

Uso de dos esquemas de aplicación de gonadotropinas en cerdas sometidas a destete en el día diez posparto: Efecto en la eficiencia y funciones reproductivas*

Two schemes of gonadotropin application in sows weaned on day ten postpartum: Effects on reproductive function and efficiency

Juan Serafín Solorio López**
Alejandro Villa-Godoy***
Everardo González Padilla†
Rafael Olea Pérez‡
Héctor R. Vera Ávila**

Abstract

Primiparous sows weaned on day 10 post-farrowing were used in two experiments designed to evaluate 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 (EPW), pregnancy rate in synchronized estrus (PRE), pregnancy rate in all services (TPR), number of piglets born alive (PBA), number of total piglets born (TPB), number of follicles on day 7 postweaning (small: SF; medium: MF, and, large: LF), number of corpora hemorrhagica (CH), number of corpora lutea (CL), and number of ovulations (ON). 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 Differed Gonadotropin (DG; 1 200 UI of eCG 24 h postweaning + 500 UI of hCG 96 h postweaning). Estrus was detected 4 times/day, and boars mounted sows at least twice. In experiment 1, the diagnosis of pregnancy was carried out on day 35 postweaning (ultrasound). In experiment 2, sows were sacrificed on day 7 post-service. Reproductive organs were collected for counting and measuring ovarian structures and for pregnancy diagnosis. In both experiments, percentage of EPW was higher in SG and DG than in C (same order for experiment 1: 94.7, 90.0, 65.0, and experiment 2: 100, 100, 71.4) while percentage of PRE was lower in SG compared with DG and C (experiment 1: 50.0, 88.9 and 84.6, and experiment 2: 12.5, 100 and 100, respectively). TPR (%) tended to be higher for DG than for C, and was lower in SG than in the other two groups (respectively for experiment 1: 80.0, 55.0 and 47.4; and experiment 2: 100.0, 71.4 and 12.5). WEI (days) was shorter in SG and DG than in C (experiment 1: 5.0, 4.7 and 7.7, and experiment 2: 5.3, 5.2 and 7.4). CH number was greater for DG than for SG and C (9.0, 1.8 and 0.2). ON was higher, whereas number of MF was lower in SG and DG than in C (ON: 27.7, 35.8 and 15.3; MF: 0, 0.9 and 4.6). Numbers and diameter of LF were greater in SG than in DG and C (10.8, 2.8 and 0.9 follicles; 20.5, 8.7 and 7.5 mm, respectively). Numbers of PBA, TPB, SF and CL did not differ among groups. Summarizing, relative to C, DG

Recibido el 30 de mayo de 2001 y aceptado 13 de septiembre de 2001.

* El presente trabajo forma parte de la tesis de maestría del primer autor.

** Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, Campus Ajuchitlán, Laboratorio de Reproducción Animal, Universidad Nacional Autónoma de México, Km 2.5, Carretera Ajuchitlán-Colón, Colón, 76280, Querétaro, México.

*** Departamento de Fisiología y Farmacología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

† Departamento de Reproducción Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

‡ Departamento de Producción Animal: Cerdos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D. F.

and SG improved number of sows in estrus during the first seven days postweaning but SG reduced PG, whereas DG did not. Therefore, it is concluded that DG might be used in order to facilitate adoption of early weaning in farms.

Key words: eCG, hCG, SOWS, EARLY WEANING, REPRODUCTIVE PERFORMANCE, OVARIAN FUNCTION.

Resumen

Se realizaron dos experimentos para evaluar el efecto de dos esquemas de aplicación de gonadotropinas en cerdas primíparas sometidas a lactancias de diez días sobre: Intervalo destete-estro (IDE); porcentaje de estros durante la primera semana posdestete (PE); porcentaje de fertilidad al estro inducido (PF); porcentaje de gestación respecto del total de animales expuestos (PG); tamaño de camada expresado como el número de lechones nacidos vivos (LNV) y totales (LNT) y números de folículos por categoría de tamaño (FP, folículos pequeños; FM, folículos medianos; FG, folículos grandes); cuerpos hemorrágicos (CH); cuerpos lúteos (CL); y total de ovulaciones (TO) al día siete postservicio. En ambos experimentos los tratamientos fueron: Testigo (SS, solución salina), aplicación simultánea de gonadotropinas (GNS, 1 200 UI eCG + 500 UI hCG 24 h posdestete) y aplicación diferida de gonadotropinas (GND, 1 200 UI eCG 24 h posdestete + 500 UI hCG 96 h posdestete). Se detectaron estros cuatro veces al día y las cerdas recibieron servicios por inseminación artificial al menos en dos ocasiones. En el primer experimento se diagnosticó preñez el día 35 postservicio. En el segundo experimento las cerdas fueron sacrificadas el día siete postservicio para conteo de estructuras ováricas y diagnóstico de gestación. El PE fue mayor en GNS y GND que en SS (94.7, 90.0 y 65.0; 100.0, 100.0 y 71.4, experimentos 1 y 2) y el PF menor en GNS que en GND y SS (50.0, 88.9 y 84.6; 12.5, 100.0 y 100.0, experimentos 1 y 2). El PG tendió a ser mayor en GND que en SS y fue menor en GNS que en los otros grupos (80.0, 55.0 y 47.4; 100.0, 71.4 y 12.5, experimentos 1 y 2). El IDE fue más corto en GNS y GND que en SS (5.0, 4.7 y 7.7; 5.3, 5.2 y 7.4, experimentos 1 y 2) y el número de CH mayor en GND que en GNS y SS (9.0, 1.8 y 0.2). El TO fue mayor y el número de FM menor en GNS y GND que en SS (27.7, 35.8 y 15.3 para TO; 0, 0.9 y 4.6 para FM). El número y tamaño de FG fue mayor en GNS que en GND y SS (10.8, 2.8 y 0.9 folículos y 20.5, 8.7 y 7.5 mm). El número de LNV, LNT, FP y CL no difirió entre tratamientos. En conclusión, ambos esquemas de aplicación de gonadotropinas permiten inducir y sincronizar el estro posdestete asociado con un aumento en el número de ovulaciones en cerdas primíparas sometidas a lactancias cortas, sin influir en el tamaño de la camada. Sin embargo, solamente el esquema de aplicación diferida induce estros de fertilidad normal, por lo que representa una alternativa para facilitar el uso del destete precoz.

Palabras clave: eCG, hCG, CERDAS, DESTETE PRECOZ, EFICIENCIA REPRODUCTIVA, FUNCIÓN OVÁRICA.

Introduction

The main reason for implementing an early weaning system is to better the sanitary conditions of weaned piglets. It has been proved that certain economically important illness-producing pathogens, such as *Mycoplasma hyopneumoniae* and *Pasteurella multocida*, are transmitted to piglets by the sow during lactation. Therefore, a shorted period of lactation represents a biosafety measure aimed at the decreased incidence of diseases and the economic losses they produce, that in the USA have been estimated to be between five and ten dollars per piglet.^{1,2} However, sows subjected to short lactations (< 21 days) show poor postweaning reproduc-

Introducción

La principal razón para implantar un sistema de destete precoz en una pira es el mejoramiento del estado sanitario de los lechones al destete. En ese sentido, se ha demostrado que algunos de los gérmenes que causan enfermedades de importancia económica en las explotaciones porcinas, tales como *Mycoplasma hyopneumoniae* y *Pasteurella multocida*, se transmiten a los lechones a partir de la madre durante la lactancia; por tanto, el acortamiento del periodo de amamantamiento representa una estrategia de bioseguridad para reducir la incidencia de dichas enfermedades y las pérdidas económicas derivadas de ellas, que en los Estados Unidos de América se han estimado entre cinco y diez dólares por

tive performance because of an increase on their weaning-estrus intervals (WEI), and the spread of estrus presented, while prolificity decreases.³⁻⁷ All this causes a reduction in the production of piglets and hinders the optimal organization of groups of pregnant sows. This causes lack of synchronization in the sows' entrance into the maternity wards and complicates the synchronization of the next set of births.

Equine chorionic gonadotropin (eCG), when administered alone or when combined with human chorionic gonadotropin (hCG), has been used to induce and synchronize postweaning estrus in sows subjected to conventional lactation periods (> 21 days). Both, in the case of a single application of eCG, as well as when used in simultaneous or deferred (initial application of eCG followed 56 to 96 hours later by hCG application) combination with hCG, a decrease in WEI has been achieved. Furthermore, this has produced an increase in the percentage of sows in estrus before day seven postweaning with similar fertility to those reaching estrus without induction.⁸⁻¹¹ The available evidence indicates that eCG alone combined with hCG, at doses of 1 200 and 500 IU, respectively, produce better results for induction and synchronization of estrus, than lower doses, increasing the number of ovulations and the litter size.^{8,11} In the case of simultaneous applications, only low doses (400 and 200 IU of eCG and hCG, respectively) have been evaluated. In these, even though there is an increase in the percentage of sows in estrus before day 7 postweaning (EPN) as well as a shorter WEI, the litter size has been variable; it can be decreased,¹⁰ increased¹³ or stay the same.^{11,14} In reference to this last point, it is worth mentioning that none of the cited studies have made a direct assessment of the ovarian responses, which would allow a greater number of elements on which to determine the reason for these controversial results. On the other hand, in sows with lactation periods of < 21 days, neither the single administration of eCG at high doses (1 500 IU)¹⁵ nor the simultaneous administration of eCG:hCG at low doses (400 and 200 IU, respectively),¹⁶ have produced favourable results for induction or synchronization of estrus. Added to this, there are no studies with the utilization of high doses that have used combined high doses of both gonadotropins applied either simultaneous or deferred in early weaned sows, despite the great problem of delayed and unsynchronized estrus presentation.

