GND) y la raza (blanca u oscura). Las variables de respuesta fueron las siguientes:

1. El comportamiento reproductivo medido como: a) el porcentaje de estros antes del día 7 posdestete; b) el intervalo del destete al estro; c) la sincronización de los estros; d) la duración del estro; e) la tasa de gestación.
2. La actividad ovárica medida como: a) el número de folículos pequeños, medianos y grandes (en ambos ovarios); b) el diámetro promedio de los folículos grandes; c) el porcentaje de cerdas con folículos grandes; d) número de cuerpos luteos; e) número de cuerpos hemorrágicos; f) la tasa de ovulación; g) la concentración sérica de progesterona en el día del estro; h) el promedio de la concentración sérica de progesterona del día del estro al sacrificio; i) la concentración más alta de progesterona registrada en los diferentes muestreos a partir del estro (pico).

3. La producción de gametos y embriones medida como: a) el número de óvulos; b) el número total de embriones por cerda (la suma de embriones recolectados en diferentes estadios); c) el porcentaje de embriones en fase temprana (la suma de embriones de 2, 4, y 8 células); d) el porcentaje de embriones en fase tardía (la suma de mórulas y blastocistos).

Los valores que se usaron como covariables, uno a la vez, fueron los siguientes:

a) el cambio de peso durante la lactancia; b) el peso de la camada al destete; c) el número de lechones amamantados (promedio en los diez días de lactancia).

Los datos se analizaron por ANDEVA y comparación de medias por la prueba de Tukey.¹⁷ Para las variables porcentaje de cerdas en estro antes del día 7 posdestete, sincronización de estros y diversidad embrionaria, se utilizó el método del cuadro de contingencias de χ^2 .¹⁸ La sincronización de estros fue analizada en rangos de 3 días, iniciando el día 4 posdestete, con la prueba de χ^2 mencionada anteriormente. A continuación se describe el modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + TR_{ij} + V(k_j - k) + E_{(ijk)}$$

en donde:

Y_{ijk} = respuesta de la variable dependiente de la *késima* observación del *iésimo* tratamiento en la *jésima* raza

μ = media poblacional

T_i = efecto del *iésimo* tratamiento

R_j = efecto de la *jésima* raza

TR_{ij} = efecto de la interacción del *iésimo* tratamiento con la *jésima* raza

$V(k_j - k)$ = efecto de la covariable en su forma lineal sobre la variable dependiente

$E_{(ijk)}$ = error experimental

Las variables número de folículos, tasa ovulatoria y embriones, fueron transformados a \log_n previo al análisis estadístico.

Resultados

Para las variables analizadas en el presente trabajo, se presentan los cuadros con las medias de mínimos cuadrados y su error estándar. Con el fin de facilitar la interpretación de los datos en el caso de las variables que fueron transformadas a \log_n , se presentan las medias de mínimos cuadrados de los números reales. El criterio de significancia estadística en ambos experimentos fue $P < .05$. En el experimento 1, ninguna de las covariables afectó significativamente los resultados; mientras que en el experimento 2 se encontró que solamente la covariable "número de lechones destetados" afectó el número de folículos medianos. En los resultados de ambos experimentos, solo se muestran las interacciones cuando se encontró efecto.

Experimento 1

Al examinar el número de cerdas que presentaron celo antes del día 7 posterior al destete, se encontró que la aplicación simultánea (GNS) y la aplicación diferida de gonadotropinas (GND), tuvieron un mayor número de hembras en celo que el grupo testigo (Cuadro 1). De manera similar, se encontró una mayor sincronización de los estros en los grupos tratados al ser comparados con el grupo testigo (Figura 1).

Las cerdas del grupo SS presentaron un intervalo del destete al estro más largo que las cerdas de los grupos GNS y GND. En esta variable, no se encontró efecto de bloque (periodo de parto), ni se detectaron interacciones significativas (Cuadro 3). Similarmente, no se observaron diferencias en la duración del estro atribuibles a la modalidad de aplicación de gonadotropinas ni al periodo de parto (Cuadro 3).

Se encontró un menor número de cerdas gestantes (día 35 posterior al servicio) en el grupo GNS, al ser comparado con SS y con GND (Cuadro 2), tanto en el grupo de cerdas servidas antes del día 7 posdestete, como en el número total de cerdas servidas.

Para el análisis del tamaño de la camada al parto, fueron consideradas solamente las cerdas que llevaron a término la gestación, correspondiente al servicio efectuado durante el periodo experimental. En dichas cerdas no se encontró efecto de la modalidad de aplicación de

gonadotropinas sobre el número de lechones nacidos vivos o nacidos totales, a pesar de que la diferencia numérica entre los grupos testigo y de aplicación diferida fue de más de 1 lechón por cerda (Cuadro 4). De manera similar, no se detectaron diferencias en cuanto al tamaño de la camada entre el primer parto y el segundo, que pudieran ser atribuidas a los tratamientos hormonales (Cuadro 4).

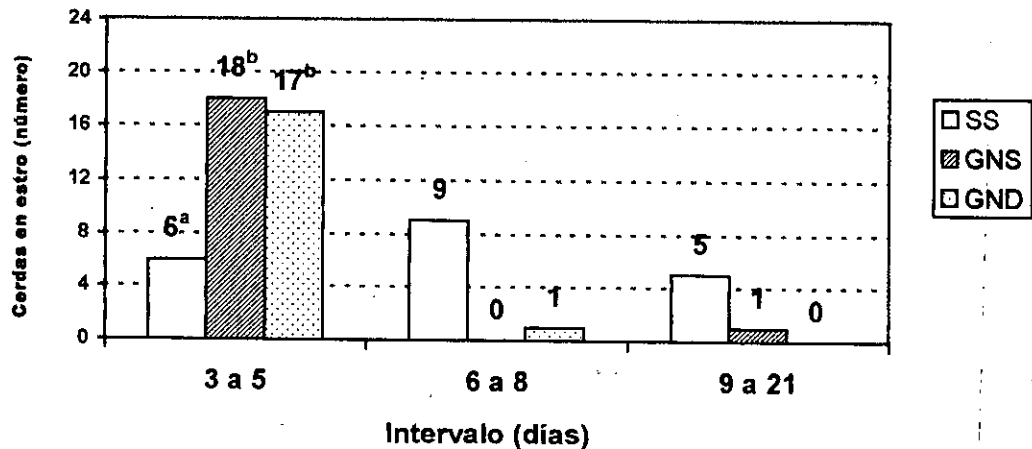
CUADRO 1. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN LA PROPORCION DE CERDAS PRIMIPARAS EN ESTRO DURANTE DISTINTOS INTERVALOS POSDESTETE

Tratamiento	n	Intervalo (días) *		
		0-6	7-21	0-21
SS	20	65 (13) ^a	45 (7)	100 (20)
GNS	19	95 (18) ^b	5 (1)	100 (19)
GND	20	90 (18) ^b	--	90 (18)

* Porcentaje (número de cerdas).

^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

FIGURA 1. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN DISTINTOS INTERVALOS POSDESTETE



^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de intervalo (P < .05).

