

11663
4
2 e j

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA SOBRE LA
EFICIENCIA Y FUNCIONES REPRODUCTIVAS DE LAS CERDAS

T E S I S

Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias en el área de
Reproducción Animal

P R E S E N T A

M.V.Z. JORGE OLIVA HERNANDEZ

A S E S O R E S

Dr. Alejandro Villa Godoy

Dr. José Antonio Cuarón Ibarquengoitia

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México 1990

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

INDICE

Página

INTRODUCCION -----	1
1. REVISION DE LITERATURA -----	3
1.1.0 CONSUMO VOLUNTARIO EN LAS CERDAS DURANTE LA LACTANCIA ---	4
1.1.1 ALIMENTACION DURANTE LA GESTACION -----	5
1.1.2 DISTENSION DEL TUBO DIGESTIVO -----	6
1.1.3 TIPO DE SUSTRATO ENERGETICO EN LA DIETA -----	6
1.2.0 METABOLISMO ENERGETICO EN LAS CERDAS EN LACTACION -----	8
1.2.1 REQUERIMIENTOS DE ENERGIA -----	8
1.2.2 BALANCE DE ENERGIA -----	8
1.2.3 FUENTES DE VARIACION DEL BALANCE DE ENERGIA -----	9
1.3. ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LAS CERDAS EN LACTACION -----	11
1.4.0 ACTIVIDAD REPRODUCTIVA POSTERIOR AL DESTETE -----	12
1.4.1 HORMONA LIBERADORA DE GONADOTROPINAS -----	12
1.4.2 GONADOTROPINAS -----	12
1.4.3 CONTROL DE LA SINTESIS Y SECRECION DE GONADOTROPINAS ---	13
1.4.4 ESTEROIDES -----	13
1.4.5 DESARROLLO FOLICULAR -----	14
1.5.0 FACTORES QUE AFECTAN EL INICIO DEL ESTRO POSDESTETE ---	15
1.5.1 EFECTO DEL NIVEL DE CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE ---	15
1.5.2 EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA EN LA DIETA ---	17
1.5.3 RELACION ENTRE CONSUMO DE EM Y GONADOTROPINAS -----	18
1.6.0 FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE OVULACION -----	19
1.6.1 EFECTO DEL NIVEL DE CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE ---	19
1.6.2 EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA EN LA DIETA ---	21

2. HIPOTESIS	23
3. OBJETIVOS	24
4. MATERIAL Y METODOS	25
4.1 GENERAL	25
4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	25
4.3 ALIMENTACION	25
4.4.0 VARIABLES DE RESPUESTA	27
4.4.1 NUTRIENTES CONSUMIDOS	27
4.4.2 CAMBIOS DE PESO Y GRASA DORSAL	27
4.4.3 NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE	28
4.4.4 COMPOSICION DE LA LECHE	28
4.4.5 ENERGIA EN LECHE	29
4.4.6 CAMBIOS DE PESO EN LA CAMADA	29
4.4.7 EFICIENCIA REPRODUCTIVA POSDESTETE	29
4.5 ANALISIS ESTADISTICO	31
5. RESULTADOS	32
5.1.1 CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE Y PROTEINA CRUDA	32
5.1.2 PESO CORPORAL Y CAMBIOS DE PESO EN LAS CERDAS	32
5.1.3 GRASA DORSAL Y CAMBIOS EN SU GROSOR	32
5.1.4 COMPOSICION DEL CALOSTRO	35
5.1.5 NUMERO DE LECHONES	35
5.1.6 NIVEL DE PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE	35
5.1.7 PESO DE LA CAMADA Y DEL LECHON	35
5.2.1 INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO Y A LA PRIMERA MONTA	39
5.2.2 DURACION DEL ESTRO	39
5.2.3 OCURRENCIA DE LA OVULACION	39

5.2.4	PROLIFICIDAD AL PARTO SUBSECUENTE -----	44
5.2.5	FUNCION LUTEA POSDESTETE -----	44
5.3.0	FACTORES ASOCIADOS CON EL INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO -----	46
5.3.1	CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE Y PROTEINA CRUDA -----	46
5.3.2	PESO CORPORAL Y CAMBIOS DE PESO EN LAS CERDAS -----	46
5.3.3	GRASA DORSAL Y CAMBIOS EN SU GROSOR -----	46
5.3.4	NIVEL DE PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE -----	46
5.3.4	NUMERO DE LECHONES Y PESO DE LA CAMADA -----	46
5.4.0	FACTORES ASOCIADOS CON LA DURACION DEL ESTRO -----	48
6.	DISCUSION -----	50
6.1	CONSUMO DE NUTRIMENTOS Y CAMBIOS EN EL PESO Y GRASA DORSAL DE LAS CERDAS DURANTE LA LACTANCIA -----	50
6.2	COMPOSICION DEL CALOSTRO Y NUMERO DE LECHONES -----	52
6.3	PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE -----	54
6.4	PESO DE LA CAMADA Y DEL LECHON -----	55
6.5	EFICIENCIA REPRODUCTIVA POSDESTETE -----	57
6.6	FACTORES ASOCIADOS CON EL INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO-----	60
6.7	FACTORES ASOCIADOS CON LA DURACION DEL ESTRO -----	62
7.	CONCLUSIONES -----	63
8.	LITERATURA CITADA -----	64

INTRODUCCION

La eficiencia productiva de la pira puede se incrementada a través de mantener aquellas cerdas reproductoras que muestran camadas numerosas y (o) pesadas al momento del destete (NSIF, 1987).

Este tipo de cerdas requiere de altos consumos de energia para apoyar las demandas que impone la lactancia. Sin embargo, el aporte dietético de energía que se les proporciona, es insuficiente debido a sistemas de alimentación inadecuados durante la lactancia, o bien por incapacidad de las cerdas para ingerir lo necesario que permita cubrir los altos requerimientos de energía que demanda la producción láctea, aún en sistemas con alimentación a libre consumo. En ambos casos, las cerdas tienen que hacer uso de sus reservas corporales, para mantener la lactancia, resultando en pérdida de peso y grasa dorsal.

Grandes pérdidas de peso y grasa dorsal en las cerdas durante la lactancia, se han asociado con anestro o bien con la presentación del estro posdestete en forma tardía, lo que altera los programas de reproducción y producción impuestos en las empresas porcinas (Reese et al., 1982ab). Como consecuencia, se retrasa la reincorporación de las cerdas al proceso productivo, se reduce el número de partos, el número de lechones destetados y por consiguiente la productividad de la empresa.

Con el empleo de dietas a base de cereal y pasta de soya, frecuentemente no se cubren los requerimientos de energía durante la lactación (Armstrong, Britt y Kraeling, 1986; Moser et al., 1987), de ahí que se haya planteado el empleo de diferentes fuentes energéticas en la dieta de cerdas en lactación, con el objeto de alterar en forma positiva la función reproductiva posdestete (Cox et al., 1983; Gallardo y Dobler, 1984; King y Dunkin, 1986). Existen evidencias de que el sistema reproductivo puede responder a cambios nutricionales cuantitativos y (o) cualitativos, dependiendo del estado reproductivo en el momento en que ocurre el cambio nutricional (Britt, Armstrong y Cox, 1988). Sin embargo, no se sabe cuales son las señales específicas que producen un enlace entre el sistema metabólico (hormonas, metabolitos u otros) y el sistema reproductivo.

La inclusión de grasas de origen vegetal o animal en la dieta ha tenido un efecto positivo sobre la sobrevivencia de la camada, producción de leche, cambios de peso corporal y grasa subcutánea dorsal de la cerda al momento del destete (Coffey, Yates y Combs, 1987).

Sin embargo, el efecto de la adición de grasa en la dieta sobre la eficiencia reproductiva posdestete, ha sido evaluado generalmente durante la lactancia, sin que se haya logrado reducir el intervalo del destete al primer estro, con relación a cerdas alimentadas a

base de dietas convencionales cuyas fuentes de energía fueron cereales (Gallardo y Dobler, 1984).

Con respecto al uso de azúcares como fructosa y dextrosa en la dieta de cerdas en lactación, se han logrado aumentos en la producción de leche y en el peso de la camada al momento del destete, con relación a dietas testigo (White et al., 1984).

Por otro lado, existen evidencias de que un incremento en el consumo de energía dietaria y la administración exógena de insulina, aumentan la tasa de ovulación de cerdas nulíparas (Cox et al., 1987). Similarmente, Rodríguez y Cuarón (1990) al utilizar dietas con altos porcentajes de melaza, incrementaron la tasa ovulatoria de cerdas primerizas, con respecto a dietas en las que la fuente de energía consistió en sorgo o aceite vegetal. Por su parte, Rodríguez (1990) observó un mayor número de lechones al parto subsecuente, cuando proporciono a las cerdas una dieta con alto contenido de melaza durante el período del destete al apareamiento, con relación a cerdas que recibieron una dieta con aceite vegetal. De esta forma, la calidad del sustrato energético de la dieta, parece alterar la actividad ovárica en las cerdas.

Aunque Rodríguez (1990) observó que el consumo de dietas con aceite vegetal o melaza durante el período de apareamiento no redujo el intervalo del destete al primer estro en cerdas, se requiere evaluar el efecto de adicionar grasa ó un ingrediente rico en azúcares solubles (melaza), durante la lactancia y hasta el período de apareamiento. De este modo se logrará elucidar el efecto de la fuente energética sobre la eficiencia reproductiva posdestete en la cerdas.

El objetivo general de la presente tesis fue determinar los efectos de dietas cuya fuente de energía principal fue melaza o aceite vegetal y que fueron proporcionados desde una semana antes del parto, durante la lactancia y hasta el momento del apareamiento, sobre la reproducción y producción de lechones de cerdas primíparas y multiparas.

REVISION DE LITERATURA.

INTRODUCCION.

La presente revisión está dirigida a cubrir aspectos de consumo voluntario, metabolismo energético y actividad reproductiva de las cerdas durante la etapa de lactación y apareamiento postdestete. Ocasionalmente, se empleará información de otras especies para apoyar algunos conceptos.

Debido a que el consumo voluntario de alimento durante la lactancia es influido por numerosos factores, sólo se describirán aquellos que, dada la naturaleza de la presente investigación, son de importancia fundamental en la regulación fisiológica del consumo de alimento. Con respecto al metabolismo energético, se enfatizan los requerimientos de energía durante la lactancia, dando especial atención a las fuentes de variación, debido a las cuales, las cerdas experimentan un balance negativo de energía durante la lactancia.

Con respecto a la actividad reproductiva en las cerdas durante y después de la lactancia, se hace una revisión de la fisiología del eje hipotálamo-hipófisis-ovario y de la dinámica folicular, haciendo referencia a factores metabólicos involucrados en la regulación de las funciones reproductivas. Adicionalmente se abordarán diversos factores que afectan el inicio del primer estro postdestete.

1.0 CONSUMO VOLUNTARIO EN LAS CERDAS DURANTE LA LACTANCIA.

Durante la lactancia, existe una gran variación en los consumos diarios de Energía Metabolizable (EM) desde 11.0 a 20.8 Megacalorías Mcal/día (NRC, 1987). Esta variabilidad refleja una multitud de factores que pueden influir en el consumo de alimento. A pesar de que se procura que las cerdas tengan un nivel alto de consumo de alimento, que permita expresar su máxima capacidad productiva. De ahí que el objetivo del nutriólogo sea el cubrir los requerimientos de nutrimentos de las cerdas, con una dieta adecuada en cantidad y calidad. Sin embargo, el consumo voluntario de alimento, es frecuentemente más bajo que el consumo de alimento requerido para cubrir los requerimientos de la lactación, debido a las restricciones físicas o químicas propias del animal o bien por limitaciones impuestas por el medio (Armstrong, Britt y Kraeling, 1986; Forbes, 1986).

Existe en el animal un sistema que permite que el control del consumo de alimento, para mantener un balance de entrada y salida de energía bajo condiciones normales. En ocasiones este sistema no opera, resultando en una ganancia o pérdida excesiva de peso. Ambas condiciones, pueden ocasionar disturbios metabólicos y una ineficiente producción (NRC, 1988).

El sitio responsable de la integración del control del consumo de alimento y el balance de energía es el sistema nervioso central, y aunque los mecanismos específicos involucrados no se han comprendido en su totalidad, se sabe que el hipotálamo es la estructura primaria del control del hambre y de la saciedad (Ganong, 1982).

Evidencias de lo anterior son que lesiones en el núcleo ventromedial del hipotálamo causan hiperfagia y obesidad en varias especies, mientras que lesiones en el área hipotálamica lateral deprimen el consumo de agua y alimento (Forbes, 1986). Estas partes del cerebro son conocidas como los centros de saciedad y del hambre respectivamente, y se considera que ambas están involucradas en el control del balance entre el consumo y la producción de energía y por consiguiente determinan los cambios de peso corporal y acumulación de grasa (Forbes, 1986).

Son diversos los factores que afectan el consumo voluntario de alimento, entre ellos están: el nivel de alimentación durante la gestación, la distensión del tubo digestivo y el tipo de sustrato energético en la dieta. Ninguno de los factores anteriores, pueden explicar como el consumo de alimento es controlado bajo todas las circunstancias. De ahí que se haya sugerido que el control del consumo es multifactorial y que diversas señales están involucradas estimulando o inhibiendo el apetito (Forbes, 1986).