Taking the former into account, the aim of this study was to determine the effect of high doses of eCG and hCG when applied simultaneously or in deferred fashion, on the characteristics of estrus

lechón.^{1,2} Sin embargo, las hembras sometidas a lactancias cortas (< 21 días) presentan un mal desempeño reproductivo posdestete, ya que en ellas se aumenta tanto el intervalo destete a estro (IDE) como la dispersión en la presentación de estros, además se disminuye la prolificidad.³⁻⁷ Lo anterior ocasiona una reducción en la producción de lechones e impide organizar en forma óptima la lotificación de cerdas gestantes, con el consiguiente desfase en el ingreso a maternidad y complicaciones en el manejo de la sincronización del siguiente parto.

La gonadotropina coriónica equina (eCG), sola o combinada con la gonadotropina coriónica humana (hCG), ha sido utilizada para inducir y sincronizar el estro posdestete en cerdas sometidas a lactancias convencionales (≥ 21 días). Tanto en el caso de aplicación única de eCG como en la combinación de ésta con hCG en forma simultánea (las dos se aplican al mismo tiempo) o diferida (aplicación de eCG y 56 a 96 h después la hCG), se ha logrado acortar el IDE y aumentar el porcentaje de cerdas en estro antes del día siete posdestete con fertilidades similares a las de estros no inducidos.⁸⁻¹¹ La evidencia disponible indica que en el caso de administración única de eCG o su combinación diferida con hCG, las dosis de 1 200 y 500 UI, respectivamente, producen mejores resultados en cuanto a inducción y sincronización del estro que dosis menores, aumentando a su vez el número de ovulaciones y tamaño de la camada.^{8,12} En el caso de aplicación simultánea solamente se han evaluado dosis bajas (400 y 200 UI de eCG y hCG, respectivamente) y aunque con ellas se ha logrado aumentar el porcentaje de cerdas en estro antes del día siete posdestete y acortar el IDE, a su vez se ha encontrado que el tamaño de la camada en el parto posterior puede disminuir,¹⁰ aumentar¹³ o mantenerse sin cambios.^{11,14} En relación con esto último, cabe resaltar que en ninguno de los trabajos citados se ha hecho una valoración directa de las respuestas ováricas, a partir de la cual se podrían tener más elementos para determinar la razón de esos resultados controversiales. Por otra parte, en cerdas sometidas a lactancias < a 21 días, ni la administración única de eCG en dosis altas (1 500 UI)¹⁵ ni la administración simultánea de eCG:hCG en dosis bajas (400 y 200 UI, respectivamente)¹⁶ han dado buenos resultados de inducción y sincronización de estros. Aunado a ello, no existen estudios en que se hayan utilizado dosis altas combinadas de ambas gonadotropinas bajo esquemas simultáneos o diferidos en condiciones de destete precoz, a pesar del problema de retraso y falta de sincronización en la presentación de estros posdestete en esas condiciones.

En virtud de lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de dosis altas de eCG y hCG aplicadas de manera simultánea y diferida, sobre el comportamiento estral, función ovárica y fertilidad posdestete de cerdas primíparas sometidas a una lactancia de diez días.

presentation, ovarian function and postweaning fertility of primiparous sows weaned at 10 days of lactation.

The experimental hypothesis was that the application of high doses of eCG and hCG simultaneously, would induce follicular development and the presentation of synchronized estrus, without affecting the fertility of sows subjected to a ten-day lactation period; while the deferred application of these gonadotropins would produce similar results, but with the added advantage of increasing the number of piglets born.

Material and methods

Two experiments on primiparous sows subjected to a ten-day lactation period were carried out. Experiment 1 was performed in a commercial farm in the municipality of La Piedad, in the state of Michoacan, Mexico. La Piedad is 1 625 masl with semi-hot, subhumid weather, with an average annual rainfall of 916 mm, occurring primarily in the summer and with an average annual temperature of 19.9°C.¹⁷ Experiment 2 was carried out in the Teaching, Research and Extension Centre for Swine Production, of the College of Veterinary Medicine of the National Autonomous University of Mexico, located in Jilotepec, in the state of Mexico, at 2 500 masl, with semi-cold, subhumid weather; annual rainfall of 750 to 1 200 mm and average annual temperature of 10 to 16°C.¹⁸

General management

Between day 107 and 110 of gestation, the sows received an antiparasite treatment, were de-wormed and deloused with ivermectins* (200 µg/kg), were bathed with water and soap and led to the maternity wards to be placed in the individual farrowing stalls, equipped with plastic coated mesh floors, feeder, drinking nipples and a piglet crate with an artificial heat source. The sows were fed on an individual basis, with feed calculated according to their age and reproductive status;¹⁹ offering *ad libitum* feed during the lactation period and restricted feed after weaning. The lactation diet contained 3.3 Mcal/kg of metabolizable energy (ME) and 18% of crude protein (CP), while the gestation diet contained 3.1 Mcal/kg of ME and 14% of CP. Weaning was carried out ten days postpartum, at which time the entire litter was weighed. Similarly, the sow's weight was recorded between 12 and 24 hours postpartum and at weaning, in order to estimate the change in weight during lactation.

During the service period (from weaning to the last heat check by the teaser boar), the sows in

Como hipótesis experimental se consideró que con la aplicación de dosis altas de eCG y hCG en forma simultánea, se induciría el desarrollo folicular y la presentación de estros sincronizados, sin afectar la fertilidad en cerdas sometidas a lactancias de diez días; mientras que con la aplicación diferida de esas gonadotropinas se obtendrían resultados similares a los ya citados para la administración simultánea, pero con la ventaja de incrementar el número de lechones al nacimiento.

Material y métodos

Para lograr los objetivos planteados se realizaron dos 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, Michoacán, México, que se encuentra a 1 625 msnm; su clima es semicálido-subhúmedo con lluvias en verano, su precipitación pluvial anual media es de 916 mm, y la temperatura media anual de 19.9°C.¹⁷ El experimento 2 se efectuó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado en Jilotepec, Estado de México, que está a 2 500 msnm, con clima semifrío-subhúmedo, precipitación pluvial anual de 750 a 1 200 mm y temperatura media anual de 10 a 16°C.¹⁸

Manejo general

Entre los días 107 a 110 de gestación, las cerdas fueron desparasitadas interna y externamente con ivermectina* a dosis de 200 µg/kg, bañadas con agua y jabón y conducidas a las maternidades para ser alojadas en jaulas individuales; estas últimas cuentan con piso de malla ahulado, comedero, bebedero de chupón y lechonera frontal con fuente de calor artificial. La alimentación de las cerdas se proporcionó en forma individual de acuerdo con la edad y estado reproductivo de los animales;¹⁹ 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 Mcal/kg de EM y 14% de PC. El destete se realizó a los diez días después del parto, registrándose en ese momento el peso de la camada completa. Asimismo, se registraron los pesos de las cerdas entre 12 a 24 h posparto y al destete para estimar su cambio de peso durante la lactancia.

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, con piso

* Dectiver® Lapisa, México.

experiment 1 were housed in collective pens, with cement floors, sunning-area and shaded-area, cement floor-level feeders and drinking nipples. After servicing, the sows were housed in individual gestation crates with cement floors, where they remained until day 107 to 110 of gestation, in order to re-enter the maternity wards for their next farrowing. During the service period, the sows in experiment 2 were housed in collective pens, with cement floors, sunning-area and shaded-area, self-feeders and nipple-type drinkers, where they remained until they were sacrificed (seven days after the last service).

Reproductive management

Estrus stimulation and detection commenced the day after weaning and was carried out with a mature boar, four times a day (7:00, 11:00, 15:00 and 19:00 hours), during at least 15 minutes for each occasion.²⁰ In experiment 1, return to estrus was observed between days 18 and 35 post-service; at the end of this period, gestation diagnosis was carried out using ultrasound.* The sows that repeated estrus, aborted or were open, were not considered for the evaluation of litter size in the parturition after the application of the experimental treatments. In all cases, the number of piglets born alive and total number of piglets born (alive + dead + mummies), were compared between the previous farrowing and that following the somatotropins treatment.

Experiment 1

Fifty-nine primiparous, Landrace × Large White, sows were assigned randomly to one of the following treatments:

SALINE SOLUTION (C): 1.2 ml of physiological saline solution was injected intramuscularly (IM) 24 hours after weaning, with a further 0.5 ml being injected 72 hours after the first injection.

SIMULTANEOUS APPLICATION (SG): 1 200 IU of eCG** plus 500 IU of hCG*** both applied 24 hours after weaning, with a further 0.5 ml of sterile saline solution applied 72 hours after the first injection. All administrations were IM.

DEFERRED APPLICATION (DG): 1 200 IU of eCG applied 24 hours after weaning, plus 500 IU of hCG applied 72 hours after the eCG. Both applied IM.

A random complete block design was used, where the block criteria was the farrowing group; the independent variable was the treatment and the response variables were the following:

1. The efficiency of induction and synchronization of a fertile estrus, measured by: a) The percentage of

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 los días 107 a 110 de gestación, para ingresar de nuevo a la maternidad para su siguiente parto. Las cerdas del experimento 2 se alojaron durante el periodo de apareamiento en corrales colectivos, 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 (siete días posteriores al servicio).