CUADRO 2. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN LA PROPORCION DE CERDAS GESTANTES COMO RESULTADO DEL SERVICIO RECIBIDO EN DISTINTOS INTERVALOS POSDESTETE

Tratamiento	n	Intervalo (días) *		
		0-6	7-21	0-21
SS	20	85 (11) ^a	100 (7)	90 (18) ^a
GNS	19	50 (09) ^b	100 (1)	53 (10) ^b
GND	20	89 (16) ^a	0 (0)	89 (16) ^a

* Porcentaje (número de cerdas).

^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de intervalo (P < .05).

CUADRO 3. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN EL INTERVALO DE DESTETE A ESTRO Y LA DURACION DEL ESTRO*

Tratamiento	n	Destete a estro (días)	Duración del estro (horas)
SS	20	7.7 ± 0.73 ^a	73.9 ± 3.43
GNS	19	5.0 ± 0.76 ^b	70.6 ± 3.55
GND	20	4.7 ± 0.80 ^b	71.5 ± 3.73

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media.

^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

CUADRO 4. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) SOBRE EL TAMAÑO DE LA CAMADA* EN CERDAS PRIMIPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DIAS

Tratamiento	Parto 1		Parto 2**		Diferencia	
	LNV	LNT	LNV	LNT	LNV	LNT
SS	8.2 ± 0.8	8.8 ± 0.6	6.8 ± 1.1	7.6 ± 1.2	-1.4 ± 1.3	-1.2 ± 1.2
GNS	8.0 ± 1.0	9.4 ± 0.8	7.3 ± 1.1	7.9 ± 1.2	-0.5 ± 1.6	-1.4 ± 1.5
GND	7.7 ± 0.8	9.5 ± 0.7	8.5 ± 0.9	8.9 ± 1.0	0.7 ± 1.3	0.6 ± 1.3

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media.

** Parto correspondiente al servicio realizado durante el periodo experimental

Experimento 2

Como en el anterior experimento, el porcentaje de cerdas que presentaron estro antes del día 7 fue mayor en los grupos que recibieron gonadotropinas (Cuadro 5). De manera similar, se encontró una mayor sincronización en la presentación de estros en las cerdas que recibieron gonadotropinas (Figura 2).

Las hembras de los grupos GNS y GND tuvieron un intervalo de destete a estro más corto que las cerdas testigo y en esta variable no se encontró ningún efecto de raza, ni se detectaron interacciones significativas (Cuadro 6). En la duración del estro mostrado por las cerdas, no se detectaron efectos adjudicables a la modalidad de aplicación de gonadotropinas ni a la raza de las mismas (Cuadro 6); sin embargo, si se encontró una interacción significativa entre raza y tratamiento que afectó dicha variable (Figura 3).

No se detectó efecto de las diferentes modalidades de aplicación de gonadotropinas sobre el número de folículos pequeños (≤ 3 mm) presentes en ambos ovarios de las cerdas (Cuadro 7). En cambio, se encontró un mayor número de folículos medianos (3.1 a 6.0 mm) en SS al compararlo con GND (Cuadro 7). Dentro del grupo que recibió la aplicación simultánea de gonadotropinas no se encontraron folículos de dicha categoría. El efecto de los tratamientos hormonales sobre los folículos medianos fue indetectable cuando se excluyó del modelo estadístico la covariable "número de lechones". En cambio, al incluir la citada covariable en el análisis, resultó significativo tanto el tratamiento hormonal como la misma covariable. Las cerdas del grupo SS tuvieron un número menor de folículos mayores a 6 milímetros cuando fueron comparadas con el grupo GNS, mientras que no se observaron diferencias entre ninguno de esos grupos y GND (Cuadro 7). La presencia o ausencia de la covariable "número de lechones" no modificó el nivel de significancia de los tratamientos con gonadotropinas sobre los folículos pequeños y grandes.

El día 7 postservicio, cuando los animales fueron sacrificados, una mayor proporción de cerdas tratadas con GNS presentó folículos grandes (> 6 mm) al ser comparadas con el grupo testigo, mientras que GND no difirió de ningún grupo (Cuadro 8). Asimismo, el diámetro de dichos folículos fue mayor en GNS que en SS, sin que las cerdas de GND difirieran de los otros grupos, lo cual se puede apreciar en el cuadro 8.

No se encontró efecto de la aplicación de gonadotropinas en el número de cuerpos luteos al momento del sacrificio de las cerdas. Por el contrario, se detectó un mayor número de cuerpos hemorrágicos en GND al ser comparado con los otros grupos; mientras que la tasa de ovulación fue menor en SS que en GNS y GND (Cuadro 9).

La concentración sérica promedio de progesterona, así como el nivel de progesterona durante el estro, fueron similares entre grupos (Cuadro 10). Por el contrario, el pico de progesterona fue menor en SS que en los dos grupos de cerdas tratadas con gonadotropinas (Cuadro 10).

Hubo una mayor proporción de cerdas gestantes en el grupo GND, seguido por SS y GNS, grupo en el que se detectó la menor tasa de gestación (Cuadro 11). No hubieron diferencias atribuibles a los tratamientos en cuanto al número de óvulos y al número total de embriones (Cuadro 11). La tasa de recuperación de embriones fue menor para el grupo GNS (0.08%) al compararse con el Testigo (26.1%) y GND (36.8%), siendo el promedio total de 21.2%.

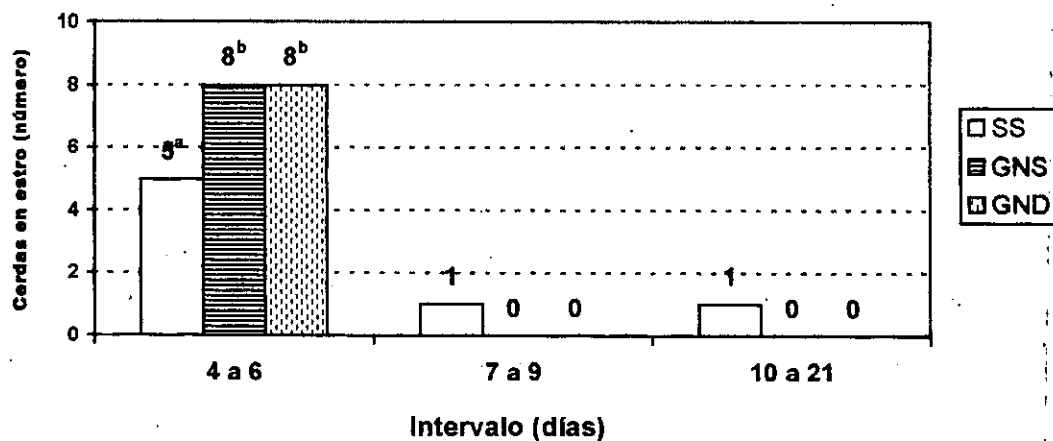
CUADRO 5.- EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN LA PROPORCION DE CERDAS PRIMIPARAS EN ESTRO ANTES DEL DIA SIETE POSTERIOR AL DESTETE

Tratamiento	n	Cerdas en estro *
SS	7	71 (5) ^a
GNS	8	100 (8) ^b
GND	8	100 (8) ^b

* Porcentaje (número de cerdas).

^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

FIGURA 2. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN DISTINTOS INTERVALOS POSDESTETE



^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de intervalo (P < .05).