1.1 Alimentación durante la gestación.

El consumo voluntario de las cerdas gestantes es de 12.6 a 18 Mcal de energía digestible, respectivamente (Friend, 1971). Esto equivaldría a proporcionar de 4.2 a 6 kg de un alimento con 3 Mcal/kg de EM respectivamente. La alimentación a libre consumo, permite que las cerdas gestantes ingieran más energía de la necesaria para su mantenimiento y el desarrollo de los productos de la concepción (NRC, 1988), favoreciendo la deposición de grasa corporal (Hovell et al., 1977).

El almacenamiento excesivo de grasa corporal durante la gestación puede ejercer efectos adversos en la productividad de las cerdas (Gatel, Casting y Lucbert, 1987). Orr, (1977) determinó que en ovinos obesos, el consumo de alimento se deprime para mantener un consumo constante de energía. Mears y Mendel, (1974) concluyeron, en un experimento con corderos, que el consumo fue estimulado en animales con gran número de adipocitos. Sin embargo, hay controversia en lo que se refiere a cual es la causa y cual el efecto, sugiriéndose que el consumo está limitado por la tasa máxima de síntesis de grasa, arriba de la cual, los precursores acumulados previenen los altos niveles de consumo de alimento (Forbes, 1986).

En el caso de cerdos, la influencia de la obesidad sobre el consumo es menor que en otras especies (Forbes, 1986). Quizá debido a una selección orientada hacia una rápida ganancia de peso, de manera indirecta se hayan seleccionado cerdos cuyo control de la saciedad tenga un umbral de respuesta a los factores que la determinan, más alto que en otras especies.

Gatel, Casting y Lucbert, (1987) al evaluar el efecto de diferentes niveles de alimentación a través de sucesivas gestaciones, determinaron que las cerdas en el nivel alto de alimentación (8.7 Mcal de EM/día) con relación a las que recibieron un nivel bajo (6.8 Mcal de EM/día), tuvieron consumos diarios promedio de EM (12.9 versus 12.0), similares durante la lactancia. No obstante, en dicho estudio no se proporcionó alimento a libertad, habiéndose regulado el nivel de alimentación de acuerdo al número de lechones por cerda. Por lo mismo, no quedó claro si el efecto fue debido a un nivel alto de alimentación durante la gestación o bien, si los niveles de alimentación utilizados no fueron suficientes para provocar un estado de obesidad que inhibiera el consumo durante la lactancia subsecuente.

En cambio, Frobish et al. (1966) observaron que la mitad de las cerdas alimentadas con un alto nivel de energía durante la gestación (10.8 Mcal. de EM/día), fueron desechadas del experimento al final de tres ciclos reproductivos por causa de muerte o incapacidad para el parto.

Una restricción del consumo de energía durante la gestación resulta en una mejor eficiencia reproductiva (NRC, 1979), que cuando se permite un consumo a libertad. Sin embargo, existe una tendencia

para suplementar con energía adicional en el último tercio de la gestación, a través de un aumento moderado en el nivel de energía o en la densidad energética de la dieta, empleando cereales o grasas, sin que se vea disminuido el consumo de alimento durante la lactancia subsecuente (Cromwell et al., 1989).

1.2 Distensión del tubo digestivo.

La presencia de alimento en el estomago y (o) su pasaje y absorción a través del intestino son importantes factores en la saciedad, aunque no limitan por completo el consumo de alimento (Forbes, 1986). Sin embargo, los factores físicos relacionados con el llenado y la distensión del tubo digestivo se vuelven predominantes cuando hay una dilución de la energía en la dieta o bien cuando se requieren de grandes consumos de alimento, como en el caso de la lactancia. En dichas situaciones los factores físicos eliminan la respuesta compensatoria en cuanto a consumo de alimento y hasta pueden ejercer una acción depresiva en la cantidad o volumen de la ingesta (Fowler, Mc William y Aitken, 1981., citado por Robles, 1988).

La lactancia es una función de carácter prioritario que representa demandas sustanciales de nutrimentos para el animal (Bauman y Currie, 1980). Sin embargo, al inicio de la misma, el consumo de alimento por parte de las cerdas es bajo, incrementandose conforme la lactancia avanza (Stahly, Cromwell y Simpson, 1979; Moser et al., 1987). Se ha observado que aún proporcionando alimentos a libre consumo con dietas a base de cereales, es frecuente que no se cubran las necesidades de energía para mantener la producción de leche (Kirwood et al., 1988), por lo tanto las cerdas incrementan la utilización de sus tejidos corporales, para proveer a la glándula mamaria de los nutrientes deficitarios, con el fin de mantener sus funciones (Noblet y Etienne, 1986). Por consiguiente, es importante determinar si con fuentes alternas de energía en la dieta, se pueden reducir los efectos que imponen los factores físicos al consumo de alimento y las pérdidas de peso y tejido adiposo de las cerdas durante la lactancia.

1.3 Tipo de sustrato energético en la dieta.

Con respecto al consumo de Energía Digestible (ED), este es relativamente estable en dietas que contienen de 3.3 a 3.6 kcal/g (NRC, 1988), pero en general la cantidad total de alimento consumido en materia seca disminuye cuando la densidad energética de la dieta incrementa, para mantener constante el consumo de energía. No obstante, cuando la densidad energética es menor a 3.3 kcal/g de ED, el consumo de ED puede disminuir ya que la adición de fibra a la dieta, para diluir la energía, impone un impedimento físico al consumo.

Se han empleado azúcares solubles y grasas en la dieta de cerdas en lactación, con el fin de aumentar el consumo de energía, producir cambios en la distribución de nutrientes y alterar la concentración de hormonas y metabolitos plasmáticos. Todo esto con el enfoque de

incrementar la productividad y modificar positivamente la función reproductiva de las cerdas.

Existe cierta controversia sobre si el empleo de grasa en la dieta de cerdas en lactación permite un mayor consumo de energía o no. Al respecto, Stahly, Cromwell y Simpson, (1980) observaron un aumento en el consumo diario de EM en cerdas que recibieron grasa en la dieta, mientras que Shurson et al., (1986) observaron un mayor consumo de EM soló durante la segunda semana de lactancia. Por lo que el estado fisiológico de las cerdas puede interactuar con la fuente de energía en cuanto al consumo total de EM.

Por su parte Cox et al., (1983) observaron que el consumo de alimento y EM no fue diferente en cerdas primíparas a las que se les proporcionó una dieta adicionada con grasa, con relación a dietas a base de cereales. Otros investigadores determinaron que el consumo diario de alimento baja cuando se proporcionan dietas adicionadas con grasa a cerdas en lactación, aparentemente debido al incremento en la densidad energética de la dieta (Boyd et al., 1978; Pollman et al., 1980). Independientemente del consumo, el uso de grasa en la dieta permite una mayor eficiencia en la utilización de la energía, debido a una reducción en el incremento calórico (Stahly y Cromwell, 1979).

Otra alternativa al uso de grasas, es el empleo de azúcares solubles, tales como glucosa, dextrosa o fructosa, que proporcionan energía de fácil y rápida disponibilidad. Permanece por aclarar si su inclusión permite un mayor consumo de energía o no (White et al., 1984; Coffey, Yates y Combs, 1987).

La inclusión de azúcares de alta solubilidad en la dieta, permite modificaciones en el metabolismo de la cerda (Coffey, Yates y Combs, 1987), que se traducen como cambios en la concentración de metabolitos y hormonas (glucosa e insulina) que aparentemente benefician la eficiencia productiva de las cerdas (Steel, Murtry y Rosebrough, 1985).

La melaza de caña es un ingrediente rico en azúcares solubles que tiene poco uso en la alimentación de aves y cerdos como fuente de nutrimentos (Loeza et al., 1987). Sin embargo, la melaza se puede incluir redituablemente hasta en un 30 % como parte de la dieta, sin ocasionar efectos detrimentales sobre la tasa de ganancia diaria de peso (Fernández, 1989).

En general, existen pocos estudios en los que se examinen los efectos de la adición de melaza a la dieta sobre el crecimiento y desarrollo de cerdos. Además se sabe poco de sus efectos sobre la producción y reproducción, cuando se incluye como parte de la dieta de cerdas en lactación y durante la etapa postdestete.

2. METABOLISMO ENERGETICO DE LA CERDA EN LACTACION.

2.1 Requerimientos de energía.

Los valores de energía de alimentos o los requerimientos de energía de las cerdas en la presente revisión de literatura y los usados en esta investigación, serán expresados como valores de EM.

Establecer los requerimientos de energía en las cerdas durante la lactancia, requiere determinar el gasto de energía (mantenimiento y producción de leche) y la eficiencia en la utilización de la misma desde EB hasta EN. Una limitante inicial, es la dificultad de estimar la producción de leche con suficiente exactitud en cerdas con lechones amamantando.

El método usado para determinar la producción de leche han sido descrito previamente (Salmon-legagneur, 1956; Mahan et al., 1971; Lewis, Speer y Haught, 1978). La metodología consiste en pesar a la camada antes y después de cada amamantamiento, a intervalos de 60 minutos, repitiendo este procedimiento entre 6 y 9 ocasiones consecutivas (Lewis, Speer y Haught, 1978; Speer y Cox, 1984). Es necesario considerar las pérdidas de peso debido al metabolismo de los lechones, así como pérdidas por evacuaciones de orina y heces de los mismos (Salmon-Legagneur, 1956; Noblet y Etienne, 1986).

Un aspecto adicional a considerar, es la pérdida de peso que generalmente exhiben las cerdas durante la lactancia. Por lo tanto, debe ser determinado el grado en que las reservas corporales son usadas y la eficiencia de su utilización para producir leche (Noblet y Etienne, 1986).

La ED para mantenimiento de la cerda adulta es cercana a las 110 kcal/kg^{0.75} peso corporal/día (NRC, 1988). Sin embargo, Noblet y Etienne, (1986 y 1987) sugieren que el requerimiento para mantenimiento de la cerda en lactación puede ser 5 a 10 % más alto que el de la cerda gestante. El requerimiento de energía para producir leche ha sido estimado en 2 Mcal de ED por kg de leche.

La eficiencia en la utilización de la energía a partir de la dieta para producción de leche varía según los autores y métodos entre 53 a 72 % (De Lange et al., 1980; Verstegen et al., 1985; Noblet y Etienne, 1987; NRC, 1988). Mientras que la eficiencia en la utilización de las reservas corporales para la producción de energía en leche, ha sido estimada entre un 80 y un 88 % (De Lange et al., 1980; Noblet y Etienne, 1987).

2.2 Balance de energía.

El balance de energía (BE) es estimado al establecer la diferencia entre los requerimientos de energía para mantenimiento y lactación con la cantidad de energía consumida en la dieta.

En las cerdas en lactación, los requerimientos de energía para síntesis de leche exceden los requerimientos para mantenimiento (Verstegen et al., 1985; Noblet y Etienne, 1987). De modo que para lograr un BE, las cerdas en lactación deben ingerir suficiente energía para satisfacer los requerimientos de mantenimiento y lactación. Sin embargo, es frecuente encontrar a las cerdas en un balance energético negativo (BEN) durante la lactancia, debido básicamente a los altos requerimientos de energía que impone la producción de leche, requerimientos que, con frecuencia no son cubiertos por el consumo voluntario de alimento (Eastham, y Whittmore, 1988).

2.3 Fuentes de variación del balance de energía.

Los estudios sobre BE en las cerdas son escasos, sin embargo las fuentes de variación para el BE en las cerdas son : edad, peso corporal, nivel de alimentación durante la gestación, condición corporal al parto, etapa de la lactancia, nivel de consumo de alimento y nivel de producción de leche.

El efecto del número de parto sobre el BE no es claro y ha sido estudiado de manera indirecta por las pérdidas de peso y grasa dorsal durante la lactancia. Cerdas en su primera lactancia tienen pérdidas similares en peso corporal y grasa dorsal con respecto a cerdas de 2 a 4 partos (Yang et al., 1989), pero si tienen un menor consumo de alimento, que puede acentuar el BEN. A esto hay que añadir las necesidades energéticas adicionales por concepto de crecimiento en las cerdas primíparas.

Se ha utilizado el peso corporal y los cambios del mismo, como una forma alterna para estimar el uso de tejido corporal para apoyar una determinada función, no quedando claro su efecto sobre el BE. Sin embargo, es más conveniente considerar la relación que existe entre la composición corporal de las cerdas con el BE (Whittemore, Franklin y Pearce, 1980; Noblet y Etienne, 1987).

El nivel de alimentación durante la gestación está asociado con la condición corporal con la que llegan las cerdas al parto. Un incremento en el nivel de alimentación durante la gestación, resulta en una mejor condición corporal (mayor peso y grosor en la grasa dorsal). Sin embargo, también existe una mayor pérdida de peso y grasa dorsal durante la lactancia subsecuente (De Lange et al., 1980), que puede estar asociada a un menor consumo de alimento durante la lactancia en cerdas obesas (Yang et al., 1989). El BE en cerdas con una condición corporal regular es de menor magnitud que el de cerdas con una buena condición corporal en proporción al consumo de energía en la dieta, es decir existe una mayor retención de energía y nitrógeno en las cerdas con una condición corporal de regular a mala (De Lange et al., 1980).