Manejo reproductivo

La estimulación y detección del estro inició al día siguiente del destete y se realizó 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.²⁰ 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; al finalizar ese periodo, se realizó el diagnóstico de gestación por medio de ultrasonido.* 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 a la aplicación de tratamientos experimentales. En todos los casos se contó con el registro del número de lechones nacidos vivos y totales (vivos + muertos + momias) en el parto previo, y a partir de ello se estimó la diferencia entre el tamaño de la camada de los partos previo y subsecuente a los tratamientos.

Experimento 1

Se utilizaron 59 cerdas primíparas, Landrace × 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, más 0.5 ml de solución salina inyectable aplicada 72 horas después de la primera inyección.

APLICACIÓN SIMULTÁNEA (GNS): 1 200 UI de eCG** más 500 UI de hCG*** ambas aplicadas 24 horas después del destete más 0.5 ml de solución salina inyectable aplicada 72 horas después de la primera inyección. La vía de aplicación fue IM.

APLICACIÓN DIFERIDA (GND): 1 200 UI de eCG aplicadas 24 horas después del destete, más 500 UI de hCG,

* Scanpreg, modelo 739.

** Folligón®, Intervet México.

*** Chorullón®, Intervet México.

sows in estrus before day seven postweaning; *b*) the weaning-estrus interval; *c*) the percentage of sows in estrus until day 21 postweaning; *d*) the fertility percentage in the services provided; *e*) the gestation percentage when considering the total number of sows per group.

2. The number of piglets in the litter, assessed by: *a*) the number of piglets born alive and the total piglets born per sows resulting from the experimental service, and *b*) the difference in piglets born alive and total piglets born between the previous delivery and that subsequent to the application of the treatments.

The values that were used as covariables (one at a time) in the statistical models for the continuous variables were: *a*) the change of weight of the sow during lactation; *b*) the litter weight at weaning; *c*) the number of piglets suckling (averaged over the ten days of lactation).

The continuous response variables were analyzed using ANOVA and the comparison of the means was carried out using Tukey's test.²¹ The discrete response variables were analyzed using the exact Fisher test.²²

In the case of variables of number of piglets born alive and total piglets born, as well as for the difference of these between farrowings, the data were log transformed before the statistical analysis was carried out.

Experiment 2

Twenty-three primiparous sows, of different breed backgrounds, were assigned randomly to the treatments described in experiment 1.

The sows were sacrificed on the seventh day after their last service and their reproductive organs (vagina, cervix, uterine horns and ovaries) were collected. The cervix and distal ends of the uterine horns were tied and then placed in thermos containing sterile saline solution (SSS) to be transported to the laboratory (≤ 1 hr). Once in the laboratory, each uterine horn was instilled with a phosphate buffering solution (PBS, 1 L), which had a molarity of 200 mOsm, a pH of 7.3 and a temperature of 35°C. After this, the liquid collected was filtered using an embryo concentrating filter with 75 micron diameter pores. Once all the liquid had been filtered, it was deposited in a 100 ml Petri dish and the structures recovered were identified using a 15 X stereoscopic microscope. The embryos and non-fertilized ova were transferred to a microwell plate with 100 μ l wells and a U-shaped bottoms containing PBS, in order to reconfirm their identity using greater magnification (40 X). The presence of

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 grupo de parición, la variable independiente, el esquema de aplicación de gonadotropinas y las variables de respuesta las siguientes:

1. La eficiencia en inducción y sincronización de estros fértiles medida por: *a*) El porcentaje de estros antes del día siete posdestete; *b*) el intervalo del destete al estro; *c*) el porcentaje de estros hasta el día 21 posdestete; *d*) el porcentaje de fertilidad en los servicios proporcionados; *e*) el porcentaje de gestación considerando el total de cerdas por grupo.

2. El número de lechones en la camada expresado por: *a*) el número de lechones nacidos vivos y totales en el parto resultante del servicio experimental, y *b*) la diferencia en lechones nacidos vivos y totales entre los partos previo y subsecuente a la aplicación de tratamientos.

Los valores que se usaron como covariables (uno a la vez) en los modelos estadísticos que permitieron analizar las variables de respuesta continuas fueron: *a*) el cambio de peso de la cerda durante la lactancia; *b*) el peso de la camada al destete; *c*) el número de lechones amamantados (promedio en los diez días de lactancia).

Las variables de respuesta continuas se analizaron por ANDEVA y comparación de medias por prueba de Tukey.²¹ Por su parte, las variables de respuesta discretas fueron analizadas mediante la prueba exacta de Fisher.²²

Para el caso de las variables número de lechones nacidos vivos y totales, así como la diferencia de éstos entre partos, los datos fueron transformados a log 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 siete después del servicio y se recolectaron los órganos reproductivos (vagina, cérvix, cuernos uterinos y ovarios). 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 200 mOsm, pH de 7.3 y 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 las estructuras presentes en el medio utilizando un microscopio estereoscópico a 15 X. Los embriones y óvulos no fertilizados identi-

embryos in the uterine flushings were used as a criteria for gestation.

Additionally, the ovaries were separated to count the luteal structures (corpora lutea and corpora hemorrhagica), whose total sum was considered to be the total number of ovulations. The number and size of the follicles was also registered; these were classified as follows: small (< 3 mm), medium (3.1 to 6 mm) and large (> 6 mm). Each follicle was measured with Vernier calipers and thus classified.

All the variables in this experiment were analyzed using a random design, taking as the independent variable the treatment. The response variables were the following:

1. The efficiency of induction and synchronization of a fertile estrus, measured by: *a)* The percentage of sows in estrus after the seventh day postweaning; *b)* the weaning-estrus interval; *c)* the percentage of fertility per service; *d)* the percentage of gestation of the total number of sows per group.

2. The ovarian activity, measured by: *a)* The total number of small, medium and large follicles in both ovaries; *b)* the average diameter of the large follicles; *c)* the number of corpora lutea, corpora hemorrhagica and total number of ovulations.

The covariables used (one at a time) for the continuous variables analyses were: *a)* The change in weight during the lactation period; *b)* the weight of the litter at weaning; *c)* the number of piglets suckled (averaged over ten days of lactation).

For the continuous variables analyses an ANOVA was used and the means were compared by Tukey's test.²¹ The analysis of the discrete variables was carried out using the exact Fisher test.²²

The data concerning ovarian follicles, number of follicles per category and total number of ovulations, were transformed to \log_n prior to statistical analysis.

Results

The tables show the percentages and least square means (lsm), as well as their standard error. To facilitate the data interpretation, in the case of those variables transformed to \log_n , the lsm are presented without transformation. In experiment 1, none of the covariables significantly affected the results; while in experiment 2, only the "number of weaned piglets" covariable affected the number of medium-sized follicles.

Experiment 1

On examining the percentage of sows that presented estrus prior to day seven postweaning, the

ficados se transfirieron a una microplaca con pozos de 100 μ l y fondo en U que contenía SAF, para reconfirmar su identificación a partir de observaciones a mayor aumento (40 X). La presencia de embriones en el lavado uterino fue utilizado como criterio de gestación.

Adicionalmente se separaron los ovarios para el conteo de estructuras lúteas (cuerpos lúteos y hemorrágicos), cuya suma se consideró como el número total de ovulaciones. También se registró el número y tamaño de los folículos presentes, clasificados 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 midiendo su diámetro con un vernier.

Para todas las variables analizadas en este experimento, se utilizó un diseño completamente al azar, considerando al esquema de aplicación de gonadotropinas como variable independiente. Las variables de respuesta fueron las siguientes:

1. La eficiencia en inducción y sincronización de estros fértiles medida por: *a)* El porcentaje de estros antes del día siete postdestete; *b)* el intervalo del destete al estro; *c)* el porcentaje de fertilidad al servicio; *d)* el porcentaje de gestación considerando el total de cerdas por grupo.

2. La actividad ovárica medida por: *a)* El número total de folículos pequeños, medianos y grandes considerando ambos ovarios; *b)* el diámetro promedio de los folículos grandes; *c)* el número de cuerpos lúteos, cuerpos hemorrágicos y total de ovulaciones.

Los valores que se usaron como covariables en el análisis de las variables continuas, uno a la vez, fueron: *a)* El cambio de peso durante la lactancia; *b)* el peso de la camada al destete; *c)* el número de lechones amantados (promedio en los diez días de lactancia).

Para el análisis de las variables continuas se utilizó el ANDEVA y la comparación de medias fue mediante la prueba de Tukey.²¹ El análisis de las variables discretas se efectuó mediante la prueba exacta de Fisher.²²

Los datos relacionados con los folículos ováricos, número de folículos por categoría y número total de ovulaciones, fueron transformados a \log_n previo al análisis estadístico.

Resultados

Para las variables analizadas en el presente trabajo, se presentan los cuadros con los porcentajes o 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 datos sin transformar. 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.

simultaneous (SG) and deferred (DG) treatments induced a greater number of sows in estrus relative to the control group ($P = 0.06$). However, this difference was not present ($P = 0.32$) when the interval from 0 to 21 days postweaning was considered (Table 1).

As far as the percentage of fertility per service, there was a decrease in the SG group, as compared to the DG and C groups, for both the 0 to 6 day interval and the 0 to 21 day interval. Likewise, there was a tendency for the DG to better the percentage of gestations ($P = 0.09$), though only in the 0 to 6 day postweaning interval. The percentage of gestation was similar in the C and SG groups in the 0 to 6 day interval and less in the SG group with respect to the C and DG in the 0 to 21 day postweaning interval (Table 1).

The sows in the C group presented a weaning-estrus interval which was longer ($P < 0.05$) than that of sows in the SG and DG groups (7.7 ± 0.73 , 5.0 ± 0.76 and 4.7 ± 0.80 for C, SG and DG, respectively).