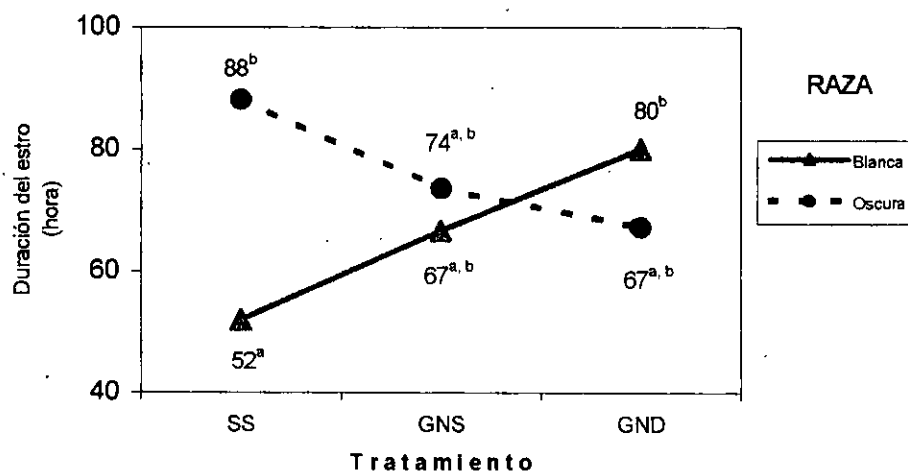
CUADRO 6. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN EL INTERVALO DE DESTETE (IDE) Y LA DURACION DEL ESTRO (DE) EN CERDAS PRIMIPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DIAS*

Tratamiento	n	IDE (días)	DE (horas)
SS	7	7.4 ± 0.50 ^a	70.0 ± 5.98
GNS	8	5.3 ± 0.52 ^b	70.1 ± 5.71
GND	8	5.2 ± 0.51 ^b	73.6 ± 5.71

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media.

^{a, b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

FIGURA 3. INTERACCION DE LA MODALIDAD DE APLICACION DE GONADOTROPINAS Y LA RAZA SOBRE LA DURACION DEL ESTRO EN CERDAS PRIMIPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DIAS



El error estándar para la raza blanca fue de 9.04 en los tres tratamientos; para la raza oscura fue de 7.83, 7.00 y 7.00 respectivamente.

a, b distintas literales indican diferencia entre las medias (P < .05).

CUADRO 7.- EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN EL NUMERO DE FOLICULOS PRESENTES EN LOS OVARIOS DE CERDAS PRIMIPARAS EL DIA SIETE POSTERIOR AL SERVICIO*

Tratamiento	n	Foliculos ≤ 3 mm	Foliculos ** de 4 a 6 mm	Foliculos > 6 mm
SS	7	23.25 ± 7.85	4.62 ± 1.09 ^a	0.95 ± 2.41 ^a
GNS	8	10.93 ± 7.51	0	10.80 ± 2.30 ^b
GND	8	12.40 ± 7.51	0.90 ± 1.04 ^b	2.80 ± 2.30 ^{a,b}

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media

** GNS se elimino del análisis por ausencia de estas estructuras en todas las cerdas del grupo

^{a,b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

CUADRO 8. EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) SOBRE EL PORCENTAJE DE CERDAS CON FOLICULOS GRANDES (>6 mm) Y EL DIAMETRO DE LOS FOLICULOS EL DIA SIETE POSTERIOR AL SERVICIO

Tratamiento	n	Cerdas por grupo*	Diámetro (mm)**
SS	7	43 (3) ^a	7.5 ± 1.3 ^a
GNS	8	75 (6) ^b	20.5 ± 2.7 ^b
GND	8	38 (3) ^a	8.7 ± 3.8 ^{a,b}

* Porcentaje (número de cerdas).

** Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media.

^{a,b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

CUADRO 9.- EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) SOBRE EL NUMERO DE CUERPOS LUTEOS, DE CUERPOS HEMORRAGICOS Y LA TASA DE OVULACION EN CERDAS PRIMIPARAS

Tratamiento	n	Cuerpos * Luteos	Cuerpos * Hemorrágicos	Tasa * ovulatoria
SS	7	15.04 ± 3.87	0.25 ± 2.25 ^a	15.29 ± 4.34 ^a
GNS	8	25.93 ± 3.70	1.76 ± 2.15 ^a	27.70 ± 4.15 ^b
GND	8	26.83 ± 3.70	8.96 ± 2.15 ^b	35.80 ± 4.15 ^b

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media

^{a,b} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

CUADRO 10.- EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) SOBRE LA PROGESTERONA SERICA EN CERDAS PRIMIPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DIAS

CONCEPTO	n	CONCENTRACION DE PROGESTERONA (µg/ml) *		
		Promedio	Día del estro	Pico
SS	7	8.8 ± 2.7	0.7 ± 0.2	14.6 ± 3.4 ^a
GNS	8	14.8 ± 2.6	0.9 ± 0.2	29.4 ± 3.3 ^b
GND	8	15.0 ± 2.6	0.4 ± 0.2	29.5 ± 3.3 ^b

* Medias de mínimos cuadrados ± Error estándar de la media

^{a,b} distintas literales indican diferencia entre medias (P < .05).

CUADRO 11.- EFECTO DE eCG Y hCG APLICADAS EN FORMA SIMULTANEA (GNS) O DIFERIDA (GND) SOBRE EL NUMERO DE OVULOS Y EL NUMERO TOTAL DE EMBRIONES EN CERDAS CLASIFICADAS COMO GESTANTES SACRIFICADAS EL DIA SIETE POSTERIOR AL SERVICIO

Tratamiento	Gestantes*	Ovulos	Embriones
SS	71 (5/7) ^a	2.5 ± 2.0	4.1 ± 3.3
GNS**	13 (1/8) ^b	0	2.0
GND	100 (8/8) ^c	3.4 ± 1.9	10.8 ± 2.7

* Las cerdas con uno o más embriones de cualquier tipo se consideraron gestantes. Los números indican: porcentaje (número de gestantes/número de servidas)

** El número de embriones en este grupo es la media aritmética (grados de libertad = 0); en SS y GND, las medias fueron obtenidas de los cuadrados mínimos.

^{a, b, c} distintas literales indican diferencia dentro de columna (P < .05).

Discusión

El factor que limita en mayor grado la implantación del destete temprano en los sistemas intensivos porcícolas, es la gran dispersión de la presentación del estro posdestete. En este sentido, en los dos experimentos efectuados en el presente estudio se observó una alta inducción y sincronía de estros con la aplicación simultánea o diferida de eCG y hCG. Por lo tanto, esta información indica que las gonadotropinas empleadas en cualquiera de los esquemas evaluados aquí, resuelve el problema central derivado del uso del destete precoz. Sin embargo cuando la aplicación es simultánea se afecta la fertilidad, lo cual podría deberse a fallas en la ovulación de folículos que son estimulados por la eCG después de que el efecto de hCG se suspende ($>$ cantidad de folículos grandes en grupo GNS al día 7 post-servicio. Adicionalmente, los resultados muestran que los efectos de ambos esquemas de aplicación de gonadotropinas son altamente repetibles.