En general, un BEN se mantiene durante todo el período de la lactancia (21 a 28 días, en los sistemas modernos de producción), encontrándose discrepancias con relación a la etapa de la lactancia

en la que es más pronunciado. Verstegen et al., (1985) proponen que durante el período de 7 a 14 días posparto el BEN es más pronunciado, quizá por que durante dicho período aún no se maximiza el consumo de alimento (Stahly, Cromwell y Simpson, 1979). Por otra parte, Noblet y Etienne, (1987) establecieron que el BEN fue más pronunciado durante el período de 13 a 21 días, período en donde hay una mayor excreción de energía por la leche, dado por un mayor volumen de producción.

Al parecer la etapa de la lactancia no afecta los coeficientes de digestibilidad de la energía, materia orgánica y nitrógeno. Sin embargo, la intensidad de la movilización de la energía corporal se acentúa conforme transcurre la lactancia (Noblet y Etienne, 1987).

El nivel de alimentación durante la lactancia está asociado negativamente con el BEN (De Lange et al., 1980; Verstegen et al., 1985; Noblet y Etienne, 1987). Cerdas con un nivel bajo de alimentación ($7.5 \text{ Mcal EM/kg}^{0.75}$ peso corporal/día) experimentan un déficit de $-7.0 \text{ Mcal EM/kg}^{0.75}$ peso corporal durante el período de 7 a 14 días posparto, mientras que, al permitir un nivel alto de consumo (14.4 Mcal de EM) en el mismo período, el déficit fue de $-3.9 \text{ Mcal EM/kg}^{0.75}$ peso corporal (Verstegen et al., 1985).

El nivel de alimentación usado durante la lactancia influye en la eficiencia de utilización del alimento para producir leche, de modo que cerdas sometidas a un régimen bajo de alimentación, usan más eficientemente el nitrógeno del alimento (Noblet y Etienne, 1987).

Para poder determinar el efecto del nivel de producción de leche sobre el BE, es necesario considerar que el volumen de leche producida por la cerda, está asociado con el número y ganancia de peso de la camada (Lewis et al., 1978). De esta forma, cerdas con 9 lechones/camada en promedio tienen un BE más negativo, en relación a cerdas con 6 lechones en promedio (Yang et al., 1989).

En resumen, un alto porcentaje de cerdas alimentadas a libertad, se encuentran en BEN durante la lactancia. A pesar del BEN, las cerdas mantienen la producción de leche, a costa de sus reservas corporales (grasa y músculo). En cerdas, el consumo voluntario de alimento y el nivel de producción (número de lechones y peso de la camada) parecen ser componentes importantes del BE.

1.3.0 ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LAS CERDAS EN LACTACION

La lactancia en las cerdas está caracterizada por una reducción en la producción y (o) liberación de GnRH hipotálamico (Cox y Britt, 1982), un desarrollo folicular en donde existe un número reducido o ausencia de folículos mayores a 3mm y por consiguiente por anestro (Martin et al., 1986).

La concentración sérica y en hipófisis de LH es baja durante la lactancia ($< 1 \text{ ng/ml}$) incrementándose hasta después del destete (Crighton y Lamming, 1969; Stevenson et al., 1978). Por el contrario, la síntesis de hormona foliculo estimulante (FSH) en hipófisis no es reducida durante la lactancia (Stevenson et al., 1978). No hay reportes disponibles sobre la concentración sérica de FSH durante la lactancia en cerdas.

Son diversos los factores involucrados en el control de la síntesis y liberación de gonadotropinas. En el caso de la LH, el amamantamiento tiene un efecto supresivo sobre la síntesis y liberación de LH (Armstrong, Kraeling y Britt, 1988), efecto mediado por los péptidos opioides endógenos. Mientras que el amamantamiento no ejerce un control primario sobre la síntesis de FSH (Crighton y Lamming, 1969), sugiriéndose que la liberación de dicha hormona es la que se ve inhibida, asociándose el control de la síntesis a factores ováricos no esteroidales, probablemente inhibina (Campbell y Schwartz, 1979).

Durante la lactancia la concentración sérica de progesterona casi no es detectable ($< 1 \text{ ng/ml}$), mientras que la concentración sérica de estrógenos es variable, sugiriéndose que la relación entre esteroides ováricos y el control la secreción de FSH y LH es mínimo al inicio de la lactancia (Stevenson, Cox y Britt, 1981). Elsaesser y Parvizi, (1980) proponen un incremento en la sensibilidad positiva del eje hipotálamo-hipófisis a los estrógenos conforme avanza la lactancia.

Con respecto a la prolactina, su liberación durante la lactancia se encuentra incrementada (Bever et al., 1978; Mulloy y Malven, 1979), atribuyéndosele un efecto inhibitorio sobre la liberación de gonadotropinas al final de la lactancia. Aunque, el amamantamiento parece ser necesario para que el efecto inhibitorio de prolactina se manifieste en ratas (Smith, 1978). En el caso de cerdas una disminución en la concentración de prolactina por destete temporal de la camada no produjo un efecto sobre la liberación de LH (Stevenson, Cox y Britt, 1981). Por lo tanto, parece ser que la prolactina no afecta la síntesis o liberación de gonadotropinas durante la lactancia.

1.4.0 ACTIVIDAD REPRODUCTIVA POSTERIOR AL DESTETE DE LAS CERDAS.

El destete marca el inicio de la supresión de una serie de factores que impiden que se manifieste la actividad reproductiva, en las cerdas durante la lactancia. Con la separación definitiva de la camada, se desencadenan cambios en la síntesis y liberación de hormonas involucradas en la manifestación del estro y ocurrencia de la ovulación. Sin embargo, no sólo es necesario suprimir el efecto inhibitorio de la lactancia, existen una serie de factores que pueden condicionar la manifestación del estro (e.g., condición corporal). Grandes pérdidas de peso y grasa dorsal durante la lactancia, están asociadas con un retraso en la presencia del estro posdestete (Reese et al., 1982_a; King y Williams, 1984_{ab}; King y Dunkin, 1986).

Existe una gran variabilidad en la presentación del primer estro posdestete mostrado por las cerdas, la cual es atribuida en parte, a un alto porcentaje de cerdas primíparas con un intervalo del destete al primer estro mayor a 7 días posdestete (Love, 1979; Reese et al., 1982_{ab}; Reese, 1986; Brendemuhl, Lewis y Peo, Jr., 1987). A diferencia de estas, las multiparas manifiestan en promedio su primer estro durante la primera semana posdestete (Strang, 1970).

1.4.1 Hormona liberadora de gonadotropinas.

La administración de GnRH a cerdas durante la lactancia, causa estro y ovulación (Hausler et al., 1980), indicando que es necesario que ocurran cambios en la tasa de síntesis y liberación de GnRH, previos a la presentación del estro posdestete. Esto es corroborado por el hecho que la concentración hipotalámica de GnRH aumenta después del destete, coincidiendo con el incremento en la concentración sérica de FSH, LH y con el inicio del desarrollo folicular (Cox y Britt, 1982).

1.4.2 Gonadotropinas.

La concentración de LH en hipófisis es mayor a las 60 y 96 h posdestete, que al momento del destete. Mientras que la concentración de FSH en hipófisis no sufre cambios, al menos hasta las 96 h posdestete (Cox y Britt, 1982).

Después del destete ocurren cambios en el patrón de liberación (incremento en la frecuencia y amplitud de los pulsos) de gonadotropinas, que determinan el aumento en la concentración sérica de LH posdestete (Stevenson, Cox y Britt, 1981; Cox y Britt, 1982; Shaw y Foxcroft, 1985). Sin embargo, no existen evidencias en cerdas que asocien, el aumento en la frecuencia de los pulsos de LH posdestete, con el intervalo del destete al estro.

Se ha determinado que la concentración sérica promedio de LH antes del destete (12 h), está inversamente relacionada con el intervalo entre el destete y el primer estro, sugiriendo que los eventos que ocurren durante la lactancia pueden determinar la respuesta al destete (Shaw y foxcroft, 1985).

En el caso de la variación de la FSH sérica existen controversias. Cox y Britt, (1982) encontraron un incremento en FSH sérica después del destete, el cual no estuvo asociado con cambios en la concentración de FSH en hipófisis. Por su parte, Foxcroft et al., (1987) detectaron una disminución en la concentración promedio de FSH de 12 a 36 h después del destete, incrementándose posteriormente a las 48 h posdestete. Probablemente, las diferencias son debidas a un mayor intervalo entre muestreos (6 h) empleado por el primer grupo de investigadores.

Por otro lado, Shaw y Foxcroft, (1985) no encontraron asociación entre la concentración de FSH antes o después del destete, con el intervalo del destete al primer estro. Sin embargo, el mismo grupo de investigadores, detectó una correlación positiva entre la tasa de ovulación con la concentración máxima pico de la FSH después del destete.

1.4.4 Control de la síntesis y secreción de gonadotropinas.

Son diversos los factores involucrados que interactúan en la síntesis y secreción de gonadotropinas en la etapa posdestete. Con la supresión del amantamiento, se libera a las gonadotropinas del estímulo inhibitorio ejercido, de este modo se permite el crecimiento de folículos por arriba de los 3 mm.

Con el desarrollo folicular, se favorece la producción de estrógenos, los cuales pueden sensibilizar a la hipófisis con respecto a los efectos de la GnRH y, de esta forma, aumentar aún más la concentración de LH en hipófisis y en suero (Stevenson, Cox y Britt, 1981).

Con respecto a la FSH, la elevación de su concentración posterior al destete, sugiere que la lactancia puede ejercer cierto grado de inhibición directa (Shaw y Foxcroft, 1985) o indirecta, al permitir cambios en la actividad esteroidogénica. De esta forma, el incremento en los estrógenos secretados desde los folículos de graaf preovulatorios, parece ser una señal clave para inducir la oleada preovulatoria de LH y FSH (Stevenson, Cox y Britt, 1981).

1.4.5 Esteroides.

Durante los días previos a la ocurrencia de la ovulación posdestete, la progesterona se mantiene en concentraciones similares a las de la lactancia (Stevenson, Cox y Britt, 1981), comenzando a elevarse alrededor de las 30 h después de la oleada preovulatoria de LH (Shaw y Foxcroft, 1985).

Con respecto a los estrógenos, su concentración sérica en las primeras 48 h después del destete, no difiere de la concentración predestete. Posteriormente se incrementa y alcanza una concentración pico durante 24 h alrededor del comienzo del estro, para retornar a concentraciones basales después de este período

(Stevenson, Cox y Britt, 1981).

1.4.7 Desarrollo folicular.

Existe cierta controversia con relación a la dinámica folicular posdestete en las cerdas. Por ejemplo, algunos estudios indican la existencia de numerosos folículos pequeños menores a 5 mm al momento del destete (Palmer et al., 1965; Cox y Britt, 1982). En estos mismos trabajos se documenta que conforme avanza la primera semana posdestete, el número de los folículos pequeños disminuye y aumenta el número de folículos con diámetro de de 5 a 10 mm (60 a 96 h posdestete). Se considera que únicamente las cerdas ya cercanas a la ocurrencia del primer estro posdestete, presentan folículos mayores a 10 mm. Los cambios en el desarrollo folicular antes descritos han sido asociados con variaciones en la concentración sérica de GnRH, gonadotropinas y estrógenos (Cox y Britt, 1982).

En contraste con lo anterior, Foxcroft et al., (1987) apoyan el concepto de que la dinámica folicular hasta las 48 h posdestete, es un proceso de continuo reclutamiento, que involucra asincronía en el desarrollo de los folículos y con, una gran variabilidad entre y dentro de cerdas, en relación a características morfológicas y de actividad esteroidogénica, que no necesariamente están asociados con alguna diferencia aparente en la secreción de gonadotropinas o de prolactina. Estos investigadores sugieren, que el proceso de reclutamiento y maduración de folículos involucra a un número de mecanismos intraováricos, aún no identificados.

1.5 FACTORES QUE AFECTAN EL INICIO DEL ESTRO POSDESTETE.

Información proveniente tanto de granjas como de estaciones experimentales, indican un amplio rango en el porcentaje de cerdas que muestran comportamiento de estro en la primera semana posdestete (Reese et al., 1982_{ab}; Maurer, Ford y Christenson, 1985; Brendemuhl, Lewis y Peo, Jr., 1987).

Factores que han sido asociados con la variación del intervalo del destete al primer estro son: raza (Maurer, Ford y Christenson, 1985); número de parto (Reese, et al., 1982_a; King y Williams, 1984_{ab}; Nelissen et al., 1985); estación del año (Cox et al., 1983); duración de la lactancia (Svajgr et al., 1974); tamaño de la camada (Maurer, Ford y Christenson, 1985; Tubbs et al., 1988); alteraciones en el patrón de amamantamiento (Britt y Levis, 1981); condición corporal al destete (Yang et al., 1989); tipo de alimento (Cox et al., 1983); consumo de proteína durante la gestación y la lactancia (Svajgr et al., 1972; King y Williams, 1984_b; Brendemuhl, Lewis y Peo, Jr., 1987); consumo de energía durante la gestación (Gatel, Casting y Lucbert, 1987); lactancia (Reese et al., 1982_{ab}; Kirkwood, Lythgoe y Aherne, 1987); ó período de apareamiento (Johnston et al., 1986).