For the analysis of the litter size, only the sows pregnant to the first postweaning estrus during the experimental period (0 to 21 days) were included. There was no treatment effect ($P > 0.05$) in the number of piglets born alive nor in total piglets born. In a similar fashion, no effect of experimental treatments on difference in litter size between the previous and subsequent post-treatment parturition was found (Table 2).

Experimento 1

Al examinar el porcentaje de cerdas que presentaron celo antes del día siete posterior al destete, se encontró que la aplicación simultánea (GNS) y diferida de gonadotropinas (GND) indujo la presentación de un mayor número de celos durante dicho periodo, respecto del grupo testigo ($P = 0.06$). Sin embargo, esta diferencia no estuvo presente ($P = 0.32$) cuando se consideró el intervalo de 0 a 21 días posdestete (Cuadro 1).

En cuanto al porcentaje de fertilidad al servicio, se observó una disminución en el grupo GNS comparado con los grupos GND y SS tanto en el intervalo de 0 a 6 como en el de 0 a 21 días posdestete. Asimismo, se encontró una tendencia ($P = 0.09$) a mejorar el porcentaje de gestación por la aplicación diferida de gonadotropinas (GND), aunque solamente durante el intervalo de 0 a 6 días posdestete. A su vez, el porcentaje de gestación fue similar entre los grupos SS y GNS en el intervalo de 0 a 6 días y menor en GNS con respecto a SS y GND durante el intervalo de 0 a 21 días posdestete (Cuadro 1).

Las cerdas del grupo SS presentaron un intervalo del destete al estro más largo ($P < 0.05$) que las cerdas de los grupos GNS y GND (7.7 ± 0.73 , 5.0 ± 0.76 y 4.7 ± 0.80 para SS, GNS y GND, respectivamente).

Para el análisis del tamaño de la camada al parto, se consideraron solamente las cerdas que llevaron a término la gestación correspondiente al primer estro posdestete durante el periodo experimental (0 a 21 días posdestete). En dichas cerdas no se encontró efecto (P

Cuadro 1

PORCENTAJES DE CERDAS EN ESTRO, FERTILIDAD Y GESTACIÓN DURANTE DISTINTOS INTERVALOS POSDESTETE, EN CERDAS PRIMÍPARAS METIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DÍAS, TRATADAS CON SOLUCIÓN SALINA FISIOLÓGICA (SS), O eCG Y hCG EN FORMA SIMULTÁNEA (GNS) O DIFERIDA (GND)

PERCENTAGE OF SOWS IN ESTRUS, FERTILITY AND GESTATION PERCENTAGES DURING POSTWEANING INTERVALS, IN PRIMIPAROUS SOWS WEANED AT DAY 10 POSTPARTUM, TREATED WITH PHYSIOLOGICAL SALINE SOLUTION (SS), OR eCG AND hCG IN SIMULTANEOUS (SG) OR DEFERRED (DG) FASHION

Response variable	SS	SG	DG	P
Percentage in estrus (# in estrus/total)				
0 to 6 days	65.0 (13/20)	94.7 (18/19)	90.0 (18/20)	0.06
0 to 21 days	100.0 (20/20)	100.0 (19/19)	90.0 (18/20)	0.32
Fertility percentage (# pregnant/served)				
0 to 6 days	84.6 (11/13)	50.0 (9/18)	88.9 (16/18)	0.03
0 to 21 days	90.0 (18/20)	52.6 (10/19)	88.9 (16/18)	0.01
Percentage pregnant (# pregnant/total)				
0 to 6 days	55.0 (11/20)	47.4 (9/19)	80.0 (16/20)	0.09
0 to 21 days	90.0 (18/20)	52.6 (10/19)	80.0 (16/20)	0.03

Experiment 2

As with the previous experiment, the percentage of sows that presented estrus before day seven postweaning was greater in those that received gonadotropins. Likewise, a decrease ($P < 0.001$) in the fertility per service in the SG group, as compared to the DG and C groups, was found, whereas no differences were found between the DG and C groups ($P > 0.05$). The total gestation percentage, was lower ($P < 0.001$) in SG and similar ($P > 0.05$) between C and DG (Table 3).

The sows from the SG and DG groups showed less weaning-estrus days ($P < 0.05$) than the sows in group C (7.4 ± 0.5 , 5.3 ± 0.5 and 5.2 ± 0.5 in C, SG and DG, respectively).

No difference in the number of small follicles (≤ 3 mm) was detected ($P > 0.05$) done statement (Table 4). On the other hand, a greater number ($P < 0.05$) of medium (3.1 to 6 mm) follicles was found in the C group than in the DG group (Table 4). In the group that received the simultaneous gonadotropin application, no medium-sized follicles were found. The effect of the experimental treatments on the medium follicles was non-detectable when the covariable "number of piglets" was excluded from the statistical model. On the other hand, when the aforementioned covariable was included in the model, both the treatment effect and the covariable effect were significant. The sows from the C and DG groups had a similar number of large follicles (> 6 mm) though

> 0.05) de la modalidad de aplicación de gonadotropinas sobre el número de lechones nacidos vivos o totales en el parto subsecuente a la aplicación de tratamientos. De manera similar, no se detectó un efecto de los tratamientos experimentales sobre la diferencia en tamaño de la camada entre los partos previo y subsecuente a su aplicación (Cuadro 2).

Experimento 2

Como en el experimento anterior, el porcentaje de cerdas que presentaron estro antes del día siete postdestete fue mayor en los grupos que recibieron gonadotropinas. Asimismo, se observó una disminución ($P < 0.001$) en la fertilidad al servicio en el grupo GNS, respecto de los grupos SS y GND, los cuales no difirieron entre ellos ($P > 0.05$). El porcentaje de gestación cuando se consideró el total de cerdas por grupo fue menor ($P < 0.001$) en GNS y similar ($P > 0.05$) entre SS y GND (Cuadro 3).

Las hembras de los grupos GNS y GND tuvieron un intervalo de destete a estro más corto ($P < 0.05$) que las cerdas del grupo SS (7.4 ± 0.5 , 5.3 ± 0.5 y 5.2 ± 0.5 en SS, GNS y GND, respectivamente).

No se detectó efecto ($P > 0.05$) de las diferentes modalidades de aplicación de gonadotropinas sobre el número de folículos pequeños (≤ 3 mm) presentes en ambos ovarios (Cuadro 4). En cambio, se encontró un mayor número ($P < 0.05$) de folículos medianos (3.1 a 6 mm) en SS que en GND (Cuadro 4). Dentro del grupo que recibió la aplicación simultánea de gonadotropinas no se encontraron folículos de dicha categoría. El efecto de los trata-

Cuadro 2

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm e.e.) DE VARIABLES INDICADORAS DEL TAMAÑO DE LA CAMADA Y LOS EFECTOS SOBRE ELLAS, DE LA APLICACIÓN DE SOLUCIÓN SALINA FISIOLÓGICA (SS) O eCG Y hCG EN FORMA SIMULTÁNEA (GNS) O DIFERIDA (GND) EN CERDAS PRIMÍPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DÍAS
LEAST SQUARE MEANS (\pm s.e.) OF VARIABLES INDICATING LITTER SIZE AND THE EFFECTS UPON THEM, FROM THE APPLICATION OF PHYSIOLOGICAL SALINE SOLUTION (SS), OR eCG AND hCG IN SIMULTANEOUS (SG) AND DEFERRED (DG) FASHION, IN PRIMIPAROUS SOWS WEANED ON DAY 10 POSTPARTUM

Response variable	SS (n = 9)	SG (n = 9)	DG (n = 14)
Birth subsequent to treatment			
Piglets born alive	6.8 \pm 1.1	7.3 \pm 1.1	8.5 \pm 0.9
Total piglets born	7.6 \pm 1.2	7.9 \pm 1.2	8.9 \pm 1.0
Difference between previous-subsequent birth			
Piglets born alive	-1.4 \pm 1.3	-0.5 \pm 1.6	+0.7 \pm 1.3
Total piglets born	-1.2 \pm 1.2	-1.4 \pm 1.5	+0.6 \pm 1.3

$P > 0.05$

**Cuadro 3**

PORCENTAJE DE PRESENTACIÓN DE ESTRO, FERTILIDAD Y GESTACIÓN DURANTE EL PERIODO DE CERO A SIETE DÍAS POSTESTETE, EN CERDAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DÍAS, TRATADAS CON SOLUCIÓN SALINA FISIOLÓGICA (SS), O eCG Y hCG EN FORMA SIMULTÁNEA (GNS) O DIFERIDA (GND)

PERCENTAGE OF ESTRUS PRESENTATION, FERTILITY AND GESTATION PERCENTAGES DURING THE 0 TO 7 DAY POSTWEANING PERIOD, IN SOWS WEANED ON DAY 10 POSTPARTUM, TREATED WITH PHYSIOLOGIC SALINE SOLUTION (SS), OR eCG AND hCG IN SIMULTANEOUS (SG) AND DEFERRED (DG) FASHION

Response variable	SS	SG	DG	P
Percentage in estrus (# in estrus/total)	71.4(5/7)	100.0(8/8)	100.0(8/8)	0.08
Fertility percentage (# pregnant/served)	100.0(5/5)	12.5(1/8)	100.0(8/8)	.0001
Gestation percentage (# pregnant/total)	71.4(5/7)	12.5(1/8)	100.0(8/8)	.0005