Con relación al tema, el único antecedente encontrado bajo condiciones de destete precoz es el de la aplicación simultánea de eCG y hCG en cerdas destetadas el día 15 posparto,²⁰ en el cual no se detectó ningún efecto en cuanto al comportamiento estral. Posiblemente la diferencia entre dicho estudio y el nuestro, se deba a una menor dosis empleada por los autores citados (eCG 400 UI y hCG 200 UI) en comparación con la utilizada en el presente estudio. Después de una detallada revisión de la literatura disponible, en nuestro conocimiento, esta es la primera vez que se evalúan los dos esquemas de aplicación de gonadotropinas simultáneamente sin importar el modelo de cerda que se haya utilizado. Consecuentemente, nuestros resultados no pueden ser extrapolados a hembras prepúberes, lactantes o destetadas después de periodos de amamantamiento mayores a los 10 días. Inclusive queda vigente la duda de si ambos esquemas de uso de gonadotropinas funcionarían en cerdas multíparas destetadas a los 10 días posparto.

En lo que respecta a la duración del estro presentado por las cerdas, solo se encontró un efecto de la interacción raza por tratamiento, observándose que la duración del estro de la raza blanca fue alargada por efecto de las gonadotropinas, mientras que fue disminuida en la raza oscura. De esta manera, la aplicación de eCG y hCG tanto en forma simultánea como diferida, igualó la duración del estró entre razas. No se encontró información en la literatura disponible sobre el efecto de la raza en la duración del estro.

Bajo condiciones de destete precoz, Trujillo *et al.*,²⁰ observaron que la fertilidad no se ve afectada con la aplicación simultánea de eCG y hCG en cerdas destetadas a los 15 días posparto. Puesto que en dicho experimento el uso simultáneo de gonadotropinas tampoco alteró la conducta estral, asumimos que la dosis empleada (400 UI de eCG y 200 UI de hCG) fue tan baja que no indujo cambios en la fisiología reproductiva de las cerdas. En cerdas prepúberes y por lo tanto con mucho menor peso que las primíparas, el uso de eCG:hCG (400:200 UI) en forma simultánea indujo celos sincronizados antes de 5 días posteriores al tratamiento en el 70% de los animales; sin embargo, las cerdas que no respondieron en ese tiempo, permanecieron en anestro durante un periodo en el que todas las cerdas testigo iniciaron su pubertad.²¹ Asimismo, Bates *et al.*,¹⁰ encontraron que el uso de esta combinación puede disminuir el tamaño de la camada en cerdas destetadas en forma convencional. En ambos experimentos del presente estudio, las cerdas que recibieron la aplicación simultánea de gonadotropinas tuvieron una tasa de gestación inferior a la de los otros grupos. Por lo tanto, los resultados de este trabajo se suman a los antes citados, e indican que el uso simultáneo de eCG y hCG puede producir una reducción en el desempeño reproductivo de las hembras de una piara.

Por el contrario, la aplicación diferida de gonadotropinas en las dosis aquí empleadas no alteró la tasa de gestación. La escasa evidencia existente se limita a cerdas destetadas después de 21 días de lactancia,⁸ e indica que dicho esquema de aplicación en dosis y tiempos similares a los del presente trabajo, no alteran la tasa de gestación y si aumentan la sincronía de estros. Consecuentemente, la aplicación diferida de eCG y hCG aumenta la presentación de estros sincronizados sin alterar la fertilidad, tanto en cerdas destetadas convencionalmente como en las que se destetan de manera precoz.

Con relación al testigo, en el presente trabajo no se encontraron diferencias en el tamaño de la camada como resultado de la aplicación simultánea o diferida de eCG y hCG. Con excepción de un trabajo¹⁰ en el que el número de lechones nacidos se vio reducido, en la mayoría de experimentos previos, la aplicación simultánea de eCG y hCG (400:200 UI) no ha alterado el tamaño de la camada, tanto en cerdas destetadas convencionalmente^{11,22} como en aquellas destetadas en forma precoz.²⁰ En nuestro estudio se combinaron dosis mayores (1200:500 UI de eCG:hCG) que fueron suministradas en forma simultánea y diferida a cerdas destetadas precozmente; por lo tanto, los resultados aquí obtenidos permiten ampliar observaciones anteriores, en el sentido de que aparentemente la aplicación simultánea o diferida de gonadotropinas, dentro de

un rango de dosis relativamente amplio, en cerdas destetadas precoz o convencionalmente, parece no alterar el número de lechones nacidos.

Al examinar la variación de las poblaciones foliculares, con el afán de conocer los mecanismos fisiológicos que median los efectos de eCG más hCG, se encontró que su aplicación diferida redujo marcadamente el número de folículos medianos, mientras que la inyección simultánea de ambas gonadotropinas redujo a cero dicha población folicular.

La aplicación diferida de gonadotropinas (GND) no difirió de ningún grupo en cuanto al número de folículos grandes, mientras que la aplicación simultánea (GNS) los aumentó en más de 10 veces con respecto al testigo (SS). Puesto que eCG tiene una vida media relativamente larga (de 1 a 6 días),²³ es posible que su efecto indujera en las hembras del grupo GNS el reclutamiento de una segunda oleada de folículos, los cuales escaparon al efecto de hCG (cuya vida media es de aproximadamente 30 horas),²⁴ ya que ésta se aplicó al mismo tiempo que la eCG, y lo más posible es que ya hubiera desaparecido de la circulación al momento en que los folículos estaban en condiciones de responder a su estímulo similar a la LH y por lo tanto de ovular. Por ello, estos folículos se mantuvieron en estado preovulatorio hasta el día 7 posterior al servicio. La situación se ve reforzada por el hecho de que en GND, al medir la tasa de ovulación, se encontró un mayor número de cuerpos hemorrágicos, mientras que en GNS, dicha variable no difirió del testigo. Lo anterior permite especular que en GND también se presentó el efecto residual de eCG que provocó el reclutamiento de una segunda oleada de folículos; pero en este grupo, a diferencia de GNS, la hCG se aplicó 72 horas después de la eCG, por lo cual la posibilidad de que estos folículos estuvieran expuestos al efecto de hCG y ovularan fue mayor. La información disponible señala que eCG aumenta el número y diámetro de los folículos grandes, lo cual desencadena un aumento en la síntesis y secreción de estradiol.²⁵ En rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) se ha observado un efecto negativo de las altas cantidades de estradiol sobre la fertilidad, principalmente en animales que han sido superovulados con eCG o FSH,²⁶⁻²⁹ donde se ha visto una falla en la recuperación de embriones, siendo esta escasa o nula. Este fenómeno, aparentemente se debe a una elevada producción de estrógenos provenientes de folículos que se desarrollan en el ovario por efecto del tratamiento superovulatorio, pero no alcanzan la ovulación,²⁹ dichos estrógenos causan un acelerado transporte uterino de gametos y/o embriones, llevando incluso a su expulsión. Por lo anterior, es factible pensar que esta pudo ser la causa de la baja recuperación de embriones y de la baja tasa de gestación en las cerdas que recibieron la aplicación simultánea de gonadotropinas.

En cerdas destetadas existe evidencia de que el uso de eCG y hCG en dosis bajas (400:200) no afecta el tamaño folicular con respecto al grupo testigo,³⁰ pero debe tomarse en cuenta que en el estudio que aporta tal evidencia, se incluyeron dentro de tratamientos cerdas con lactancias que iban de los 10 a los 34 días (promedio 21 días), lo cual puede estar confundiendo los resultados al mezclar modelos animales que presentan diferencias en su fisiología y comportamiento reproductivos. En hembras prepúberes (de menor peso que las primíparas), se ha observado un incremento en el número de quistes foliculares después del tratamiento con eCG y hCG (400:200) en forma simultánea.²¹ Los resultados de nuestro estudio apoyan las observaciones de estudios previos que señalan un aumento en el número de folículos grandes en cerdas tratadas simultáneamente con gonadotropinas.