Dada la multitud de factores que en forma independiente, o interactiva, pueden determinar el intervalo del destete al primer estro, se revisará exclusivamente el efecto de diferentes concentraciones y (o) fuentes de energía durante la lactancia y la etapa posdestete, sobre indicadores de eficiencia reproductiva. Esto es por que existen evidencias que indican que el consumo de energía durante estas dos etapas contribuyen a explicar en gran medida la variación en el intervalo del destete al primer estro (Johnston et al., 1986, 1989).

1.5.1 Efecto del nivel de consumo de energía metabolizable.

Durante la lactancia, las cerdas se caracterizan por un balance energético negativo, debido a las altas demandas metabólicas para cubrir los requerimientos de la lactancia. Una disminución en el consumo de nutrimentos, particularmente de energía (< 10 Mcal de EM/día), está asociado con un retraso en la manifestación del primer estro posdestete. Adicionalmente, un bajo consumo de energía agudiza la magnitud en las pérdidas de peso corporal y grasa dorsal, alterando la concentración de varios metabolitos en sangre, que indican cambios en el metabolismo corporal. Se ha observado que estos metabolitos pueden influir en la duración del intervalo del destete al estro (Armstrong, Britt y Kraeling, 1986).

El mecanismo a través del cual, el nivel de consumo de energía influye sobre el intervalo del destete al primer estro es incierto. Se ha sugerido, que metabolitos (tales como glucosa, ácidos grasos, aminoácidos) y (u) hormonas (insulina, hormona del crecimiento, somatomedinas) constituyen una señal, que inducen cambios en la secreción de gonadotropinas hipofisarias y (o) esteroides ováricos (Kinder, Robinson e Imakawa, 1988).

Las cerdas de primer parto, recientes más los efectos de un bajo consumo de energía durante la lactancia (King y Williams, 1984_{ab}), con relación a cerdas multiparas. Sin embargo, consumos promedio similares o menores a 8 Mcal de EM/ día durante la lactancia, producen un alargamiento del intervalo del destete al primer estro, tanto en cerdas de primero como de segundo partos (Reese et al., 1982_a; Mullian y Close, 1989).

En cerdas multiparas, una restricción de la energía dietaria (< 8 Mcal de EM/día) durante la lactancia, produce sólo un incremento del intervalo del destete al primer estro inmediato; no existiendo un efecto sobre la presentación del primer estro en la lactancia subsecuente (Reese et al., 1982_b).

Reese et al., (1982_a) mostraron que al proporcionar un nivel de energía relativamente alto (entre 12 y 16 Mcal de EM/día), a cerdas de primer parto durante la lactancia, indujeron el estro en más del 90 % durante la primera semana postdestete.

Love, (1979) en un estudio retrospectivo encontró que solo el 60 % de las cerdas de primer parto, mostró estro en los primeros 7 días postdestete, a pesar de ser manejadas bajo un sistema de alimentación a libre consumo. Otros trabajos similares (Nelssen et al., 1985; Brendemuhl, Lewis, Peo, Jr., 1987) no encontraron diferencias, en el porcentaje de cerdas primiparas que no presentaron estro durante la primera semana postdestete a pesar de los consumos de energía, que fueron de 10 o de 16 Mcal de EM/día. Lo que podría sugerir la existencia de un nivel de consumo de energía, por arriba del cual, no es factible aumentar el porcentaje de cerdas que manifiestan estro en la primera semana postdestete. Por consiguiente, el consumo de energía durante la lactancia influye sólo parcialmente en la variabilidad del intervalo del destete al primer estro. Es posible que la participación de otros factores (e.g., grasa corporal) que interactúen con el nivel de energía para determinar el primer estro postdestete en cerdas primiparas (Johnston et al., 1989).

Con respecto a las cerdas multiparas, siempre y cuando estén bajo sistemas de alimentación a libre consumo en la lactancia, el rango en el porcentaje (5 a 20) de cerdas que no muestran su primer estro en la primera semana postdestete, es más estrecho que en primiparas (Shurson et al., 1986; Maurer, Ford y Christenson, 1985).

Un enfoque diferente, para reducir el intervalo del destete al primer estro, corresponde al suministro de diferentes concentraciones de energía, durante el período de apareamiento (flushing). El empleo de un nivel alto de energía (3.6 a 4 kg de alimento/ día) versus nivel bajo (1.5 a 1.8 kg alimento/ día) o la suspensión de la alimentación por 2 días postdestete, no modifica el intervalo del destete al primer estro, en cerdas primiparas ó multiparas (Tribble y Orr, Jr., 1982; King y Williams, 1984_a).

Johnston et al., (1986) sugieren que el consumo de energía durante la lactancia y el período próximo al apareamiento no son

independientes. Cuando a las cerdas se les proporcionó, una dieta baja en energía (5.5 Mcal de EM/ día) durante la etapa de apareamiento, el intervalo del destete al primer estro se redujo conforme se incrementó el consumo de energía durante la lactancia (12.5 a 16 Mcal de EM/día). En contraste, las cerdas que recibieron la dieta posdestete alta en energía (9.6 Mcal de EM/día) mostraron un intervalo del destete al primer estro más prolongado, conforme incrementó el consumo de energía durante la lactancia.

1.5.2 Efecto de diferentes fuentes de energía en la dieta.

El tipo de fuente energética empleado en la dieta (e.g., almidón, monosacáridos, grasa), produce efectos metabólicos específicos y altera factores endocrinos maternos en función de la fuente energética dietaria empleada (Steele, Murtry y Rosebrough, 1985).

El empleo de grasa y azúcares solubles (e.g., fructosa) en la dieta de lactación, ha sido dirigido a producir modificaciones en el metabolismo energético de la cerda. Algunos trabajos se han orientado a producir alteraciones en la composición de la leche, con el fin de afectar positivamente la sobrevivencia y peso de la camada (Seerley, Griffin y McCampbell, 1978; Seerley, Maxwell, McCampbell, 1978). Otros, han sido dirigidos para mejorar la condición corporal de las cerdas al momento del destete, esperando con ello acortar el intervalo del destete al primer estro (Reese et al., 1982_{ab}; Johnston et al., 1986; Shurson et al., 1986).

Sin embargo, no se ha aclarado, si el empleo de diferentes fuentes de energía tanto en la dieta de lactación como en la etapa de apareamiento, pueden producir cambios endocrinos que resulten en un menor intervalo del destete al primer estro.

Existen evidencias que sugieren, que la presencia de metabolitos sanguíneos (e.g., glucosa) en ciertas concentraciones, constituyen una señal para estimular o inhibir el funcionamiento de los órganos reproductivos (hipotálamo, hipófisis y ovario). Estos metabolitos pueden actuar en el órgano directamente, aumentando o disminuyendo su sensibilidad a otras señales (e.g., FSH) ó bien indirectamente, alterando factores endocrinos maternos (e.g., insulina), los cuales a su vez tienen efecto sobre los órganos reproductivos (Steele, Murtry y Rosebrough, 1985; Britt, Armstrong y Cox, 1988; Kinder, Robinson e Imakawa, 1988).

El empleo de grasas en la dieta ha sido con el objeto de aumentar la densidad energética de la dieta. No obstante, cuando la grasa ha sido evaluada con relación a dietas a base de cereal, no ha mejorado la presentación del primer estro (Gallardo y Dobler, 1984; Shurson et al., 1986; Kirkwood et al., 1988). Johnston et al., 1986 al utilizar una dieta con grasa, alta en energía durante el apareamiento (9.6 Mcal de EM/día), indujo un aumento en el número de días a primer estro (7.6 versus 17.1), coincidiendo esto con un incremento del consumo de energía en la lactancia (12.5 a 16 Mcal de EM/ día). Sin

embargo, no queda claro si el efecto negativo sobre el intervalo del destete al primer estro, es por un alto consumo de energía durante la etapa de apareamiento ó bien por la inclusión de grasa en la dieta.

En contraste, Cox et al., (1983) indicaron que la inclusión de grasa en la dieta de cerdas primíparas bajo alimentación a libre consumo durante la lactancia, permite disminuir el número de días a primer estro durante el verano, con respecto a una dieta a base de cereal, efecto que ya no se encuentra en la época de invierno. Sin embargo, es factible que estén confundidos los efectos de nivel de consumo de energía, fuente de energía dietética y época, ya que existió un bajo consumo promedio de ambas dietas (2.9 kg/ día).

Con respecto a la inclusión de azúcares en la dieta de cerdas en lactancia, en los trabajos revisados no se evalúan sus efectos sobre la manifestación del estro. Los investigadores dirigieron su atención a determinar la acción de las grasas sobre: la concentración de metabolitos y hormonas plasmáticas, producción y composición de la leche, y cambios de peso en la cerda y camada (White et al., 1984; White, Head y Bazer, 1984; Steele, Murtry y Rosebrough, 1985; Coffey, Yates y Combs, 1987). Desconociéndose, si es factible producir cambios endocrinos en las cerdas, que permitan reducir el intervalo del destete al primer estro.

1.5.3 Relación entre consumo de EM y gonadotropinas.

Un bajo consumo de energía en relación a uno alto (8.6 versus 17.2 Mcal de EM/día) durante la lactancia, resulta en una disminución en la concentración basal de LH plasmática (Kirkwood et al., 1987). En apoyo a lo anterior, Shaw y Foxcroft, (1985) establecen que la concentración promedio de LH antes del destete (12 h), es inversamente relacionada al intervalo destete primer estro.

Por otra parte, la aplicación intravenosa de GnRH exógeno durante la lactancia, no tiene efecto sobre la capacidad de respuesta de la hipófisis para secretar LH, independientemente del nivel de consumo de energía empleado durante la lactancia, sugiriendo que un sitio de inhibición para la secreción de LH, probablemente sea el hipotálamo. También existe la posibilidad de que el ovario disminuya su capacidad para responder a las gonadotropinas, después de un incremento en la pérdida de peso o grasa dorsal, que resulte de un bajo consumo de energía (Kirkwood et al., 1987).

En el caso de FSH, Shaw y Foxcroft, (1985) no encontraron asociación entre la concentración de FSH anterior o posterior al destete, con el intervalo del destete al primer estro. Sin embargo, una pobre condición corporal ha sido asociada, con una reducción en la concentración de FSH plasmática en ovejas (Rhind y Mc Nelly, 1986), desconociéndose si el nivel de consumo de alimento durante la lactancia, afecta la concentración plasmática de FSH en cerdas.

1.6 FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE OVULACION

La tasa de ovulación es en gran medida responsable del número de lechones al nacimiento, de ahí su importancia para hacer intentos por aumentarla. Algunos de los factores que influyen en la tasa de ovulación son: raza, edad a la primera concepción, número de parto, estación del año, manejo del servicio (monta natural ó inseminación artificial), selección genética, nivel de alimentación y tipo de fuente energética (Dailey, et al., 1972; Clark, Leman y Morris, 1988; Zimmerman y Kopf, 1988).

Sin embargo, en la mayor parte de las investigaciones se han controlado uno ó dos factores, sin considerar otros que pueden interactuar y confundir los resultados, limitando así las conclusiones. En la presente revisión se abordará el efecto del nivel de consumo de la EM y el tipo de fuente energética adicional en la dieta sobre la tasa de ovulación.

1.6.1 Efecto del nivel de consumo de la energía metabolizable.

Estudios iniciales se enfocaron a determinar si existe un período crítico antes del estro, durante el cual un incremento en el nivel de alimentación aumenta la tasa ovulatoria (Kirkpatrick et al., 1967; Dailey et al., 1972). Clark et al., (1982) establecieron que el período de selección de los folículos destinados ha ovular durante el ciclo estral porcino ocurre antes del día 17 puestro, por lo que cualquier intento de incrementar el desarrollo folicular debe ser aplicado antes del día 17 del ciclo.

Ofrecer una dieta a libre consumo en cerdas nulíparas durante los 4 a 6 días previos al estro, permite incrementar el peso del fluido folicular y el número de folículos entre 7 y 10 mm, disminuyendo la proporción entre el número de folículos pequeños a medianos o a grandes (Dailey et al., 1967). Está demostrado que proporcionar un nivel energético en la dieta por arriba de los requerimientos de mantenimiento en cerdas nulíparas produce un aumento en la tasa de ovulación (Flowers et al., 1989).