Cuadro 4

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm e.e.) DEL NÚMERO DE FOLÍCULOS POR CATEGORÍA DE TAMAÑO, Y DIÁMETRO PROMEDIO DE FOLÍCULOS GRANDES EL DÍA SIETE POSTSERVICIO, EN CERDAS PRIMÍPARAS SOMETIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DÍAS, TRATADAS CON SOLUCIÓN SALINA FISIOLÓGICA (SS) O eCG Y hCG EN FORMA SIMULTÁNEA (GNS), O DIFERIDA (GND)

LEAST SQUARE MEANS (\pm s.e.) OF THE NUMBER OF FOLLICLES IN EACH SIZE CATEGORY, AND AVERAGED DIAMETER OF LARGE FOLLICLES ON DAY 7 POSTSERVICE, IN PRIMIPAROUS SOWS WEANED ON DAY 7 POSTPARTUM, TREATED WITH PHYSIOLOGICAL SALINE SOLUTION (SS) OR eCG AND hCG IN SIMULTANEOUS (SG), AND DEFERRED (DG) FASHION

Response variable	SS (n = 7)	SG (n = 8)	DG (n = 8)
Number of small follicles (≤ 3 mm)	23.2 \pm 7.8	10.9 \pm 7.5	12.4 \pm 7.5
Number of medium follicles (3.1 to 6 mm)	4.6 \pm 1.1 ^a	0	0.9 \pm 1.0 ^b
Number of large follicles (> 6 mm)	0.9 \pm 2.4 ^a	10.8 \pm 2.3 ^b	2.8 \pm 2.3 ^{a,b}
Average diameter (mm) of large follicles*	7.5 \pm 1.3 ^a	20.5 \pm 2.7 ^b	8.7 \pm 3.8 ^{a,b}

^{a,b} Different superscripts indicate differences within lines (P < 0.05)

*Number of observations for: SS = 3, SG = 6 and DG = 3

less (P < 0.05) that those presented by the SG sows (Table 4). The presence or absence of the “number of piglets” covariable did not affect the significance of the treatment effect on the number of small and large follicles. On the other hand, the average diameter of the large follicles was greater (P < 0.05) in SG when compared to C or DG (Table 4).

No difference (P < 0.05) was found between SG and DG in the total number of corpora lutea found when

mientos experimentales sobre los folículos medianos fue indetectable cuando se excluyó del modelo estadístico la covariable “número de lechones”. En cambio, al incluir en el análisis la citada covariable resultaron significativos tanto el efecto de tratamiento como el de la misma covariable. Las cerdas de los grupos SS y GND tuvieron un número similar de folículos grandes (> 6 mm) aunque menor (P < 0.05) al que presentaron las cerdas del grupo GNS (Cuadro 4). La presencia o ausencia de la covariable



the sows were sacrificed. Contrary to this, a greater number of total corpora hemorrhagica ($P < 0.05$) in DG was found when compared to the other groups, while the number of ovulations was lower ($P < 0.05$) in C than in SG or DG (Table 5).

Discussion

The most limiting factor for the implementation of early weaning in intensive systems of swine production, is the delay and greater time dispersal in the presentation of the postweaning estrus, which reduces the possibility of grouping gestating sows for an adequate reproductive management. In this sense, both experiments carried out in the present study, showed a greater induction and synchronization of estrus using either a simultaneous or deferred eCG and hCG application (Tables 1 and 3). However, when the application was simultaneous, the estrus fertility was considerably reduced, such that even though there were a greater number of females showing estrus in the first six days postweaning, the number of sows that became pregnant in this period was lower than for the control group (Tables 1 and 3). In the case of the deferred application, the fertility of the induced estrus was not affected, thus achieving between 80 and 100% of pregnant sows during the first postweaning week, while in the control group the percentages of gestation were between 25 and 30% lower for the same time period (Tables 1 and 3).

“número de lechones” no modificó el nivel de significancia del efecto de tratamiento sobre el número de folículos pequeños y grandes. Por otra parte, el diámetro promedio de los folículos grandes fue mayor ($P < 0.05$) en GNS con relación a SS y GND (Cuadro 4).

No se encontró efecto ($P < 0.05$) de la aplicación de gonadotropinas en el número total de cuerpos lúteos al momento del sacrificio de las cerdas. Por el contrario, se detectó un mayor número total de cuerpos hemorrágicos ($P < 0.05$) en GND al ser comparado con los otros grupos, mientras que el número total de ovulaciones fue menor ($P < 0.05$) en SS que en GNS y GND (Cuadro 5).

Discusión

El factor que limita en mayor grado la implantación del destete temprano en los sistemas intensivos de producción porcícola, es el retraso y gran dispersión en la presentación del estro posdestete y, por tanto, en la posibilidad de agrupar las gestaciones para facilitar la lotificación y manejo de las cerdas reproductoras. En este sentido, en los dos experimentos efectuados en el presente estudio se observó alta inducción y sincronización de estros con la aplicación simultánea y diferida de eCG y hCG en las dosis utilizadas (Cuadros 1 y 3). Sin embargo, cuando la aplicación se hizo en forma simultánea, la fertilidad al estro inducido se redujo considerablemente, por lo que a pesar de la elevada presentación de celos durante los primeros seis días posdestete, el número de cerdas que resultaron gestantes durante ese periodo fue menor respecto del grupo testigo (Cuadros 1 y 3). En el caso de aplicación diferida de las gonadotropinas, la fertilidad en

Cuadro 5

MEDIAS DE MÍNIMOS CUADRADOS (\pm e.e.) DEL NÚMERO TOTAL DE CUERPOS LÚTEOS, CUERPOS HEMORRÁGICOS Y OVULACIONES, EL DÍA SIETE POSTSERVICIO EN CERDAS PRIMÍPARAS O METIDAS A LACTANCIAS DE DIEZ DÍAS, TRATADAS CON SOLUCIÓN SALINA FISIOLÓGICA (SS) O eCG Y hCG EN FORMA SIMULTÁNEA (GNS) O DIFERIDA (GND)
 LA EST SQUARE MEANS (\pm e.e.) OF THE TOTAL NUMBER OF CORPORALUTEA, CORPORAHEMORRHAGICA AND OVULATIONS ON DAY SEVEN POSTSERVICE PRIMIPAROUS SOWS WEANED ON DAY 10 POSTPARTUM, TREATED WITH PHYSIOLOGICAL SALINE SOLUTION (SS) OR eCG AND hCG IN SIMULTANEOUS (SG) AND DEFERRED (DG) FASHION

Response variable	SS (n = 7)	SG (n = 8)	DG (n = 8)
Total number of corporalutea	15.0 \pm 3.9	25.9 \pm 3.7	26.8 \pm 3.7
Total number of copora hemorrhagica	0.2 \pm 2.2 ^a	1.8 \pm 2.1 ^a	9.0 \pm 2.1 ^b
Total number of ovulations	15.3 \pm 4.3 ^a	27.7 \pm 4.1 ^b	35.8 \pm 4.1 ^b

^{a,b} Different superscripts indicate differences within lines ($P < 0.05$).

The only previous work on the use of eCG and hCG under early weaning conditions was carried out by Trujillo *et al.*¹⁶ on sows weaned at day 15 postpartum. They applied simultaneous low dose gonadotropins in the postweaning period (400 and 200 IU of eCG and hCG, respectively) and although no effect upon estrus induction was observed, the fertility following the treatment was not affected. The lack of response in induction of synchronized estrus in the previous study could be associated to the inability of low doses of gonadotropins to stimulate follicular development, unless these follicles are already close to ovulation in the early weaned sows. In prepuberal gilts, that weigh less than sows after their first or second gestation, estrus and ovulation have been induced using simultaneous low doses of eCG and hCG (400 and 200 IU);²³ though in some cases this has provoked alterations in the ovulation process, such as the formation of follicular cysts.²⁴

Likewise, the simultaneous application of low dose gonadotropins in conventionally weaned sows under a setting (lactation ≥ 21 days), has permitted the induction and synchronization of estrus without affecting fertility, though there are controversial results regarding the litter size after treatments.^{10,11,13,14} Given the previous findings and the fact that high doses of eCG (1 500 IU) alone, have not been sufficient to induce postweaning estrus in sows subjected to short lactation periods,¹⁵ the present study posed the possibility that combining eCG and hCG at doses considered to be optimum in deferred application strategies, could be as effective as simultaneous administration to induce and synchronize a fertile estrus. Thus being similar to that observed under the simultaneous application of low dose gonadotropins in sows under conventional lactation schedules (≥ 21 days).

With respect to this, the present study did manage to produce good induction and estrus synchronization with the doses of gonadotropins applied simultaneously, different to that which had been previously observed by other authors who applied lower doses¹⁶ or high doses of eCG alone.¹⁵ However, the low fertility obtained in the induced estrus, implies that this scheme, at the doses applied, does not represent a viable alternative for the resolution of the reproductive problems associated with early weaning in primiparous sows. That said, one must consider the possibility of trying this scheme on multiparous sows or combining with different doses. The latter if considering the favorable results obtained with simultaneous low doses of gonadotropins after lactation periods ≥ 21 days.^{10,11,13,14} As far as the deferred gonadotropin application is con-

los estros inducidos no se vio afectada, por lo que se logró entre 80% y 100% de cerdas gestantes durante la primera semana posdestete, mientras que en el grupo testigo el porcentaje de gestación fue entre 25% y 30% menor para el mismo periodo (Cuadros 1 y 3).