Como se esperaba, la tasa de ovulación fue incrementada por ambos tratamientos con respecto al testigo. Lo anterior ha sido documentado en cerdas destetadas convencionalmente y tratadas con eCG y hCG (1500:500) en forma diferida.⁸ En cuanto al esquema simultáneo, no hay informes disponibles que mencionen el efecto de esta combinación sobre la tasa ovulatoria en cerdas destetadas. Sin embargo, en cerdas prepúberes tratadas con eCG y hCG (400:200) en forma simultánea, también se ha observado un incremento de la tasa de ovulación.³¹ Los resultados del presente documento, fortalecen la evidencia que indica un aumento en la tasa ovulatoria de las cerdas con el uso de gonadotropinas tanto en forma simultánea como diferida.

En los trabajos previos no se hace referencia dentro de la tasa ovulatoria a la presencia de cuerpos hemorrágicos (CH), mientras que en el presente se detectó una alta proporción (25%) de dichas estructuras en las cerdas que recibieron la aplicación diferida de gonadotropinas. Tal observación es importante, ya que permite tener una idea de la sincronía de ovulación. Una posible razón por la que no se encontró diferencia en el tamaño de la camada es el hecho de que el número de cuerpos luteos fue similar entre tratamientos. El efecto de mayor tasa ovulatoria se presenta al sumar el número de cuerpos hemorrágicos, los cuales tienen una duración aproximada de 2 días antes de transformarse en cuerpos luteos, por lo que los óvulos liberados a partir de estas estructuras tenían pocas posibilidades de ser fecundados.

En cerdas sometidas a recolección embrionaria alrededor del día 7 posterior al servicio, siempre existe una pérdida no aclarada en el porcentaje de embriones recuperados, que va del 12%

al 33%.³²⁻³⁴ Como ya se mencionó, en las cerdas tratadas con gonadotropinas es posible que altas concentraciones de estrógenos provenientes de los folículos grandes llevaran a la pérdida por expulsión de los gametos y/o embriones; sin embargo, no es posible explicar lo que sucedió con el testigo, donde la incidencia y el tamaño de los folículos fue menor que en los grupos tratados, pero el porcentaje de recuperación fue también bajo.

La medición de progesterona demostró que ninguna de las cerdas presentaba actividad lutea al momento del destete, ya que todas mostraron concentraciones plasmáticas por debajo de 1 ng/ml. La mayor concentración de progesterona encontrada en las cerdas tratadas con gonadotropinas posiblemente está ligada a la mayor tasa de ovulación encontrada. Comparaciones en la concentración de progesterona después del tratamiento solo se reportan en un estudio realizado en cerdas prepúberes por Tilton *et al.*,²¹ donde se aplicó eCG y hCG (400:200), observándose que las cerdas tratadas tuvieron una mayor concentración de P4 al ser comparadas con el grupo testigo.

Bajo las condiciones de este estudio, se encontró que la aplicación simultánea de gonadotropinas acortó el intervalo de destete a estro y sincronizó el estro, pero disminuyó la tasa de gestación; por consiguiente, no es recomendable el uso de este esquema en cerdas sometidas a lactancias de 10 días. Además, una segunda conclusión es que la aplicación diferida de eCG y hCG acortó el intervalo de destete a estro y sincronizó el estro, sin afectar la tasa de gestación y el tamaño de la camada con respecto al testigo negativo. Se sugiere por lo tanto, utilizar dicho esquema como una alternativa para facilitar la adopción del destete precoz en granjas porcinas.

Referencias

1. Svajgr AJ, Hays VW, Cromwell GL y Dutt RH. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. *J Anim Sci* 1974;38(1):100-105.
2. Varley MA, Peaker RE y Atkinson T. Effect of lactation length of the sow on plasma progesterone, oestradiol 17- β and embryonic survival. *Anim Prod* 1984;38:113-119.
3. Xue JL, Dial GD, Marsh WE, Davies PR and Momont HW. Influence of lactation length on sow productivity. *Liv Prod Sci* 1993;34:253-265.
4. Koketsu Y y Dial GD. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 1997;47:1445-1461.
5. Belstra BA, Frank JW, Kendall DC, Richert BT, Diekman MA y Singleton WL. Impact of lactation length and exogenous progesterone / estradiol on embryonic survival in third parity sows. *Purdue Swine Day Report* (serial online) 1998. Available from: URL: <http://www.ansc.purdue.edu/swine/sday98/psd08-98.htm>
6. Sterning M. Oestrous symptoms in primiparous sows. 2. Factors influencing the duration and intensity of external oestrous symptoms. *Anim Reprod Sci* 1995;40:165-174.
7. Vesseur PC, Kemp B y Den Hartog LA. The effect of the weaning to oestrous interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sows. *J Anim Physiol a Anim Nutr* 1994;71:30-38.
8. Christenson RK y Teague HS. Synchronization of ovulation and artificial insemination of sows after lactation. *J Anim Sci* 1975;41(2):560-563.
9. Hurtgen JP y Leman AD. Use of eCG in the prevention of seasonal post-weaning anestrus in sows. *Theriogenology* 1979;12(4):207-215.

10. Bates RO, Day BN, Britt JH, Clark LK y Brauer MA. Reproductive performance of sows treated with a combination of pregnant mare's serum and human chorionic gonadotropin at weaning in the summer. *J Anim Sci* 1991;68:894-898.
11. Kirkwood RN, Soede NM, Dyck GW y Thacker PA. The effect of immunoneutralization of eCG at a gonadotrpín induced oestrus on the duration of ovulation and reproductive performance of sows. *Animal Science* 1995;61:321-324.
12. Britt JH, Esbenshade KL y Heller K. Response of seasonally aciclic gilts and weaned primiparous sows to pregnant mare serum gonadotropin (eCG) and Regumate. *J Anim Sci* 1984;59(Suppl. 1):20.
13. H. Ayuntamiento de La Piedad, Mich. 1999. Available from: URL: <http://www.Bienvenidos a La Piedad Michoacán, México. htm>.
14. Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Mex. 1999. Available from: URL: http://www.64_HUMEDALES DE JILOTEPEC-IXTLAHUACA.htm.
15. NRC, Nutrient Requeriments of Domestic Animals. Nutrient Requeriments of Swine. Nine Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A. 1988.
16. Pearce GP y Pearce AN. Contact with a sow in oestrus or a mature boar stimulates the onset of oestrus in weaned sows. *Veterinary Record* 1992;130:5-9.
17. SAS. SAS Users Guide: Statistics. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina. 1986.
18. Daniel WW. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. Primera Ed. México: UTEHA 1995.
19. IASA. Manual de toma y envío de muestras para laboratorio de diagnóstico avícola y porcícola. México (DF). Laboratorio de Biología. Investigación Aplicada, S.A. de C.V. 1998.