El mecanismo por el cual los cambios en el nivel de consumo de energía, modifican la tasa de ovulación en las cerdas, aún no es claro. Pero se ha sugerido que señales metabólicas u hormonales están implicadas en el control de la respuesta de alguno o varios de los componentes del eje hipotálamo-hipófisis-ovario. Por ejemplo, Kirkpatrick et al., (1967) demostraron que la concentración de FSH y LH residual en hipófisis, fueron modificadas por el nivel de alimentación en las cerdas durante un ciclo estral, postulando que una gran cantidad de FSH puede ser secretada durante el período preovulatorio, cuando las cerdas logran un alto consumo de energía por varios días antes de la ovulación. Posteriormente se encontraron evidencias de que un incremento en el consumo de la energía dietaria (11 versus 5.4 Mcal de EM/día) en cerdas nulíparas por un período de 10 a 13 días antes del estro subsecuente, incrementa la concentración sérica de FSH y aumenta el número de pulsos de LH, durante un período

de 5 días antes del estro. Lo anterior indica que una de las formas a través de las cuales ejerce su efecto un incremento en el consumo de la energía, es por estímulo de la secreción de las gonadotropinas. Adicionalmente la concentración sérica de insulina se incrementa por un período de 8 días previos al estro, en las cerdas que reciben un incremento de energía dietaria. Este incremento de la insulina se detecta 2 días antes de detectar los cambios en FSH y LH, ejerciendo un posible efecto modulador sobre la secreción de gonadotropinas (Flowers et al., 1989).

Al parecer la insulina puede tener un papel fisiológico importante en el control de la ovulación, ya que ha sido demostrado que puede incrementar la frecuencia de liberación de GnRH (Cox et al., 1987,) o bien, tener un efecto directo a nivel ovárico que estimularía el crecimiento folicular de manera independiente o sinérgicamente con las acciones de las gonadotropinas (May y Schomberg, 1981).

Sin embargo, la mayor parte de estos estudios han sido conducidos en cerdas nulíparas, cuyos requerimientos de energía para mantenimiento pueden cubrirse fácilmente y sobrepasarse con el empleo de dietas convencionales. Por lo tanto se requiere estudiar el efecto del nivel de energía dietaria durante la lactancia y/ (ó) el período posdestete, sobre la tasa ovulatoria y (o) prolificidad subsecuente. Así mismo, se debe considerar una posible interrelación entre los eventos que ocurren durante la lactancia y el apareamiento, como lo sugiere Johnston et al., (1986) para el intervalo del destete al primer estro.

Algunos estudios efectuados en cerdas, señalan que no existe un efecto del nivel de consumo de energía durante la lactancia sobre la prolificidad al parto subsecuente (Reese et al., 1982b; Armstrong, Britt y Kraeling, 1986). Sin embargo, un alto porcentaje de cerdas sometidas a un bajo consumo de energía (8 Mcal de EM/ día), no presentan estro en la primera semana posdestete, disminuyendo de esta forma el número de lechones al año/ cerda.

Por otro lado, Hardy y Lodge, (1969) produjeron evidencias de que la tasa de ovulación se incrementa cuando las cerdas reciben un nivel alto de alimentación en el período posdestete (4.8 versus 2.3 kg de alimento/ día).

Shaw y Foxcroft, (1985) encontraron una correlación positiva entre la tasa de ovulación y la concentración sérica pico de FSH después del destete y los valores promedio de FSH sérica total. Otros estudios (Armstrong, Britt y Kraeling, 1986) indicaron que cerdas con baja concentración sérica de glucosa preandrial (2 a 4 días previos al estro), tienen al parto subsecuente camadas numerosas y que la concentración sérica de glucosa e insulina explican el 61 % de la variación en el tamaño de la camada. Lo anterior implica una posible relación de causa-efecto entre los eventos metabólicos y endocrinos con la reproducción posdestete inducidos por los niveles energéticos dietarios.

1.6.2 Efecto de diferentes fuentes de energía en la dieta.

Como se discutió previamente, se han proporcionado niveles altos de energía a las cerdas, con el fin de incrementar la tasa de ovulación. En algunos casos se han ignorado las adaptaciones metabólicas en las cerdas, derivadas del tipo de fuente energética empleada, existiendo la posibilidad de que el efecto del nivel energético haya estado confundido con el efecto del tipo de fuente energética empleada. Tan bien, ignorando la posibilidad de una interacción entre ambos factores.

Los estudios existentes sobre la forma en que los procesos metabólicos modulan las funciones del sistema reproductivo, empiezan a aclarar algunas incógnitas sobre los factores que determinan la tasa de ovulación. Al respecto, Steele, Mc Murtry y Rosebrough, (1985) evaluaron las adaptaciones endocrinas de las cerdas al utilizar una dieta adicionada con grasa durante la gestación y lactancia. Dichos autores señalaron que una reducción en la concentración máxima de glucosa durante la gestación y una reducción en la concentración de insulina pospandrial durante ambas etapas, gestación y lactancia, pudiendo existir una reorientación en la distribución de nutrientes hacia los fetos en desarrollo ó síntesis de leche respectivamente, más que ha síntesis de tejido materno (Kasser et al., 1981).

La adición de grasa en la dieta de gestación incrementa la concentración sérica pospandrial de somatotropina, efecto que ya no se produce durante la lactancia (Steele, Mc Murtry y Rosebrough, 1985). Adicionalmente, la inclusión de grasa en la dieta sensibiliza a la hipófisis, incrementándose la concentración de somatotropina y prolactina en respuesta a un tratamiento de hormona liberadora de tirotropina (Steele, Mc Murtry y Rosebrough, 1985). Sin embargo, no se han evaluado los cambios endocrinos y de metabolitos durante el período posdestete debido a la adición de grasa en la dieta.

Kirkwood et al., (1988b) incrementaron la tasa de ovulación como resultado del tratamiento con somatotropina en cerdas nulíparas, efecto que no estuvo asociado con la concentración sérica de gonadotropinas. Sin embargo, el tratamiento con somatotropina elevó la concentración sérica del factor de crecimiento-1 (IGF-1), el cual es un estimulante de la actividad esteroidogénica de las células granulosas. Lo anterior indica que la influencia de la somatotropina sobre la tasa de ovulación en cerdas nulíparas, es mediada en gran parte por una elevación de la concentración de IGF-1.

Por otra parte, Cox et al., (1987) mostraron que la tasa de ovulación en cerdas nulíparas puede ser incrementada por la administración de insulina. Dichos cambios pueden ser inducidos con la administración de insulina tanto de corta como de larga acción. El mecanismo a través del cual la insulina incrementa la tasa ovulatoria, puede depender de una acción directa sobre el ovario o a los cambios que produce en la concentración de glucosa sanguínea. Al parecer, los efectos de la insulina exógena sobre las funciones

ováricas, no son mediados por cambios en la secreción de gonadotropinas.

Los efectos de insulina sobre el desarrollo folicular pueden ser mediados por otras hormonas ó factores del crecimiento. Por ejemplo, la somatotropina fue más alta en cerdas tratadas con insulina (Rainey, Schneller y Cox, 1987), y la somatotropina pudo haber inducido un incremento en la producción de IGF-1 por las células granulosas (Veldhuis y Kolp, 1985; Veldhuis y Furlanetto, 1985), en donde el IGF-1 puede ejercer efectos intrafoliculares. De acuerdo a esto, la insulina y otras hormonas metabólicas (e.g., hormona del crecimiento) pueden servir como un sistema regulador de señales, donde factores de crecimiento pueden actuar como mediadores parácrinos a nivel del ovario. Aunque cabe aclarar que la insulina también puede actuar directamente para incrementar la diferenciación y función de las células granulosas, aumentando la respuesta de las células granulosas a FSH in vitro (May y Schomberg, 1981), de tal modo que la insulina puede rescatar folículos destinados a sufrir atresia.

En este escenario, resulta factible que la inclusión de melaza (ingrediente rico en azúcares solubles) en la dieta de cerdas durante la lactancia ó la etapa posdestete, produzca adaptaciones endocrinas en las cerdas, que resulten en un incremento de la concentración sérica de insulina. La consecuencia de un aumento de insulina desencadena una cascada de eventos hormonales, que induciría un incremento en la tasa ovulatoria.

2. HIPOTESIS.

Con relación a dietas formuladas con cereales y oleaginosas:

La inclusión de un ingrediente rico en azúcares solubles (melaza) en la dieta de cerdas, durante la lactancia y la época de apareamiento, acorta el intervalo del destete al primer estro postdestete e incrementa la prolificidad en el parto subsecuente.

Las grasas vegetales incluidas en la dieta de cerdas durante la lactancia y la época de apareamiento, incrementan la producción láctea y el peso de la camada, más no reducen el intervalo del destete al primer estro ni aumentan la prolificidad en el parto subsecuente.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el efecto de tres fuentes de energía en la dieta sobre:

- a) La variación en peso y condición corporal de las cerdas durante la lactancia y la época de apareamiento.
- b) El peso de la camada a través de la lactancia.
- c) El retorno al estro posdestete y la prolificidad en el parto subsecuente.

Colateralmente, se determinaron las asociaciones entre el retorno al estro posdestete y los siguientes indicadores de cambios potencialmente inducidos por las tres fuentes de energía en la dieta:

- a) Consumo de energía y proteína.
- b) Cambios de peso corporal y grasa dorsal durante la lactancia y la época de apareamiento.
- c) Nivel de producción y composición láctea.
- d) Número de lechones y peso de la camada al destete.

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 GENERAL.

El trabajo fue conducido en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria-Fisiología, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, SARH. La zona donde se efectuó el experimento es de clima semiseco, con lluvias en verano, una precipitación pluvial anual de 500 a 600 mm y temperatura media anual de 16 C (Soria et al., 1987).

Para el experimento, se usaron 43 cerdas (13 primíparas y 30 multiparas), producto de un cruzamiento alterno de las razas Duroc y Landrace. Las cerdas fueron alojadas desde la concepción hasta el día 109 de la gestación en corrales colectivos con piso de cemento. A partir del día 109 de la gestación, los animales fueron desparasitados (contra ecto y endoparasitos) y trasladados a la sala de maternidad, en donde se alojaron en jaulas-paridero individuales. Las jaulas contaban con piso elevado de rejilla y estaban provistas de comedero, bebedero de chupón y lechonera con una fuente adicional de calor (foco de 100 watts).

El manejo del lechón involucró aplicación de hierro e identificación, por medio de muescas, dentro de las 16 horas posparto. A los 14 días se castraron todos los lechones machos. El destete se llevó a cabo cuando la primera camada de cada grupo de parición cumplió 28 días de lactación, de modo tal que la duración de la lactancia fue en promedio de 25 ± 2 días. Debido a que la ocurrencia de partos en cada grupo de parición se programó para que ocurriera en períodos no mayores a 7 días, el rango de la duración de las lactancias fue de 21 a 28 días.

4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se empleó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 3 x 2, en donde los factores fueron: A) la fuente suplementaria de energía en la dieta (sorgo, aceite vegetal o melaza) de modo que al menos 30 % de la energía metabolizable fuera proporcionada por el sustrato energético en estudio y B) edad de las cerdas (un parto versus dos o más partos).

4.3 ALIMENTACION.

Todas las cerdas recibieron desde la concepción y hasta 5 a 7 días previos al parto, una dieta de sorgo-pasta de soya (cuadro 1), de modo que sus requerimientos fueran cubiertos, de acuerdo a la recomendaciones del NRC, (1988). Las dietas experimentales fueron formuladas por programación lineal, de forma tal que se ajustó la concentración de proteína cruda, calcio y fósforo, para que en función de la energía metabolizable en el alimento, se permitieran consumos isoenergéticos e isoproteicos cuando se proporcionaron las dietas en forma restringida (cuadro 1).

CUADRO 1

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTE (%)	GESTACION	LACTACION		
		SORGO	ACEITE	MELAZA
Sorgo	71.87	79.80	57.00	43.00
Pasta de soya	10.56	16.80	25.80	17.80
Aceite vegetal			13.17	
Melaza	15.00			36.87
Ortofosfato	2.07	1.85	2.45	1.85
Carbonato de calcio		1.0	0.95	
Vitaminas*	0.10	0.15	0.17	0.13
Minerales**	0.40	0.40	0.46	0.35
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

COMPOSICION ANALIZADA (%)

EM* (Mcal/kg)	2.99	3.15	3.61	2.74
Proteína cruda	11.44	14.4	16.4	12.5
Lisina	0.46	0.61	0.79	0.56
Calcio	0.78	0.82	0.94	0.72
Fosforo	0.63	0.66	0.75	0.59

a Estimada

* Cada kg de premezcla contiene las siguientes vitaminas: Vit. A 3 300 000 U.I.; Vit. D 330 000 U.I.; Vit. E 50 000 U.I.; Vit. B2 1.1 g; Vit. B5 27 g; Vit. B12 0.018 g; Colina 175 g.

** Cada kg de premezcla de minerales contiene: Se 0.025 g; Co 0.215 g; Cu 2.2 g; Fe 25.5 g; Zn 28.5 g; Mg 2.7 g; k 0.0333 g; NaCl 715 g.

A partir de 5 a 7 días antes del parto, las cerdas fueron asignadas al azar, a uno de los siguientes tratamientos (cuadro 1): 1) Sorgo, (79.8 %); 2) Aceite, (13.17 %) ó 3) Melaza, (36.87 %). Todas las cerdas recibieron las dietas experimentales en forma controlada, para resultar en 1) Sorgo, 2 kg/día; 2) Aceite, 1.75 Kg/día; 3) Melaza, 2.3 kg/día.