En relación con el tema, el único antecedente de uso de eCG y hCG bajo condiciones de destete precoz es el trabajo realizado por Trujillo *et al.*¹⁶ en cerdas destetadas el día 15 posparto. En dicho estudio se aplicaron en forma simultánea dosis bajas de gonadotropinas después del destete (400 y 200 UI de eCG y hCG, respectivamente) y aunque no se logró un efecto de inducción del estro, la fertilidad posterior a la aplicación del tratamiento no se vio afectada. La falta de respuesta en cuanto a la inducción de estros sincronizados en el trabajo anterior, podría estar asociada a la incapacidad de las dosis bajas de gonadotropinas para estimular el desarrollo folicular, sino hasta que éstos alcanzan estadios cercanos a la ovulación en cerdas sometidas a lactancias cortas. Al respecto, cabe resaltar que en cerdas prepúberes, quienes tienen un peso menor que las cerdas de uno o más partos, se ha logrado inducir el estro y la ovulación a partir de la administración simultánea de dosis bajas de eCG y hCG (400 y 200 UI);²³ aunque en algunos casos se han provocado alteraciones en el proceso de ovulación como es la formación de quistes foliculares.²⁴

Asimismo, la aplicación simultánea de dosis bajas de gonadotropinas en cerdas destetadas en forma convencional (lactancias ≥ 21 días), ha permitido la inducción y sincronización del estro sin afectar la fertilidad, aunque con resultados controversiales en cuanto al tamaño de la camada en el parto subsecuente al tratamiento.^{10,11,13,14} De acuerdo con los hallazgos anteriores y al hecho de que dosis altas de eCG (1 500 UI) no han sido eficientes para inducir, por sí solas, el estro posdestete en cerdas sometidas a lactancias cortas,¹⁵ en el presente estudio se planteó la posibilidad de que dosis combinadas de eCG y hCG consideradas como óptimas en esquemas diferidos de aplicación, serían capaces de inducir y sincronizar la presentación de estros fértiles en cerdas sometidas a lactancias cortas cuando fueran aplicadas en forma simultánea. Lo anterior en forma similar a lo observado con la aplicación simultánea de dosis bajas de gonadotropinas en cerdas después de lactancias de duración convencional (≥ 21 días).

Con relación a ello, en el presente trabajo se logró una buena inducción y sincronización estral con las dosis de gonadotropinas utilizadas en aplicación simultánea, a diferencia de lo observado por otros autores que aplicaron dosis menores¹⁶ o aplicaciones únicas de eCG¹⁵ en dosis elevadas. Sin embargo, la baja fertilidad obtenida en el estro inducido, implica que este esquema, con las dosis empleadas, no represente una alternativa viable para resolver el problema reproductivo, asociado con la utilización del destete precoz en cerdas primíparas.

cerned, the results of the present study indicate that the doses used in this scheme are capable of inducing and synchronizing fertile estrus in primiparous sows under early weaning systems, in a similar manner to that observed in sows kept under ≥ 21 day lactation periods.⁸

The analysis of litter size obtained in the farrowing subsequent to experimental treatments (Table 2), had, as its objective, determining if the same treatments, apart from inducing and synchronizing estrus, could possibly increase the number of ovulations and piglets born, and thus ameliorate the lower litter size which is normally found in the first and second parity sows. The study showed that neither the simultaneous nor the deferred treatments were capable of significantly increasing the number of piglets born when compared to the control group. Neither was there variation between the previous and post-treatment deliveries, which correspond to the first and second parturition, respectively, of the experimental sows. In contrast to this, deferred¹² or simultaneous¹³ application of eCG and hCG in sows under a ≥ 21 day lactation period, has increased litter size in the parturition subsequent to the treatments, though with inconsistent results in the simultaneous application.^{10,11,14} However, there are no experiences, previous to those obtained in this study, concerning the effect of simultaneous or deferred gonadotropin applications on litter size, in early weaned sows.

In contrast to that observed in the size of the litter in experiment 1, the total number of ovulations, considered as the sum of corpora lutea and corpora hemorrhagica present on the ovaries at day seven postservice, increased in both gonadotropin treatments in experiment 2 (Table 5). The increased number of ovulations coincides with that observed in prepuberal gilts after the application of simultaneous low doses of gonadotropins,^{23,24} or in deferred gonadotropin application in sows under a ≥ 21 day lactation period.⁸ When analyzing separate numbers of corpora lutea (CL) and corpora hemorrhagica (CH), numerical differences ($P = 0.11$) were only observed in favor of gonadotropin applications, in the case of CL, and, in the case of CH, a greater quantity ($P < 0.05$) was found in the animals receiving deferred applications. On average, 25% of the total estimated ovulations for the DG group corresponded to CH, as compared to 6.5% in the SG group and 1.3% in the C group.

In the sow it has been found that both, natural and hCG induced ovulations begin 36 to 40 hours after onset of estrus,^{25,26} and between 24 and 40 hours in sows induced using a deferred eCG:hCG applica-

Independientemente de lo anterior, cabría considerar la posibilidad de probar este esquema en cerdas de diferente paridad o en una combinación de diferentes dosis. Lo anterior si tomamos en cuenta los resultados favorables obtenidos con dosis bajas simultáneas de gonadotropinas después de lactancias ≥ 21 días.^{10,11,13,14} En lo que se refiere a la aplicación diferida de gonadotropinas, los resultados del presente trabajo indican que en las dosis utilizadas este esquema es capaz de inducir y sincronizar estros fértiles en cerdas primíparas, bajo condiciones de destete precoz, en forma similar a lo ya observado en cerdas lactando por periodos ≥ 21 días.⁸

El análisis del tamaño de la camada obtenida en el parto posterior a la aplicación de los tratamientos experimentales (Cuadro 2), tuvo como objetivo determinar si con los mismos tratamientos, además de inducir y sincronizar los estros, era posible incrementar el número de ovulaciones y lechones nacidos, para de esa manera aminorar la disminución en tamaño de la camada que normalmente ocurre entre el primero y segundo partos en las cerdas. Se encontró que ni la aplicación simultánea ni la diferida de eCG y hCG fueron capaces de aumentar el número de lechones nacidos con respecto al grupo testigo, ni influir en la variación entre los partos previo y subsecuente a la aplicación de tratamientos, que en este caso correspondieron al primer y segundo partos, respectivamente, durante la vida de las cerdas. A diferencia de ello, a partir de la aplicación diferida¹² o simultánea¹³ de eCG y hCG en cerdas sometidas a lactancias ≥ 21 días, se ha logrado incrementar el tamaño de la camada en el parto subsecuente, aunque con resultados poco consistentes en el caso de la aplicación simultánea.^{10,11,14} Sin embargo, no existen experiencias previas a la aquí adquirida, en cuanto al efecto de la aplicación simultánea o diferida de gonadotropinas sobre el tamaño de la camada en cerdas destetadas precozmente.

En contraste con lo observado en el tamaño de la camada en el experimento 1, el número total de ovulaciones, considerado como la suma de cuerpos lúteos y hemorrágicos presentes en los ovarios el día siete posterior al servicio, fue incrementado por ambos tratamientos con gonadotropinas en el experimento 2 (Cuadro 5). El incremento encontrado en el número de ovulaciones coincide con lo observado en cerdas prepúberes después de la aplicación de dosis bajas simultáneas de gonadotropinas,^{23,24} o en cerdas con aplicación diferida de gonadotropinas después de lactancias ≥ 21 días.⁸ Al analizar por separado el número de cuerpos lúteos y hemorrágicos, solamente se observaron diferencias numéricas ($P = 0.11$) en favor de los grupos con aplicación de gonadotropinas, en el caso de los primeros, y, en el caso de los segundos, una mayor cantidad ($P < 0.05$) en los animales del grupo con aplicación diferida de estas hormonas. En promedio, 25% del total de las ovulaciones estimadas para el grupo GND correspondió a cuer-

tion, at ≥ 21 days of lactation.²⁷ Likewise, it has been demonstrated that in all the previous cases, ovulation is completed in a period of two to five hours.^{27,28} However, there is no information regarding the duration of ovulation periods occurring after estrus presented very soon after parturition, such as those that occur under an early weaning system. In this regard, the concurrent presence of corpora lutea and hemorrhagica on day seven post-estrus and post-service in all the experimental groups in this study, could be indicating an increase in the period in which the ovulations occur, both in the natural and the induced ovulations, for these early weaning situations. In line with this, the elevated number of CH in the group administered deferred gonadotropins could explain the absence of differences in litter size in this group with respect to the control and the SG group in experiment 1, despite having presented a greater number of ovulations (experiment 2). Likewise, the factors that determined the decreased fertility observed in the SG group (Tables 1 and 3), could imply that in this group there were no increases in the size of the litter in sows that became pregnant during an induced estrus, even though there was evidence that the SG treatment did induce a greater number of ovulations with respect to the control group (Table 5).

The treatments induced changes in the population of follicles with respect to the control group (Table 4). These changes consisted in a decrease ($P < 0.05$) in the total number of medium-sized follicles in the groups with gonadotropins, and a more than tenfold increase in the number and more than twofold increase in the size of the large follicles, in the SG group with respect to C ($P < 0.05$).

It is worth pointing out that the average diameter of the large follicles in the SG group was greater than that which is normally observed in preovulatory follicles in the sow (≤ 12 mm).²⁴⁻²⁹ It is quite possible that the follicles observed were cystic, or were estrogenically active persistent follicles. Either of these possibilities would explain the reduced fertility in the SG group (Tables 1 and 3). This is quite possible, given that in ruminants, some estrogenically active follicles persist during certain intervals following induced ovulations.^{30,31} The alterations in the ovulation process following simultaneous low doses of gonadotropins has already been observed in prepuberal gilts,²⁴ though to a much lower extent than that found in the present study.