20. Trujillo OME, Zarco LA, Dopporto JM y Becerra A. Efecto del uso de PG600 y Altrenogest en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. Memorias V-Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina; León (Guanajuato) México. 1998:265-272.
21. Tilton SL, Bates RO y Prather RS Evaluation of response to hormonal therapy in prepubertal gilts of different genetic lines. *J Anim Sci* 1995;73:3062-3068.
22. Estienne MJ y Hartsock TG. Effect of exogenous gonadotropins on the weaning to oestrous interval in sows. *Theriogenology* 1998;49(4):823-828.
23. Roser JF. Equine chorionic gonadotropin. In: E. Knobil y J.D. Neill editors: *Encyclopedia of Reproduction*, volume 2. New York: Raven Press, 1999:29-37.
24. Birken S, O'Connor J, Lobel L y Canfield R. Chorionic gonadotropin, human. In: E. Knobil y J.D. Neill editors: *Encyclopedia of Reproduction*, volume 1. New York: Raven Press, 1999:587-601.
25. Guthrie HD, Bolt DJ y Cooper BS. Effect of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepubertal gilts. *J Anim Sci* 1990;68:3719-3726.
26. Armstrong DT, Pfitzner AP, Porter KJ, Warnes GM, Janson PO y Seamark RF. Ovarian responses of anoestrous goats to stimulation with pregnant mare serum gonadotrophin. *Anim Reprod Sci* 1982;5:15-23.
27. Hawk HW. Gamete transport in the superovulated cow. *Theriogenology* 1988;29(1):125-142.
28. Jaqueline M, Wallace J, Robinson J y Aitken RP. Does inadequate luteal function limit the establishment of pregnancy in the early pos-partum ewe? *J Reprod Fert* 1989;85:229-240.
29. Schiewe MC, Howard JG, Goodrowe KL, Stuart LD y Wildt DE. Human menopausal gonadotropin induces ovulation in sheep, but embryo recovery after prostaglandin F_{2α} is compromised by premature luteal regression. *Theriogenology* 1998;34:469-486.

30. Knox RV. Effect of administration of PG600 to sows at weaning on the time of ovulation as determined by transrectal ultrasound. Porknet Papers, 2000. Available from: URL: <http://nautilus.outreach.uiuc.edu/porknet/fulltext.cfm?section=2&documentID=150>
31. Guthrie HD. Induction of ovulation and fertility in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1977;45:(6) 1361-1367.
32. Soede NM, Noordhuizen JPTM y Kemp B. The duration of ovulation in pigs, studied by transrectal ultrasonography, is not related to early embryonic diversity. *Theriogenology* 1992;38:653-666.
33. Nissen AK, Lehn-Jensen H, Hyttel P y Greve T. Follicular development and ovulation in sows: effect of hCG and GnRH treatment. *Acta Vet Scand* 1995;36 (1):123-133.
34. Hazeleger W, Bouwman EG, Noordhuizen JPTM y Kemp B. Effects of superovulation induction on embryonic development on day 5 and subsequent development and survival after nonsurgical embryo transfer in pigs. *Theriogenology* 2000;53(5):1063-1070.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Dirección de Agronegocios y Fondos de Fomento. Estructuras y perspectivas de la cadena productiva porcícola. Agronegocios Banamex. México (DF), 1997.
2. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México. México (DF):SAGAR, 1998.
3. Castro G. Fundamentos productivos y sanitarios del isoweán en diferentes fases de producción. Memorias III Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina; Fundación de la Porcicultura Científica, Madrid. 1995:25-28.
4. Dhuyvetter K. Estimating the value of segregated early weaned pigs. MF-2221 1995. Available from: URL: <http://www.oznet.ksu.edu/library/agec2/samplers/mf2221.htm>.
5. Pijoan AC Pathogenesis of disease in segregated early weaning. Pig News and Information 1997;18(2):65N-66N.
6. Morilla A. Consideraciones sobre el control y erradicación de las enfermedades infecciosas endémicas en la granja. En: Arriaga DC, Bautista GC, Velasco JM, editores. Manual para el control de enfermedades infecciosas de los cerdos. México DF: Schering Plough, 1997:22-31.
7. Wiseman BS, Morrison RB, Dial GD, Molitor TW y Pijoan C. Influence of weaning age on pathogen elimination and growth performance of commingled pigs derived by medicated early weaning (MEW). Proceedings of 13th International Pig Veterinary Society Congress. Netherlands 1995:500-503.
8. Svajgr AJ, Hays VW, Cromwell GL y Dutt RH. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. J Anim Sci 1974;38(1):100-105.0

9. Cole DJA, Varley MA y Hughes PE. Studies in sow reproduction 2. The effect of lactation length on the subsequent reproductive performance of the sow. *Anim Prod* 1975;20:401-406.
10. Hays VW, Krug JL, Cromwell GL y Dutt RH. Effect of dietary antibiotics on reproductive performance of sows. *J Anim Sci* 1978;46(4):884-891.
11. Varley MA, Atkinson T y Ross LN. The effect of lactation length on the circulating concentrations of progesterone and oestradiol in the early weaned sow. *Theriogenology* 1981;16(2):179-183.
12. Varley MA, Peaker RE y Atkinson T. Effect of lactation length of the sow on plasma progesterone, oestradiol 17- β and embryonic survival. *Anim Prod* 1984;38:113-119.
13. Xue JL, Dial GD, Marsh WE, Davies PR y Momont HW. Influence of lactation length on sow productivity. *Liv Prod Sci* 1993;34:253-265.
14. Koketsu Y y Dial GD. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 1997;47:1445-1461.
15. Belstra BA, Frank JW, Kendall DC, Richert BT, Diekman MA y Singleton WL. Impact of lactation length and exogenous progesterone / estradiol on embryonic survival in third parity sows. *Purdue Swine Day Report (serial online)* 1998. Available from: URL: <http://www.ansc.purdue.edu/swine/sday98/psd08-98.htm>.
16. Belstra BA Management strategies to counteract the negative effect of short lactation lengths (early weaning) on subsequent sow reproductive performance *Purdue Swine Day Report (serial online)* 1999. Available from: URL: <http://www.ansc.purdue.edu/HealthyHogs/book1999/belstra.htm>.
17. Sterning M. Oestrous symptoms in primiparous sows. 2. Factors influencing the duration and intensity of external oestrous symptoms. *Anim Reprod Sci* 1995;40:165-174.

18. Vesseur PC, Kemp B y Den Hartog LA. The effect of the weaning to oestrous interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sows. *J Anim Physiol a Anim Nutr* 1994;71:30-38.
19. Guthrie HD, Bolt DJ y Cooper BS. Effect of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1990;63:3719-3726.
20. Christenson RK y Teague HS. Synchronization of ovulation and artificial insemination of sows after lactation. *J Anim Sci* 1975;41(2):560-563.
21. Hurtgen JP y Leman AD. Use of eCG in the prevention of seasonal post-weaning anestrus in sows. *Theriogenology* 1979;12(4):207-215.
22. Bates RO, Day BN, Britt JH, Clark LK y Brauer MA. Reproductive performance of sows treated with a combination of pregnant mare's serum and human chorionic gonadotropin at weaning in the summer. *J Anim Sci* 1991;68:894-898.
23. Kirkwood RN, Soede NM, Dyck GW y Thacker PA. The effect of immunoneutralization of eCG at a gonadotropin induced oestrus on the duration of ovulation and reproductive performance of sows. *Animal Science* 1995;61: 321-324.
24. Britt JH, Esbenshade KL y Heller K. Response of seasonally acyclic gilts and weaned primiparous sows to pregnant mare serum gonadotropin (eCG) and Regumate. *J Anim Sci* 1984;59(Suppl. 1):20.
25. Coalsen JA, Marsh C y Ulberg LC. Early rebreeding of postpartum sows. *J Anim Sci* 1972;34:352, (Abstract).
26. Trujillo OME, Zarco LA, Doporto JM y Becerra A. Efecto del uso de PG600 y Altrenogest en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. *Memorias V-Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial Porcina; León (Guanajuato) México.* 1998:265-272.