Durante la lactancia se registró el consumo diario de alimento, para estimar la ingestión diaria de energía metabolizable y calcular el consumo promedio de proteína cruda al día. A partir de las 24 horas posparto, se permitió que los consumos de las dietas experimentales se incrementara en forma gradual durante los primeros seis días (no más de 1 kg/día), hasta alcanzar el consumo máximo voluntario. Posteriormente se suministró el alimento a libre consumo. Las cerdas permanecieron sin alimento desde 36 horas antes de la fecha de destete y hasta 24 horas postdestete, para facilitar el secado de las glándulas mamarias. Después de esto, las cerdas recibieron las dietas correspondientes a su grupo, en cantidades limitadas como se describió para el período preparto. Los lechones no recibieron alimento adicional durante la lactancia.

4.4.0 VARIABLES DE RESPUESTA

4.4.1 NUTRIENTES CONSUMIDOS.

Se estimó el consumo diario individual durante la lactancia, considerando: a) el consumo individual promedio de la dieta experimental por día y b) el valor porcentual de energía metabolizable de cada ingrediente en las dietas experimentales, de acuerdo a lo sugerido por el NRC, (1988).

El cálculo del consumo individual promedio de proteína cruda se llevó a cabo considerando: a) el consumo individual promedio de la dieta experimental por día y b) la cantidad de proteína cruda (g/día) en las dietas experimentales. La proteína cruda fue determinada por el método de Kjeldahl (Tejada, 1983).

4.4.2 CAMBIOS DE PESO Y GRASA DORSAL.

Con el fin de establecer los cambios de peso corporal que ocurren en las cerdas durante la lactancia, estas fueron pesadas dentro de las primeras 16 horas posparto, al momento del destete y a los diez días postdestete, período en el cual se esperó que ocurriera el apareamiento.

Los cambios del grosor de la grasa dorsal de las cerdas durante la lactancia, fueron determinados mediante una incisión, aproximadamente a 3 cm de la línea media en tres regiones corporales del lomo: escapula, zona lumbar y sacra (Hazel y Kline, 1959), con el fin de establecer la ganancia o pérdida en el grosor de la grasa subcutánea dorsal.

4.4.3 NIVEL DE PRODUCCION DE LECHE.

Con el fin de establecer la asociación entre producción de leche con el reinicio de la actividad reproductiva postdestete, se estimó la producción de leche durante el día 14 posparto, siguiendo el método de pesar a los lechones antes y después del amamantado (Lewis, Speer y Haight, 1978; Speer y Cox, 1984). Los siguientes detalles fueron considerados:

1.- Los lechones fueron apartados de la cerda para evitar el amamantamiento por un período de dos horas, con el fin de romper la ciclicidad en el horario de amamantamiento previo o para establecer una nueva ciclicidad en el horario. En el mismo período, las cerdas recibieron alimento a libertad, pero durante el período de evaluación de la producción de leche, no tuvieron acceso al alimento.

2.- La estimación de la producción de leche se hizo por un período de 8 horas, con intervalos de 60 minutos (Mahan et al., 1971). La camada fue pesada en un solo grupo, utilizando una báscula electrónica con redondeo a 100 g de graduación mínima. Después del pesaje, la camada fue colocada con la cerda y se tuvo cuidado en observar al primer lechón que dejó de amamantar después de la bajada de la leche. Cuando esto fue observado, se retiraron inmediatamente todos los lechones y se pesaron nuevamente. El peso ganado por la camada durante el amamantamiento fue registrado y a partir de él, se estimó la producción de leche por hora. El procedimiento de pesaje fue efectuado en 10 minutos aproximadamente.

3.- Cuando algún lechón fue observado orinar o defecar durante el período de amamantamiento, una corrección de 10 y 5 g por cada lechón observado fue utilizado respectivamente en la ganancia de peso de la camada, de acuerdo a lo propuesto por Salmon-Legagneur, (1956).

4.- La producción de leche en las primeras dos horas, fue usada para acostumbrar a la cerda y a los lechones a la rutina de trabajo. Pero los datos registrados no fueron incluidos en el cálculo de la producción diaria de leche.

5.- Los 6 últimos períodos de medición estiman un 25 % de la producción diaria de leche. Por ello, el promedio de leche durante estos 6 períodos, fue multiplicado por 4 para obtener la producción promedio de leche al día 14 posparto.

4.4.4 COMPOSICION DE LA LECHE.

Se establecieron las mismas asociaciones mencionadas para nivel de producción de leche. De todas las glándulas mamarias se colectaron muestras de leche (50 ml) por medio de ordeño manual, al final de la toma de muestras para estimar niveles de producción láctea (día 14 posparto). Las muestras de leche fueron obtenidas después de la aplicación de 30 U.I. de oxitocina vía intramuscular. Después de su obtención, todas las muestras fueron mantenidas en congelación. Posteriormente y previa homogenización, en cada muestra de leche se

determinó el porcentaje de grasa (Gerber, 1960), proteína (método de Kjeldahl según Tejada, 1983), lactosa, cenizas y contenido de sólidos totales (AOAC, 1980).

4.4.5 ENERGIA EN LECHE.

El contenido de energía (EM) fué estimado usando la ecuación propuesta por Klaver et al., (1981).

$$E = 90.6 (+ 1.7) \times G + 55.4 (+1.8) \times P + 232.5$$

Desviación estándar = 18.2

en donde:

E = Contenido de energía (kcal/kg de leche).

G = Contenido de grasa (porcentaje) y

P = Contenido de proteína (6.38 x % de Nitrogéno)

4.4.6 CAMBIOS DE PESO EN LA CAMADA.

Los lechones fueron pesados en forma individual y como camada dentro de las 16 horas posteriores al parto, en el día 14 posparto y al momento del destete.

4.4.7 EFICIENCIA REPRODUCTIVA POSDESTETE.

Para determinarla se consideró el intervalo del destete al primer estro, intervalo del destete a la primera monta natural, duración del estro, ocurrencia de la ovulación y prolificidad al parto subsecuente.

4.4.7.1 Intervalo del destete al primer estro.

Este intervalo fue definido como el tiempo transcurrido (en horas) entre el día del destete (día 0) y el inicio del primer estro posdestete. Para su registro las cerdas fueron observadas durante períodos de 15 minutos, a intervalos de 4 horas para detectar signos de estro. Esta actividad se efectuó a partir del destete y hasta los 10 días posdestete. Posteriormente, las cerdas que no mostraron conducta de estro fueron observadas cada 12 horas hasta el día 24 posdestete. Las cerdas que no fueron detectadas en estro a los 24 días posdestete fueron consideradas como cerdas en anestro y no se incluyeron en el análisis de la variable intervalo del destete al primer estro. La detección del estro se efectuó con el auxilio del verraco, considerandose como el inició del estro el momento cuando una cerda acepto ser montada por el verraco por primera vez posdestete.

4.4.7.2 Intervalo del destete a la primera monta natural.

Corresponde al periodo entre el destete y la primera monta sin que la cerda mostrara signos de estro dentro de los subsecuentes 24 dias. No se incluyeron los datos de cerdas que mostraron anestro.

4.4.7.3 Duración del estro.

Fue definido como el intervalo entre el inicio y el fin de la conducta de estro, considerando como fin del estro cuando la cerda no aceptó ser montada por el verraco por 3 periodos de observación consecutivos. A las cerdas que mostraron conducta de estro, se les proporcionó monta natural cada 8 horas después del inicio del estro, con el fin de que todas las cerdas tuvieran oportunidad de recibir un número suficiente de montas para lograr la concepción. Las cerdas que recibieron monta, fueron observadas nuevamente a los 21 ± 2 dias y a los 42 ± 2 dias para detectar comportamiento de estro, indicativo de que la cerda no logró quedar gestante o en su ausencia, indicativo de que la cerda resultó gestante.

4.4.7.4. Ocurrencia de la ovulación.

Se estableció que ocurrió la ovulación en las cerdas, cuando se detectó actividad lutea. Esta fue determinada por los cambios de progesterona en muestras de suero sanguíneo colectadas en los dias 0 (destete), 3, 6, 9, 12 y 24 posdestete. Para este fin, se colectaron muestras de sangre de la vena yugular, se obtuvo el suero de ellas y se cuantificó la progesterona por radioinmunoanálisis (RIA).

La actividad lútea fue definida como un aumento de las concentraciones de progesterona sobre la concentración basal más tres desviaciones estándar por lo menos en dos muestras sanguíneas consecutivas. La concentración basal de progesterona sérica fue el promedio de las muestras colectadas al momento del destete.

4.4.7.5 Prolificidad.

Estara determinada por el número de lechones al nacimiento, y sera evaluada al parto subsecuente.

4.4.7.6 Cuantificación de progesterona.

Las muestras de suero fueron mantenidas en congelación, hasta la determinación de las concentraciones de progesterona por el procedimiento de radioinmunoanálisis en fase líquida (Abraham et al., 1977).

El Suero antiprogesterona fue producido por inmunización en conejos contra progesterona conjugada con albumina sérica bovina. En 8 ensayos con dos réplicas por ensayo, la concentración promedio fué de 3.97 ± 0.13 ng de progesterona y el coeficiente de variación intraensayo e interensayo fue de 6.3 % y 3.3 %, respectivamente.

4.5 ANALISIS ESTADISTICO.

Para lograr el primer objetivo, los datos fueron analizados por covarianza, utilizando días en lactancia como covariable, empleando el método de mínimos cuadrados (SAS, 1986). Para determinar la relación entre la concentración hormonal y el intervalo del destete al primer estro, se usaron los análisis de correlación y de regresión.

Para poder cubrir el segundo objetivo, las variables independientes fueron:

- Consumo de energía metabolizable (estimado).
- Consumo de proteína cruda (calculado).
- Cambios de peso del parto al destete.
- Cambios de peso del destete al día 10 posdestete.
- Cambios en el grosor de la grasa dorsal del parto al destete.
- Nivel de producción de leche.
- Composición de la leche.
- Número de lechones al momento del destete.
- Peso de la camada al momento del destete.

Se efectuaron correlaciones simples y un análisis de regresión múltiple, para determinar la asociación de las variables independientes antes mencionadas con:

- a) El intervalo del destete al primer estro.
- b) La duración del estro y
- c) La prolificidad de las cerdas al parto subsecuente.

RESULTADOS

5.1.1 CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE Y PROTEINA CRUDA.

Durante la lactancia las cerdas que recibieron la dieta con melaza consumieron más alimento por lactancia ($P < 0.01$) y por día de lactancia, que las cerdas que, recibieron la dieta con inclusión de aceite o sorgo (cuadro 2). El consumo de la dieta de sorgo fue mayor al de la dieta con aceite ($P < 0.10$); no obstante, al considerar la densidad energética de las dietas, el consumo de EM (Mcal/lactancia y Mcal/día), fue similar entre dietas.

Sin embargo, al considerar la edad de las cerdas, las multíparas consumieron más alimento y EM ($P < 0.10$) durante la lactancia, que las primíparas. Por el contrario, el consumo promedio por día para ambos, alimento y EM, fue similar ($P > 0.10$) entre edades. Con respecto al consumo de proteína cruda, no se encontró diferencia entre dietas ni entre edades ($P > 0.10$); cuadro 2). Se utilizó la covariable: duración de la lactancia. No se observaron interacciones significativas con respecto a ninguna de las variables relacionadas con consumo. La duración de la lactancia usada como covariable, resultó significativa ($P < 0.001$) en cuanto a las variables: consumo de alimento y energía durante la lactancia.

5.1.2 PESO CORPORAL Y CAMBIOS DE PESO EN LAS CERDAS.

El peso corporal entre los 5 y 7 días preparto, al parto, al destete y al día 10 posdestete (cuadro 3) fue similar con el empleo de las tres dietas ($P > 0.10$). Similarmente, los cambios de peso en las cerdas, entre 5 a 7 días preparto al parto, del parto al destete y del destete al día 10 posdestete, no fueron diferentes ($P > 0.10$) entre los tratamientos sorgo, aceite y melaza (cuadro 3). Independientemente de los tratamientos todas las cerdas perdieron peso durante la lactancia.

Las cerdas primíparas tuvieron un menor peso corporal antes del parto ($P < 0.01$), al parto, al destete, y a los 10 días posdestete ($P < 0.05$) que las cerdas multíparas (cuadro 3). Con respecto a los cambios de peso ocurridos de los 5 a 7 días preparto al parto y del parto al destete, fueron similares ($P > 0.10$) entre cerdas de primer parto y multíparas. La duración de la lactancia usada como covariable, resultó significativa ($P < 0.10$) en cuanto a cambios de peso del parto al destete.

5.1.3 GRASA DORSAL Y CAMBIOS EN SU GROSOR.

No hubo efecto de las dietas y edad ($P > 0.10$) sobre el grosor de la grasa dorsal de las cerdas 5 a 7 días preparto ni al momento del destete (cuadro 3). Tampoco las dietas ni la edad afectaron ($P > 0.10$) los cambios ocurridos en el grosor de la grasa dorsal del parto al destete. No obstante que las cerdas estuvieron sometidas a un régimen de consumo alto en energía (ad libitum), en promedio perdieron grasa dorsal durante la lactancia.