In the case of sows found to be in anestrus after a ≥ 21 day lactation period, the effect of simultaneous eCG:hCG application on follicular cysts, has not been evaluated.^{10,11,13,14} On the other hand, in

pos hemorrágicos, en comparación con 6.5% en el grupo GNS y 1.3% en el grupo SS o testigo.

En la cerda se ha encontrado que tanto las ovulaciones naturales como las inducidas por aplicación de hCG comienzan entre 36 y 40 h después de iniciado el estro,^{25,26} y entre 24 y 40 horas en cerdas con inducción del celo mediante la aplicación diferida de eCG:hCG, después de lactancias ≥ 21 días.²⁷ Asimismo, se ha demostrado que en todos los casos anteriores las ovulaciones se completan en un lapso de dos a cinco horas.^{27,28} Sin embargo, no existe información sobre la duración de las ovulaciones después de estros que se presentan muy pronto después del parto, como ocurre cuando se aplica el destete precoz. En ese sentido, la presencia coincidente de cuerpos lúteos y hemorrágicos el día siete posterior al estro y servicio en todos los grupos experimentales del presente trabajo, podría estar indicando un aumento en el rango de dispersión de las ovulaciones, tanto naturales como inducidas en condiciones de destete precoz. De acuerdo con ello, la elevada presencia de cuerpos hemorrágicos en el grupo con administración diferida de gonadotropinas podría, a su vez, explicar la ausencia de diferencias en tamaño de la camada en este grupo con respecto al testigo y al tratado con GNS en el experimento 1, a pesar de haber presentado un mayor número de ovulaciones (experimento 2). Asimismo, los factores que determinaron la disminución en la fertilidad observada en el grupo GNS (Cuadros 1 y 3), podrían implicar que en este grupo tampoco se observaran aumentos en el tamaño de la camada en las cerdas que quedaron gestantes en el estro inducido, aun existiendo evidencias de que el tratamiento con GNS indujo un mayor número de ovulaciones respecto del grupo testigo (Cuadro 5).

A partir del análisis de poblaciones foliculares presentes en los ovarios el día siete posterior al servicio (Cuadro 4), se observó que ambos tratamientos de inducción de estro provocaron cambios en dichas poblaciones con referencia al grupo testigo. Estos cambios consistieron en una disminución ($P < 0.05$) del número total de folículos medianos en los grupos con aplicación de gonadotropinas, y un incremento de más de diez veces en el número y más dos veces en el tamaño de folículos grandes, en el grupo GNS respecto del testigo ($P < 0.05$).

Conviene señalar que el diámetro promedio de los folículos grandes en el grupo GNS, fue muy superior al que normalmente se encuentra de folículos preovulatorios en la cerda (≤ 12 mm).^{24,29} Es factible que los folículos observados fueran quísticos, o bien folículos persistentes estrogenicamente activos. Cualquiera de estos casos podría explicar la disminución en la fertilidad del grupo GNS (Cuadros 1 y 3). Lo anterior es posible, ya que en rumiantes algunos folículos estrogenicamente activos persisten durante intervalos posteriores a las ovulaciones inducidas.^{30,31} La presentación de alteraciones en el proceso de ovulación a partir de la aplicación simultánea de

the control groups and those in the deferred gonadotropin groups, the size and number of large follicles, on day seven postservice, were similar. This could indicate, in both cases, a normal initiation of the waves of follicular growth after both, natural and induced ovulations. In cattle³² it has been suggested that the formation of cystic follicles prior to the first postpartum ovulation, is caused by an inability of the potentially ovulatory follicles to induce an adequate endogenous ovulation signal with the estrogens they produce. In sows, a similar physiological mechanism could account, at least in part, for the high incidence of large follicles, cystic or persistent, in sows in the SG group. In this respect, there is evidence that sows that are weaned early, only 31% show a preovulatory LH surge after being stimulated with estradiol; while 93.7% of sows weaned at 28 days, respond to estradiol with an increase in LH similar to a preovulatory surge.³³ However, in the same study, the authors observed that only 60% of the early weaned sows that showed an LH surge, actually ovulated. Consequently, the follicles present at the moment of SG application were defective and thus were incapable of stimulating GnRH release from the hypothalamus and subsequent liberation of LH from the pituitary gland. Furthermore, it is possible, that due to their inadequate development, these follicles were incapable of responding to the gonadotropins, did not ovulate and thus became cysts or persistent follicles. This could imply a need to reinforce exogenous by, the ovulatory signal when this treatment strategy for inducing follicular development is employed in early weaned sows.

In the sow, it has been shown, that lactational anestrus is inhibitory of the maturation of preovulatory follicles, due to a depression of the secretion of luteinizing hormone (LH).^{34,35} However, there is evidence that follicle maturation requires stimulation from the follicle stimulating hormone (FSH), which apparently plays a permissive role in this process.³⁶ In the same vein, it has been observed that in sows in prepuberal anestrus, eCG that possesses a conjoined effect of FSH and LH,³⁶ is more efficient in promoting the maturation of potential ovulatory follicles, when compared with LH, whilst FSH alone, is not capable.³⁷

Likewise, it has been found that a simultaneous eCG:hCG (400 and 200 IU) application induces more ovulations (number of animals ovulating and total ovulations) in prepuberal gilts, than eCG (1 000 IU) alone.²³ It is important to highlight that in the simultaneous eCG:hCG application strategies, the objective is an induction of follicular maturity up to stages that are close to ovulation, so that these same folli-

dosis bajas de gonadotropinas ya ha sido observada en cerdas prepúberes,²⁴ aunque en un grado mucho menor al encontrado en el presente trabajo.

En el caso de cerdas en anestro después de lactancias \geq a 21 días, no ha sido valorado el efecto de aplicación simultánea de eCG:hCG sobre la incidencia de quistes foliculares.^{10,11,13,14} Por otra parte, en los grupos testigo y con administración diferida de gonadotropinas, el tamaño y número de folículos grandes el día siete postservicio fue similar, pudiendo indicar en ambos casos, el reinicio normal de las olas de desarrollo folicular posterior a las ovulaciones naturales e inducidas. En los bovinos³² se ha sugerido que la formación de folículos quísticos antes de la primera ovulación posparto, es provocada por la incapacidad de los folículos potencialmente ovulatorios para inducir una señal ovulatoria endógena adecuada, a partir de los estrógenos que producen. En cerdas, un mecanismo fisiológico similar al de vacas podría ser señalado como el responsable, al menos en parte, de la alta incidencia de folículos grandes, quísticos o persistentes, en cerdas tratadas con GNS. Al respecto, existen evidencias de que en cerdas destetadas tempranamente, sólo 31% presenta una onda preovulatoria de LH después de ser estimuladas con estradiol; mientras que 93.7% de las cerdas destetadas a 28 días, responden al estradiol con un incremento de LH similar a la oleada preovulatoria.³³ Sin embargo, en el mismo trabajo, los autores observaron que únicamente 60% de las cerdas destetadas precozmente y que mostraron una oleada de LH ovularon. Consecuentemente, los folículos presentes al momento de aplicar GNS eran defectuosos y no fueron capaces de estimular al hipotálamo para que dicha estructura liberara GnRH y a la vez indujera a la pituitaria a secretar LH; pero, además, debido posiblemente a un desarrollo inadecuado, los mismos folículos no fueron capaces de responder a las gonadotropinas, no ovularon y se transformaron en quistes o folículos persistentes. Lo anterior podría implicar la necesidad de reforzar en forma exógena la señal ovulatoria, cuando se aplica este esquema de tratamiento para inducir el desarrollo folicular en cerdas destetadas precozmente.

En la cerda se ha demostrado que en el anestro de lactancia hay una inhibición de la maduración de folículos preovulatorios, ocasionada fundamentalmente por una depresión en la secreción de hormona luteinizante (LH).^{34,35} Sin embargo, también se han encontrado evidencias de que dicha maduración requiere el estímulo de la hormona folículo estimulante (FSH), la cual aparentemente juega un papel permisivo en ese proceso.³⁶ Con relación a ello, se ha observado que en cerdas en anestro prepuberal, la eCG que posee un efecto conjunto FSH:LH,³⁶ es más eficiente para promover la maduración de folículos potencialmente ovulatorios, comparada con la LH, mientras que la FSH por sí sola no es capaz de inducir esa maduración.³⁷

cles, once mature, will cause their own ovulation by producing estrogen that will have a positive feedback effect on the endogenous secretion of gonadotropins.

In contrast, in the deferred application strategy, the initial dose of eCG is used to promote preovulatory follicle maturity, while the subsequent application of hCG is used to simulate the preovulatory peak of gonadotropins, in such a manner as to achieve greater synchronicity in ovulations. Considering this and the observed structures on the ovaries at day seven post-service (Tables 4 and 5), it is possible to infer that, for early weaned primiparous sows, the dose of 1 200 IU of eCG per se, is enough to promote maturation of preovulatory follicles. However, a 500 IU dose of hCG applied 72 hours after, seems inadequate to synchronize the ovulation of the assumed mature follicles.

On the other hand, these same doses of chorionic gonadotropins applied simultaneously, despite being capable of inducing maturation of preovulatory follicles, apparently require the reinforcement of the endogenous ovulatory signal, in order to avoid alterations in the process of ovulation and thus the formation of follicular cysts.

From the previous discussion one can infer that both the simultaneous and the deferred eCG:hCG applications, at the doses used in this study, allow induction and synchronization of estrus associated with an increase in total number of ovulations in early weaned primiparous sows. Given that the simultaneous application of the gonadotropins decreased fertility, it can be concluded that the use of this scheme, for induction and synchronization of estrus in early weaned sows, is not valid. The fact that fertility was not affected with the deferred application of gonadotropins, allows us to conclude that this is a viable alternative for solving the reproductive problems associated with early weaning systems in sows, and consequently, should be considered as an aide for the adoption of such a practice.