27. Britt JH. Biology and management of the early weaned sow. Proceedings of Biology and Management of the Breeding Herd Part 1; Brooklyn Park (Minnesota) EUA. 1996:46-59.
28. De Rensis F, Hunter MG y Foxcroft GR. Suckling-induced inhibition of luteinizing hormone secretion and follicular development in the early postpartum sow. *Biology of Reproduction* 1993;48:964-969.
29. Barb CR, Kraeling RR, Rampacek GB y Whisnant CS. Opioid inhibition of luteinizing hormone secretion in the postpartum lactating sow. *Biology of Reproduction* 1986;35:368-371.
30. Kraeling RR y Barb CC. Hypothalamic control of gonadotrophin and prolactin secretion in pigs. *J Reprod Fert* 1990;40(Suppl):3-17.
31. Armstrong JD, Kraeling RR y Britt JH. Morphine supresses luteinizing hormone concentrations in transiently weaned sows and delay onset of estrus after weaning. *J Anim Sci* 1988;66:2216-2223.
32. Varley MA y Foxcroft GR. Endocrinology of the lactating and weaned sow. *J Reprod Fert* 1990;40:47-61.
33. Cox NM y Britt JH. Pulsatile administration of gonadotropin releasing hormone to lactating sows: endocrine changes associated with induction of fertile estrus. *Biology of Reproduction* 1982;27:1126-1137.
34. Edwards S y Foxcroft GR. Endocrine changes in sows weaned at two stages of lactation. *J Reprod Fert* 1983;67:161-172.
35. Elliot JI, King GJ y Robertson HA. Reproductive performance of the sow subsequent to weaning piglets at birth. *Can J Anim Sci* 1980;60:65-71.

36. Cox NM, Ramirez JL, Matamoros IA y Bennet WA. Estrogen induces estrus unaccompanied by a preovulatory surge in luteinizing hormone in suckled sows. *Biology of Reproduction* 1988;38:592-596.
37. Sesti LAC y Britt JH. Influence of stage of lactation, exogenous luteinizing hormone-releasing hormone, and suckling on estrus, positive feedback of luteinizing hormone and ovulation in sows treated with estrogen. *J Anim Sci* 1993;989-998.
38. Britt JH. Improving sow productivity through management during gestation, lactation and after weaning. *J Anim Sci* 1986;63:1288-1296.
39. Sesti LAC y Britt JH. Agonist-induced release of gonadotropin releasing hormone, luteinizing hormone and follicle stimulating hormone throughout lactation in sows. *Biology of Reproduction*. 1993;49:332-339.
40. Palmer WM, Teague HS y Venzke WG. Macroscopic observations on the reproductive tract of the sow during lactation and early postweaning. *J Anim Sci* 1965;24:541-545.
41. Guthrie HD. Induction of ovulation and fertility in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1977;45:(6) 1361-1367.
42. Dial GD, BeVier GW, Hixon JE y Gustafsson BK. Endocrine pathogenesis of postweaning anestrus in swine: Response of the persistently anestrous sow to hormonal stimuli. *Am J Vet Res* 1984;45:1737-1742.
43. Dyck GW, Palmer WM y Simaraks S. Postweaning plasma concentrations of luteinizing hormone and estrogens in sows: Effect of treatment with pregnant mare's serum gonadotropin or estradiol 17 β plus progesterone. *Can J Anim Sci* 1979;59:159-166.
44. Lancaster RT, Foxcroft GR, Boland MP, Edwards S y Gordon I. Fertility of sows injected with exogenous oestradiol and/or gonadotrophins to control postweaning oestrus. *Anim Reprod Sci* 1985;8:365-373.

45. King RH, Killen ID y Vercoe J. Efficacy of exogenous gonadotropic hormones to induce estrus in anestrus gilts. *J Anim Sci* 1990;34(4):761-766.
46. Britt JH, Day BN, Webel SK y Brauer MA. Induction of fertile estrus in prepuberal gilts by treatment with a combination of pregnant mare serum gonadotropin and human chorionic gonadotropin. *J Anim Sci* 1989;67:1148-1153.
47. Schilling E y Cerne F. Induction and synchronisation of oestrus in prepuberal gilts and anoestrous sows by PMS/hCG-compound. *The Veterinary Record* 1972;91(20):471-473.
48. Tilton SL, Bates RO y Prather RS. Evaluation of response to hormonal therapy in prepubertal gilts of different genetic lines. *J Anim Sci* 1995;73:3062-3068.
49. Hodson HH, Husler CL, Snyder DH, Wilkens MA y Artur RD. Effect of gonadotropin dose and postpartum status on induced ovulation and pregnancy in lactating sows. *J Anim Sci* 52 1981;(4):688-695.
50. Sechin A, Deschamps JC, Lucia T, Aleixo JAG y Bordignon V. Effect of equine chorionic gonadotropin on weaning to first service interval and litter size of female swine. *Theriogenology* 1999;51:1175-1182.
51. Nissen AK, Lehn-Jensen H, Hyttel P y Greve T. Follicular development and ovulation in sows: effect of hCG and GnRH treatment. *Acta Vet Scand* 1995;36 (1):123-133.
52. Estienne MJ y Hartsock TG. Effect of exogenous gonadotropins on the weaning to oestrous interval in sows. *Theriogenology* 1998;49(4):823-828.
53. Van de Wiel DFM y Booman P. Post-weaning anoestrus in primiparous sows: LH patterns and effects of gonadotropin injection and boar exposure. *Veterinary Quarterly* 1993;15:162-166

7. ANEXOS

7.1. Análisis de varianza: Experimento 1

Dependent Variable: Intervalo Destete-Estro

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	128.01975	16.00247	1.47	0.1933
Error	48	522.63533	10.88824		
Corrected Total	56	650.65509			

R-Square	C.V.	Root MSE	X12 Mean
0.196755	55.66285	3.2997	5.9281

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	104.35426	52.17713	4.79	0.0127
Periodo parto	2	11.53827	5.76913	0.53	0.5921

Dependent Variable: Duración del Estro

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	561.20163	70.15020	0.30	0.9626
Error	48	11242.30714	234.21473		
Corrected Total	56	11803.50877			

R-Square	C.V.	Root MSE	X13 Mean
0.047545	21.14232	15.304	72.386

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	108.53823	54.26911	0.23	0.7941
Periodo parto	2	323.65465	161.82733	0.69	0.5060

Dependent Variable: Lechones Nacidos Vivos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	70.962281	8.870285	0.87	0.5545
Error	29	296.616667	10.228161		
Corrected Total	37	367.578947			

R-Square	C.V.	Root MSE	LNV Mean
0.193053	40.50990	3.1981	7.8947

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	19.602273	9.801136	0.96	0.3954
Periodo parto	2	23.517617	11.758808	1.15	0.3308