CUADRO 2. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE EL CONSUMO DE NUTRIENTES **

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
	CERDAS (número)	16	15	12	13
CONSUMO DE ALIMENTO: ** (Kg/lactancia)*** (kg/día)	105 ± 3.34a 4.3 ± 0.14a	96 ± 3.32b 3.9 ± 0.14b	127 ± 4.1c 5.1 ± 0.17c	105 ± 3.52d 4.3 ± 0.14	113 ± 2.25e 4.6 ± 0.10
CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE: (Kcal/lactancia)*** (Kcal/día)	328 ± 10.5 33.4 ± 0.43	346 ± 10.8 33.9 ± 0.44	349 ± 13.2 34.1 ± 0.54	330 d ± 11.5 33.4 ± 0.46	351 e ± 7.3 34.2 ± 0.30
CONSUMO DE PROTEINA CRUDA: (kg/lactancia) (kg/día)	16.7 ± 0.57 0.69 ± 0.02	17.1 ± 0.56 0.69 ± 0.03	18.6 ± 0.62 0.75 ± 0.03	16.9 ± 0.60 0.69 ± 0.03	18.1 ± 0.38 0.73 ± 0.02

MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFEECTO: DIETA (a, b; P<0.10)

(a, c; P<0.01)

(b, c; P<0.01)

*** se utilizó la covariable duración de la lactancia (P<0.001)

EDAD (d, e; P<0.10)

INTERACCION (P>0.10)

** En base seca

CUADRO 3. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE LOS CAMBIOS EN EL PESO CORPORAL Y EN EL GROSOR DE LA GRASA DORSAL.*

	D I E T A			E D A D	
	SONGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
PESO CORPORAL (Kg)					
5-7 días preparto	153 ± 7.0	154 ± 7.7	172 ± 8.7	147 ± 7.7a	172 ± 4.0b
parto	136 ± 6.4	137 ± 7.1	156 ± 8.0	133 ± 7.1c	154 ± 4.4d
destete	132 ± 5.9	137 ± 6.4	149 ± 7.3	130 ± 6.4c	149 ± 4.0d
10 días postdestete	130 ± 6.4	136 ± 7.0	147 ± 7.9	127 ± 7.0c	148 ± 4.4d
CAMBIO DE PESO (kg) DEL:					
día 109 de la gestación					
al parto	- 16.9± 1.6	- 15.1± 1.8	- 17.3± 2.0	- 14.7± 1.7	- 18.2± 1.1
parto al destete **	- 4.7± 2.4	- 1.0± 2.5	- 6.1± 2.9	- 3.5± 2.5	- 4.3± 1.6
destete a la monta	- 2.1± 1.0	- 1.1± 1.7	- 1.2± 1.9	- 2.8± 1.7	- 0.1± 1.1
GROSOR DE GRASA DORSAL (mm)					
5-7 días preparto	19.3± 0.87	19.3± 0.89	17.9± 1.08	18.7± 0.93	19.0± 0.59
destete	16.3± 0.77	16.1± 0.79	16.4± 0.98	16.3± 0.82	17.6± 0.53
CAMBIO EN EL GROSOR DE LA GRASA DORSAL (mm):					
de 5 a 7 días preparto					
al destete	- 3.0± 0.56	- 1.2± 0.87	- 1.5± 0.84	- 2.4± 0.76	- 1.4± 0.15

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFECTO: DIETA (P<0.10)

** Se utilizó la covariable duración de la lactancia (P<0.10)

EDAD (a, b; P<0.01)

(c, d; P<0.05)

INTERACCION (P<0.10)

5.1.4 COMPOSICION DEL CALOSTRO.

La inclusión de aceite o melaza en la dieta de las cerdas, no produjo diferencias ($P>0.10$) en el porcentaje de grasa, proteína cruda o sólidos totales en el calostro (cuadro 4), con respecto a la dieta testigo. De igual modo, el porcentaje de grasa y sólidos totales en calostro, fue similar ($P>0.10$) entre las cerdas primíparas y las múltiparas (cuadro 4). Sin embargo, el porcentaje de proteína cruda, resultó inferior ($P<0.05$) en las cerdas primíparas que en las múltiparas, sin que resultara significativa la interacción entre dietas y edad ($P>0.10$).

5.1.5 NUMERO DE LECHONES.

El número de lechones al parto ó a través de la lactancia (cuadro 5), no se vio afectado ($P>0.10$), por el tipo de dieta empleada en el período de estudio. Tampoco se encontró diferencia en el número de lechones nacidos ($P>0.10$) entre cerdas primíparas y múltiparas (cuadro 5). Sin embargo, al evaluar el número de lechones nacidos vivos o que continuaban vivos en el día 14 posparto, se encontró diferencia ($P<0.10$) a favor de las cerdas múltiparas. No se detectaron diferencias ($P>0.10$) adjudicables a la edad de las cerdas con respecto al número de lechones al destete. Así mismo, no resulto significativa ($P>0.10$) la interacción entre dietas y edad.

5.1.6 NIVEL DE PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE.

La producción de leche durante el día 14 posparto, no se alteró ($P>0.10$) con el empleo de diferentes fuentes energéticas (cuadro 6). Sin embargo, la composición de la leche si fue influenciada por las dietas ya que las cerdas que consumieron aceite, tuvieron un mayor porcentaje de grasa en leche ($P<0.05$), con relación a las cerdas que consumieron sorgo o melaza. Con respecto al contenido porcentual de proteína cruda, lactosa, cenizas y sólidos totales en leche, no se encontró diferencia entre los tratamientos dietarios ($P>0.10$). A pesar de haberse modificado la composición de la leche, el valor energético estimado de la misma, fue similar ($P>0.10$) entre las cerdas sometidas a diferentes tratamientos nutricionales.

Las cerdas primíparas produjeron menos leche en el día 14 ($P<0.01$), pero con un valor energético superior ($P<0.10$), que las cerdas múltiparas. Con respecto a los componentes de la leche, fue menor ($P<0.05$) el porcentaje de proteína cruda en las cerdas primíparas. Mientras que el porcentaje de grasa, lactosa, cenizas y sólidos totales fue similar ($P>0.10$) en ambos grupos de cerdas. No resulto significativa la interacción entre dieta y edad ($P>0.10$).

5.1.7 PESO DE LA CAMADA Y DEL LECHON .

El consumo de las dietas con aceite y melaza, por parte de las cerdas durante la lactancia, no produjo un cambio en el peso promedio de la camada al nacimiento, al día 14 posparto o al momento del

CUADRO 4. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE LA COMPOSICION DEL CALOSTRO.*

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
GRASA (%)	5.8 ± 0.61	6.2 ± 0.60	6.3 ± 0.62	6.2 ± 0.67	5.9 ± 0.42
PROTEINA (%)	15.0 ± 0.75	15.8 ± 0.75	16.3 ± 1.02	14.4 ± 0.83a	16.9 ± 0.52b
SOLIDOS TOTALES (%)	25.3 ± 0.91	26.3 ± 0.90	26.9 ± 1.23	25.2 ± 1.00	27.2 ± 0.63

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFFECTO: DIETA (P<0.10)

EDAD (a, b; P<0.05)

INTERACCION (P<0.10)

CUADRO 5. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE EL NUMERO DE LECHONES *

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRINIIPARAS	MULTIPARAS
LECHONES TOTALES: nacimiento	11.1 ±0.57	10.2 ±0.58	10.3 ±0.70	10.0 ± 0.60	11.0 ± 0.39
LECHONES VIVOS: nacimiento	10.8 ±0.53	10.1 ±0.54	9.8 ±0.66	9.6 ± 0.56a	10.8 ± 0.36b
día 3 posparto	9.7 ±0.39	9.1 ±0.40	8.9 ±0.48	8.3 ± 0.41	9.6 ± 0.27
día 14 posparto	9.4 ±0.37	8.8 ±0.37	8.6 ±0.45	8.5 ± 0.39a	9.3 ± 0.25b
destete	9.4 ±0.37	8.8 ±0.39	8.6 ±0.46	8.5 ± 0.40	9.3 ± 0.25

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA
 EFECTO: DIETA (P>0.10)
 EDAD (a,b; P<0.10)
 INTERACCION (P>0.10)

CUADRO 6 EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE LAS CERDAS EN LACTACION SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION DE LA LECHE.*

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
DIAS EN LACTANCIA	26 ± 0.7	25 ± 0.7	24 ± 0.9	28 ± 0.8	24 ± 0.5
LECHE:					
PRODUCCION (kg/dia)	7.2 ± 0.40	6.8 ± 0.41	6.5 ± 0.49	6.0 ± 0.42c	7.6 ± 0.27d
ENERGIA (kcal de EM/kg)	1 164 ± 51	1 350 ± 52	1 180 ± 63	1 290 ± 54e	1 173 ± 35f
GRASA (%)	7.1 ± 0.51a	9.1 ± 0.52b	7.3 ± 0.63a	8.2 ± 0.54	7.4 ± 0.35
PROTEINA (%)	5.2 ± 0.23	5.5 ± 0.23	5.2 ± 0.27	5.6 ± 0.23g	4.9 ± 0.16h
LACTOSA (%)	4.4 ± 0.20	4.5 ± 0.19	4.7 ± 0.24	4.1 ± 0.20	4.7 ± 0.13
CENIZAS (%)	0.81 ± 0.06	0.77 ± 0.07	0.74 ± 0.07	0.69 ± 0.06	0.72 ± 0.04
SOLIDOS TOTALES (%)	18.4 ± 0.66	19.6 ± 0.65	18.4 ± 0.77	19.1 ± 0.70	18.3 ± 0.39

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFEECTO: DIETA (a, b; P<0.05)

EDAD (c, d; P<0.01)

(e, f; P<0.10)

(g, h; P<0.05)

INTERACCION (P: 0.13)

destete ($P>0.10$), con respecto a las camadas de aquellas cerdas que recibieron la dieta de sorgo (cuadro 7).

Aunque el peso promedio del lechón al nacimiento fue similar ($P>0.10$), conforme se incrementaron los días en lactancia, se encontró diferencia en el peso promedio del lechón (cuadro 8). De modo que, en el día 14 ($P<0.05$) y al momento del destete ($P<0.01$), fue menor el peso promedio de los lechones provenientes de cerdas alimentadas con sorgo, que los que provenían de cerdas con dietas a base de melaza o aceite ($P>0.10$). A pesar de existir diferencias en el peso promedio de los lechones, la estimación del consumo de energía a partir de la leche por parte del lechón durante el día 14 posparto fue similar ($P>0.10$) en los tres tratamientos.

El peso de la camada al nacimiento ($P<0.05$), en el día 14 posparto y al momento del destete ($P<0.01$), fue menor en las cerdas de primer parto que en las multiparas (cuadro 7).

No se encontraron diferencias atribuibles al número de parto ($P>0.10$) en cuanto al peso promedio del lechón al nacimiento. Sin embargo, en el día 14 y al momento del destete ($P<0.10$), los lechones de las cerdas multiparas pesaron más que las de las primiparas a pesar de que los consumos de energía en leche durante el día 14 posparto fueron similares (cuadro 8). No resultó significativa la interacción entre dietas y edades ($P>0.10$).

5.2.1 INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO Y A LA PRIMERA MONTA.

No se encontró efecto del consumo de las dietas ($P>0.10$) sobre el inicio del primer estro posterior al destete (cuadro 9). De igual forma, no se detectaron diferencias ($P>0.10$) en el intervalo del destete a la primera monta entre las cerdas que consumieron las diferentes dietas.

Sin embargo, al considerar la edad de las cerdas, las primiparas tuvieron un intervalo del destete al primer estro ($P<0.01$) y a la primera monta ($P<0.05$) más prolongado que las multiparas (cuadro 9). No resultó significativa la interacción entre dietas y edad ($P>0.10$).

5.2.2 DURACION DEL ESTRO.

No se detectaron diferencias ($P>0.10$) en la duración del primer estro mostrado por las cerdas, por efecto de dieta o edad (cuadro 9). Por consiguiente, el número de montas asignado durante el estro fué similar ($P>0.10$) entre tratamientos. No resultó significativa la interacción entre dietas y edades ($P>0.10$).

5.2.3 OCURRENCIA DE LA OVULACION.

Todas las cerdas que manifestaron signos de estro y que aceptaron monta natural, experimentaron ovulación (cuadro 10), indicada por el aumento de la concentración sérica de progesterona sobre la concentración basal por lo menos en dos muestras sanguíneas

CUADRO 7. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE EL PESO DE LA CAMADA ."