Acknowledgments

This study was financed by the Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, project number 25397B. We wish to thank the personnel from the CEIEPEC-UNAM, for their valuable collaboration for the fulfillment of experiment 2.

Asimismo, se ha encontrado en cerdas prepúberes que la aplicación simultánea de eCG:hCG (400 y 200 UI) induce más ovulaciones (número de animales ovulando y total de ovulaciones) que la administración única de eCG (1 000 UI).²³ Es importante resaltar que con los esquemas de aplicación simultánea de eCG:hCG, lo que se pretende es inducir la maduración folicular hasta estadios cercanos a la ovulación, para que posteriormente los mismos folículos ya maduros, desencadenen su propia ovulación a partir de la producción de estrógenos, que ejerzan un efecto de retroalimentación positiva sobre la secreción endógena de gonadotropinas.

A diferencia de ello, en el esquema de aplicación diferida, la dosis inicial de eCG es para promover la maduración de folículos preovulatorios, mientras que la aplicación posterior de hCG se utiliza para simular el pico preovulatorio de gonadotropinas; de tal manera que se pueda lograr una mayor sincronía de las ovulaciones. Considerando lo anterior y los resultados de estructuras presentes en los ovarios el día siete posterior al servicio (Cuadros 4 y 5), es posible inferir que en cerdas primíparas destetadas precozmente la dosis de 1 200 UI de eCG por sí sola es suficiente para promover la maduración de folículos preovulatorios. Sin embargo, la dosis de 500 UI de hCG aplicada 72 h después, parece no ser la adecuada para lograr una sincronización de la ovulación de aquellos folículos que se asume ya han madurado.

Por otra parte, esas mismas dosis de gonadotropinas coriónicas aplicadas en forma simultánea, a pesar de ser capaces de inducir la maduración de folículos preovulatorios, aparentemente requieren del reforzamiento de la señal ovulatoria endógena, para evitar alteraciones en el proceso de ovulación y la formación de quistes foliculares.

De la discusión previa se puede inferir que tanto la administración simultánea como diferida de eCG: hCG en las dosis empleadas en el presente trabajo, permiten inducir y sincronizar el estro asociado con un incremento en el número total de ovulaciones, en cerdas primíparas destetadas precozmente. Puesto que la aplicación simultánea de gonadotropinas redujo la fertilidad de las cerdas, se puede concluir que el uso de este esquema para inducir y sincronizar el estro en cerdas primíparas, destetadas precozmente no es válido. El hecho de que la fertilidad en los estros inducidos por la aplicación diferida de gonadotropinas no se vio afectada, permite concluir que este esquema es una alternativa para resolver el problema reproductivo asociado con la aplicación del destete precoz en las cerdas y, consecuentemente, considerarlo como un agente facilitador de la adopción de dicha práctica.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyecto 25397B. Se agradece al personal del CEIEPEC-UNAM, su valiosa colaboración durante la ejecución del segundo experimento.

Referencias

1. Calsamiglia M, Pijoan C. Colonization state and colostral immunity of sows to *Mycoplasma hyponeumoniae*: effect of piglet colonization. *Vet Rec* 2000;146:530-532.
2. King VL, Koketsu Y, Reeves D, Xue J, Dial GD. Management factors associated with swine breeding-herd productivity in the United States. *Prev Vet Med* 1998; 35:255-264.
3. Svajgr AJ, Hays VW, Cromwell GL, Dutt RH. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. *J Anim Sci* 1974;38:100-105.
4. Varley MA, Peaker RE, Atkinson T. Effect of lactation length of the sow on plasma progesterone, oestradiol 17- β and embryonic survival. *Anim Prod* 1984;38:113-119.
5. Xue JL, Dial GD, Marsh WE, Davies PR, Momont HW. Influence of lactation length on sow productivity. *Livest Prod Sci* 1993;34:253-265.
6. Koketsu Y, Dial GD. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Theriogenology* 1997;47:1445-1461.
7. Belstra BA, Frank JW, Kendall DC, Richert BT, Diekman MA, Singleton WL. Impact of lactation length and exogenous progesterone/estradiol on embryonic survival in third parity sows. *Purdue swine day report (serial on line)* 1998. URL: <http://www.ansc.purdue.edu/swine/sday98/psd08-98.htm>
8. Christenson RK, Teague HS. Synchronization of ovulation and artificial insemination of sows after lactation. *J Anim Sci* 1975;41:560-563.
9. Hurtgen JP, Leman AD. Use of eCG in the prevention of seasonal post-weaning anestrus in sows. *Theriogenology* 1979;12:207-215.
10. Bates RO, Day BN, Britt JH, Clark LK, 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;69:894-898.
11. Kirkwood RN, Soede NM, Dyck GW, Thacker PA. The effect of immunoneutralization of eCG at a gonadotropin induced oestrus on the duration of ovulation and reproductive performance of sows. *J Anim Sci* 1995;61:321-324.
12. Britt JH, Esbenshade KL, Heller K. Response of seasonally acyclic gilts and weaned primiparous sows to pregnant mare serum gonadotrophin (eCG) and Regumate. *J Anim Sci* 1984;59(Suppl 1):20.
13. Lancaster RT, Foxcroft GR, Boland MP, Edwards S, Gordon I. Fertility of sows injected with exogenous oestradiol and/or gonadotrophins to control postweaning oestrus. *Anim Reprod Sci* 1985;8:365-373.
14. Estienne MJ, Hartsock TG. Effect of exogenous gonadotropins on the weaning to oestrous interval in sows. *Theriogenology* 1998;49:823-828.
15. Coalson JA, Marsh C, Ulberg LC. Early rebreeding of postpartum sows. *J Anim Sci* 1972;34:352(Abstr).
16. Trujillo OME, Zarco LA, Doporto JM, Becerra A. Efecto del uso de PG600 y Altrenogest en cerdas destetadas a los 15 días de lactancia. *Memoria del V Simposium Internacional de Reproducción e Inseminación Artificial en Porcinos*; 1998 mayo 4-6; León (Gto), México. México (DF): Alberto Stephano, 1998:265-272.
17. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2002. Tomado de URL: <http://www.inegi.gob.mx/entidades/espanol/fmich.htm>
18. Gobierno del Estado de México. Jilotepec-Ixtlahuaca. 2002. Tomado de URL: <http://www.edomexico.gob.mx/se/jilotdiag.htm>
19. NRC. Nutrient requirements of domestic animals. Nutrient requirements of swine. 9th ed. Washington (DC): National Academy Press, 1988.
20. Pearce GP, Pearce AN. Contact with a sow in oestrus or a mature boar stimulates the onset of oestrus in weaned sows. *Vet Rec* 1992;130:5-9.
21. Daniel WW. Bioestadística, base para el análisis de las ciencias de la salud. México (DF): UTEHA, 1995.
22. SAS. SAS users guide: statistics. Cary (NC): SAS Institute Inc., 1986.
23. Guthrie HD. Induction of ovulation and fertility in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1977;45:1360-1367.
24. Tilton SL, Bates RO, Prather RS. Evaluation of response to hormonal therapy in prepuberal gilts of different genetic lines. *J Anim Sci* 1995;73:3062-3068.
25. Guthrie HD, Bolt DJ, Cooper BS. Effects of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1990;68:3719-3726.
26. Hunter RHF. Porcine ovulation after injection of human chorionic gonadotropin. *Vet Rec* 1967;81:21-23.
27. Hühn U, Jöchle W, Brüssow KP. Techniques developed for the control of estrus, ovulation and parturition in the East German pig industry: a review. *Theriogenology* 1996;46:911-924.
28. Soede NM, Nordhuizen JPTM, Kemp B. The duration of ovulation in pigs, studied by transrectal ultrasonography, is not related to early embryonic diversity. *Theriogenology* 1992;38:653-666.
29. Yang H, Foxcroft GR, Pettigrew JE, Johnston LJ, Shurson GC, Costas AN, Zak LJ. Impact of dietary lysine intake during lactation on follicular development and oocyte maturation after weaning in primiparous sows. *J Anim Sci* 2000;78:993-1000.
30. Armstrong DT, Pfitzner AP, Porter KJ, Warnes GM, Janson PO, Seamark RF. Ovarian responses of anoestrous goats to stimulation with pregnant mare serum gonadotrophin. *Anim Reprod Sci* 1982;5:15-23.
31. Hawk HW. Gamete transport in the superovulated cow. *Theriogenology* 1988;29:125-142.
32. Youngquist RS. Cystic follicular degeneration in the cow. In: Morrow DA, editor. *Current therapy in theriogenology*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Co., 1986:243-246.
33. Sesti LAC, 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;50:1078-1084.
34. Britt JH, Armstrong JD, Cox NM, Esbenshade KL. Control of follicular development during and after lactation in sows. *J Reprod Fertil* 1985;33(Suppl 1):37-54.
35. Foxcroft GR, Shaw HJ, Hunter MG, Booth PJ, Lancaster RT. Relationships between luteinizing hormone, follicular stimulating hormone and prolactin secretion and ovarian follicular development in the weaned sow. *Biol Reprod* 1987;36:175-191.
36. Guthrie HD, Bolt DJ, Cooper BS. Effect of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepuberal gilts. *J Anim Sci* 1990;68:3719-3726.
37. Roser JF. Equine chorionic gonadotropin. In: Knobil E, Neill JD, editors. *Encyclopedia of reproduction*. Volume 2. New York: Raven Press, 1999:29-37.