Dependent Variable: Lechones Nacidos Totales

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	8	87.840351	10.980044	0.89	0.5405
Error	29	359.633333	12.401149		
Corrected Total	37	447.473684			

R-Square	C.V.	Root MSE	LNT Mean
0.196303	41.30185	3.5215	8.5263

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	11.953030	5.976515	0.48	0.6224
Periodo parto	2	36.039647	18.019824	1.45	0.2504

7.2. Análisis de varianza: Experimento 2

Dependent Variable: Intervalo Destete-Estro

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	22.633543	4.526709	2.81	0.0501
Error	17	27.399500	1.611735		
Corrected Total	22	50.033043			

R-Square	C.V.	Root MSE	X8 Mean
0.452372	21.09787	1.2695	6.0174

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	20.766934	10.383467	6.44	0.0083
Raza	1	1.162561	1.162561	0.72	0.4075
Tratamiento*Raza	2	0.108110	0.054055	0.03	0.9671

Dependent Variable: Duración del Estro

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2628.6377	525.7275	2.14	0.1095
Error	17	4170.6667	245.3333		
Corrected Total	22	6799.3043			

R-Square	C.V.	Root MSE	X9 Mean
0.386604	21.80701	15.663	71.826

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	61.4641	30.7320	0.13	0.8831
Raza	1	550.3138	550.3138	2.24	0.1525
Tratamiento*Raza	2	2148.3660	1074.1830	4.38	0.0293

Dependent Variable: Folículos ≤ 3 mm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1386.4725	277.2945	0.65	0.6620
Error	17	7197.2667	423.3686		
Corrected Total	22	8583.7391			

R-Square	C.V.	Root MSE	X11 Mean
0.161523	124.8671	20.576	16.478

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	639.47190	319.73595	0.76	0.4850
Raza	1	469.51178	469.51178	1.11	0.3070
Tratamiento*Raza	2	437.00621	218.50310	0.52	0.6059

Dependent Variable: Folículos 3.1 a 6.0 mm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	107.12869	26.78217	2.90	0.0781
Error	10	92.20464	9.22046		
Corrected Total	14	199.33333			

R-Square	C.V.	Root MSE	X12 Mean
0.537435	113.8696	3.0365	2.6667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	1	59.640648	59.640648	6.47	0.0292
Raza	1	0.464198	0.464198	0.05	0.8270
Tratamiento*Raza	1	23.226940	23.226940	2.52	0.1436
Lechones Destetados	1	47.345362	47.345362	5.13	0.0469

Dependent Variable: Foliculos > 6 mm

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	463.40072	92.68014	2.32	0.0888
Error	17	679.81667	39.98922		
Corrected Total	22	1143.21739			

R-Square	C.V.	Root MSE	X13 Mean
0.405348	135.9301	6.3237	4.6522

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	400.58856	200.29428	5.01	0.0195
Raza	1	40.91734	40.91734	1.02	0.3259
Tratamiento*Raza	2	89.21601	44.60801	1.12	0.3506

Dependent Variable: Tamaño promedio de los foliculos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	803.011188	160.602238	2.78	0.0516
Error	17	981.185333	57.716784		
Corrected Total	22	1784.196522			

R-Square	C.V.	Root MSE	MEDIA Mean
0.450069	86.75998	7.59716	8.75652

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	2	596.150509	298.075254	5.16	0.0177
BLOQUE	1	121.832299	121.832299	2.11	0.1645
TX*BLOQUE	2	188.019982	94.009991	1.63	0.2253

Dependent Variable: Cuerpos Luteos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	916.27609	183.25522	1.78	0.1702
Error	17	1747.55000	102.79706		
Corrected Total	22	2663.82609			

R-Square	C.V.	Root MSE	X14 Mean
0.343970	44.24942	10.139	22.913

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	608.37116	304.18558	2.96	0.0789
Raza	1	1.78603	1.78603	0.02	0.8967
Tratamiento*Raza	2	256.74371	128.37185	1.25	0.3119

Dependent Variable: Cuerpos Hemorrágicos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	525.57971	105.11594	3.03	0.0392
Error	17	590.33333	34.72549		
Corrected Total	22	1115.91304			

R-Square	C.V.	Root MSE	X15 Mean
0.470986	183.1556	5.8928	3.2174

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	317.60131	158.80065	4.57	0.0258
Raza	1	108.28350	108.28350	3.12	0.0954
Tratamiento*Raza	2	191.15523	95.57761	2.75	0.0921

Dependent Variable: Tasa de Ovulación

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2190.7920	438.1584	3.39	0.0264
Error	17	2199.8167	129.4010		
Corrected Total	22	4390.6087			

R-Square	C.V.	Root MSE	X16 Mean
0.498972	43.53336	11.375	26.130

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	1520.7516	760.3758	5.88	0.0115
Raza	1	137.8830	137.8830	1.07	0.3164
Tratamiento*Raza	2	747.4868	373.7434	2.89	0.0832

Dependent Variable: Ovulos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	25.388889	8.462963	0.51	0.6897
Error	5	82.166667	16.433333		
Corrected Total	8	107.555556			

R-Square	C.V.	Root MSE	OVULOS Mean
0.236054	125.8077	4.0538	3.2222

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	1	1.833333	1.833333	0.11	0.7519
BLOQUE	1	18.560606	18.560606	1.13	0.3365
TX*BLOQUE	1	1.833333	1.833333	0.11	0.7519

Dependent Variable: **Embriones**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	263.347619	65.836905	1.24	0.3591
Error	9	476.366667	52.929630		
Corrected Total	13	739.714286			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMBRION Mean
0.356013	101.8539	7.27528	7.14286

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	2	193.065766	96.532883	1.82	0.2163
BLOQUE	1	62.381301	62.381301	1.18	0.3059
TX*BLOQUE	1	41.893496	41.893496	0.79	0.3968

Dependent Variable: **Concentración de progesterona (día del estro)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1.73567420	0.34713484	0.66	0.6583
Error	17	8.93858667	0.52579922		
Corrected Total	22	10.67426087			

R-Square	C.V.	Root MSE	ESTRO Mean
0.162604	108.0166	0.72512	0.67130

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	2	0.97530337	0.48765168	0.93	0.4147
RAZA	1	0.63964471	0.63964471	1.22	0.2854
TX*RAZA	2	0.13699748	0.06849874	0.13	0.8787

Dependent Variable: Concentración de progesterona (promedio)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	304.585098	60.917020	1.18	0.3611
Error	17	880.502493	51.794264		
Corrected Total	22	1185.087591			

R-Square	C.V.	Root MSE	MEDIA Mean
0.257015	57.10779	7.19682	12.6022

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	2	176.056554	88.028277	1.70	0.2124
RAZA	1	65.459103	65.459103	1.26	0.2766
TX*RAZA	2	90.040779	45.020390	0.87	0.4371

Dependent Variable: Concentración máxima de progesterona (pico)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1158.86982	231.77396	2.80	0.0505
Error	17	1406.57056	82.73944		
Corrected Total	22	2565.44038			

R-Square	C.V.	Root MSE	PICO Mean
0.451724	36.88484	9.09612	24.6609

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
TX	2	1036.57982	518.28991	6.26	0.0092
RAZA	1	29.49368	29.49368	0.36	0.5583
TX*RAZA	2	136.57616	68.28808	0.83	0.4549