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	NELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
PESO DE LA CAMADA (kg):					
nacimiento	15.1 ± 0.77	13.9 ± 0.78	14.5 ± 0.95	13.3 ± 0.81a	15.6 ± 0.52b
día 14	30.5 ± 1.48	32.1 ± 1.48	34.4 ± 1.80	29.8 ± 1.54c	34.8 ± 1.00d
destete	46.7 ± 2.11	52.1 ± 2.10	52.0 ± 2.56	46.5 ± 2.22c	54.1 ± 1.00d

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA
 EFECTO: DIETA (P<0.10)
 EDAD (a, b; P<0.05)
 (c, d; P<0.01)
 INTERACCION (P<0.10)

CUADRO 8. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE EL PESO INDIVIDUAL DE LOS LECHONES.*

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
PESO DEL LECHON (kg): nacimiento	1.34 ±0.05	1.34 ±0.05	1.43 ±0.05	1.32 ±0.05	1.42 ±0.03
día 14	3.26 ±0.13a	3.67 ±0.13b	3.97 ±0.16b	3.50 ±0.14e	3.80 ±0.09f
destete	5.06 ±0.18c	5.91 ±0.18d	6.20 ±0.22d	5.49 ±0.19e	5.92 ±0.12f
CONSUMO DE ENERGIA EN LECHE (kcal de EM/día)	894 ± 82	1 042 ± 83	934 ± 101	940 ± 88	974 ± 55

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFECTO: DIETA (a, b; P<0.05)

(c, d; P<0.01)

EDAD (e, f; P<0.10)

INTERACCION (P<0.10)

CUADRO 9. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA POSDESTETE.

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMI PARAS	MULTIPARAS (3 ± 0.2 partos)
NUMERO DE PARTO	1.8 ±0.3	2.2 ±0.3	2.0 ±0.3		
INTERVALO (hr) DEL DESTETE:					
PRIMER ESTRO**	196 ±37	180 ±40	201 ±45	256 ±40a	129 ±25b
A LA PRIMERA MONTA***	139 ± 8	132 ± 9	133 ±10	147 ± 9c	121 ± 5d
DURACION DEL ESTRO (hr)	69 ± 5	67 ± 5	60 ± 8	66 ± 6	64 ± 3
NUMERO DE MONTAS POR SERVICIO	5.6 ±0.5	5.3 ±0.5	4.8 ±0.0	5.3 ±0.6	5.2 ±0.3
NUMERO DE LECHONES:					
PARTO SUBSECUENTE (cerdas que parieron)	10.3 ±0.83 11	9.4 ±0.81 12	11.3 ±0.97 10	9.5 ±0.88 8	11.1 ±0.49 26
PARTO SUBSECUENTE (total de cerdas)	6.8 ±1.3 16	7.9 ±1.5 15	8.0 ±1.6 12	6.3 ±1.5c 13	9.4 ±0.9d 30

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA
 EFECTO: DIETA (P<0.10)
 EDAD: (a, b; P<0.01)
 (c, d; P<0.05)
 INTERACCION (P<0.10)

- ** No se incluyó la información de cerdas en anestro.
- *** Se incluyó sólo la información de cerdas servidas por los verracos.

CUADRO 10. EFECTO DE LA FUENTE DE ENERGIA DIETARIA DURANTE LA LACTANCIA Y LA EDAD DE CERDAS SOBRE LA OCURRENCIA DE LA OVULACION.

	DIETA			EDAD	
	SORGO	ACEITE**	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
NUMERO DE CERDAS:					
total	16	14	12	12	30
en estro	14 (88%)	13 (93%)	11 (92%)	9 (75%)	29 (97%)
con actividad lútea después de detectar estro.-	14 (88%)	13 (93%)	11 (92%)	9 (75%)	29 (97%)

(P > 0.10)

* se determinó actividad lútea \leq día 24 posdestete, cuando existió una concentración de progesterona mayor a la basal ± 3 desviaciones estándar. La concentración basal de progesterona fue el promedio contenido en las muestras tomadas al destete.

** No se consideró la información de una cerda que se desecho del experimento por razones no atribuibles a las dietas.

consecutivas (\leq 24 día posdestete). No se encontraron diferencias ($P > 0.10$) en el número de cerdas que ovularon independientemente de su agrupamiento por dietas o número de partos.

5.2.4 PROLIFICIDAD AL PARTO SUBSECUENTE.

Al considerar sólo a las cerdas gestantes que lograron un parto subsecuente, ni las dietas ni el número de parto, alteraron ($P > 0.10$) el número de lechones nacidos (cuadro 9). Se excluyó del análisis la información correspondiente a 2 cerdas, una múltipara y una primipara, de la dieta adicionada con melaza y sorgo respectivamente. Ambas concluyeron su tiempo de gestación, sin embargo al parto sólo expulsaron fetos momificados.

Cuando fueron incluidas todas las cerdas (aquellas que lograron un parto subsecuente y cerdas que no tuvieron un parto resultado del período experimental de apareamiento), tampoco se encontró efecto ($P > 0.10$) de las dietas y del número de parto sobre la prolificidad.

5.2.5 FUNCION LUTEA POSDESTETE.

Del total de cerdas ($n = 43$), solamente una fue desechada al momento del destete, por problemas locomotores que no fueron asociados a los tratamientos. Del restante número de cerdas en que se obtuvo una muestra de sangre para determinar la concentración sérica de progesterona posdestete, el 90 % ($n = 38$) mostró comportamiento de estro, con la subsecuente elevación de la concentración sérica de progesterona \leq día 24 (indicativo de actividad lútea).

Únicamente 4 cerdas no mostraron indicios de actividad lútea, la cual fue acompañada por la falta de signos de estro (cuadro 10). Al destete (día 0) y 3 días después del destete, no hubo diferencias entre tratamientos ($P > 0.10$). Sin embargo, para el día 6 la concentración de progesterona fue mayor en las cerdas que consumieron la dieta de melaza con respecto a las que ingirieron las otras dos dietas ($P < 0.05$). Mientras que en el día 9, las cerdas que consumieron la dieta de aceite, tuvieron una mayor concentración de progesterona, que las cerdas que recibieron la dieta de sorgo ($P < 0.05$), pero no difirieron con las que ingirieron melaza ($P > 0.10$). Posteriormente, en los días 12 y 24 posdestete no se encontraron diferencias ($P > 0.10$) entre tratamientos (cuadro 11).

La concentración sérica promedio de progesterona en los días 0 y 3 fue similar ($P > 0.10$) entre las cerdas primíparas y múltiparas. Sin embargo, los días 6, 9, 12 y 24 posdestete, las primíparas mostraron una menor concentración sérica de progesterona que las cerdas múltiparas (cuadro 11).

CUADRO 11. EFECTO DE DIFERENTES FUENTES DE ENERGIA DIETETICA Y LA EDAD DE CERDAS EN LACTACION SOBRE LA FUNCION LUTEA POSTDESTETE.*

	D I E T A			E D A D	
	SORGO	ACEITE	MELAZA	PRIMIPARAS	MULTIPARAS
CONCENTRACION SERICA DE PROGESTERONA (ng/ml)**					
día 0 (destete)	0.39 ± 0.14	0.31 ± 0.15	0.38 ± 0.17	0.27 ± 0.15	0.45 ± 0.10
día 3	0.24 ± 0.04	0.25 ± 0.05	0.20 ± 0.05	0.19 ± 0.05	0.28 ± 0.03
día 6	0.16 ± 0.05a	0.24 ± 0.05a	0.30 ± 0.08b	0.20 ± 0.05c	0.32 ± 0.03d
día 9	1.13 ± 0.01a	2.32 ± 0.35b	1.64 ± 0.39xb	1.20 ± 0.34c	2.19 ± 0.22d
día 12	3.56 ± 0.81	4.92 ± 0.68	4.26 ± 0.77	3.14 ± 0.87e	5.31 ± 0.43f
día 24	5.28 ± 0.77	5.78 ± 0.86	5.17 ± 0.98	4.43 ± 0.84g	6.38 ± 0.54h

* MEDIAS DE MINIMOS CUADRADOS ± ERROR ESTANDAR DE LA MEDIA

EFEECTO: DIETA (a, b; P<0.05)

EDAD (c, d; P<0.05)

(e, f; P<0.01)

(g, h; P<0.10)

INTERACCION (P<0.10)

** Se incluyó la información de cerdas gestantes y no gestantes.

Concentración sérica de progesterona (ng/ml) aii:
 día 0 (destete) 0.40 ± 0.08
 día 24 postdestete 5.78 ± 0.45

5.3.0 FACTORES ASOCIADOS CON EL INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO.

5.3.1 Consumo de energía metabolizable y proteína cruda.

Ambos, consumo de energía (kg/lactancia, $P < 0.10$; kg/día, $P < 0.01$) y proteína cruda (kg/lactancia, $P < 0.05$; kg/día, $P < 0.01$) estuvieron asociados negativamente con el intervalo del destete al primer estro (cuadro 12), indicando que a menor consumo de estos nutrientes, las cerdas requirieron más tiempo para iniciar la actividad estral posdestete.

5.3.2 Peso corporal y cambios de peso en las cerdas.

El peso corporal de las cerdas: 5 a 7 días preparto, al parto, al destete y a los 10 días posdestete, estuvieron asociados negativamente ($P < 0.05$) con el intervalo del destete al primer estro (cuadro 12), siendo el peso al día 10 posdestete la variable con mayor correlación ($r = -0.40$; $P < 0.01$). A diferencia de lo anterior, los cambios en el peso corporal durante la lactancia: 5 a 7 días preparto al parto, del parto al destete y del destete al día 10 posdestete no estuvieron asociados ($P > 0.10$) con el intervalo del destete al primer estro. Por lo tanto en cerdas en lactación alimentadas ad libitum, es más importante el peso antes del parto, durante la lactancia y sobre todo durante el apareamiento para el inicio de la actividad estral, que los cambios de peso durante los mismos periodos.

5.3.3 Grasa dorsal y cambios en su grosor.

El grosor de la grasa dorsal: 5 a 7 días preparto no estuvo asociado ($P > 0.10$) con la duración del intervalo del destete al primer estro (cuadro 12). Sin embargo, la grasa dorsal al momento del destete y los cambios en la misma de los 5 a 7 días preparto al destete, estuvieron asociados negativamente con el intervalo del destete al primer estro, correspondiendo al cambio en el grosor de la grasa dorsal, la mayor correlación ($r = -0.34$; $P < 0.05$).

5.3.4 Nivel de producción y composición de la leche.

La producción de leche en el día 14 (kg/día) mostró una asociación negativa ($P < 0.10$) con el inicio del primer estro (cuadro 13). A diferencia, los componentes grasa y lactosa en leche no estuvieron correlacionados significativamente ($P > 0.10$) con el inicio de la actividad estral posdestete, mientras que el porcentaje de proteína en leche estuvo asociado positivamente con esta variable reproductiva ($P < 0.01$).

5.3.5 Número de lechones y peso de la camada.

No se encontró asociación entre número de lechones al destete y aparición del primer estro ($P > 0.10$). Sin embargo, el peso de la camada estuvo asociado negativamente ($P < 0.10$) con la presentación

CUADRO 12. COEFICIENTE DE CORRELACION PARA EL INTERVALO DESTETE PRIMER ESTRO CON EL CONSUMO DE ENERGIA, PROTEINA Y CAMBIOS DE PESO Y GRASA DORSAL EN CERDAS EN LACTANCIA.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INTERVALO DESTETE PRIMER ESTRO	
	<u>COEFICIENTE DE</u> <u>CORRELACION</u>	<u>SINIFICANCIA</u>
CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZABLE :		
Mcal/lactancia	- 0.29	0.05
Mcal/día	- 0.42	0.01
CONSUMO DE PROTEINA CRUDA:		
Kg/lactancia	- 0.33	0.05
kg/día.	- 0.44	0.01
PESO CORPORAL (kg):		
5-7 días preparto	- 0.33	0.05
parto	- 0.29	0.01
destete	- 0.39	0.001
10 días posdestete	- 0.40	0.01
CAMBIOS DE PESO (kg) DE:		
5-7 días preparto al parto	0.12	N.S*
parto al destete	- 0.14	N.S
destete a la monta	- 0.22	N.S
GROSOR DE LA GRASA DORSAL (mm):		
5-7 días preparto	0.02	N.S
destete	- 0.27	0.10
CAMBIO EN EL GROSOR DE LA GRASA DORSAL (mm) DE:		
5-7 días preparto al destete	- 0.34	0.05

 * No significativo (P>0.10)

CUADRO 13. COEFICIENTE DE CORRELACION PARA EL INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO CON VARIABLES PRODUCTIVAS DE CERDAS EN LACTACION.

VARIABLE INDEPENDIENTE	INTERVALO DESTETE PRIMER ESTRO	
	<u>COEFICIENTE DE</u>	<u>SIGNIFICANCIA</u>
	<u>CORRELACION</u>	
PRODUCCION DE LECHE (kg/dia)	- 0.27	0.10
COMPONENTES EN LECHE (%)		
Grasa	- 0.04	N.S.*
Proteina	0.39	0.01
Lactosa	- 0.06	N.S.
NUMERO DE LECHONES AL DESTETE	- 0.10	N.S.
PESO DE LA CAMADA AL DESTETE	- 0.30	0.10

* No significativo (P>0.10)

del primer estro posdestete (cuadro 13).

5.4 FACTORES ASOCIADOS CON LA DURACION DEL ESTRO.

A excepción de la asociación negativa encontrada entre el porcentaje de grasa en leche ($r = -0.31$; $P < 0.10$) con la duración del estro. No se encontró correlación significativa ($P > 0.10$) entre esta y las demás variables estudiadas: consumo de energía y proteína cruda (kg/lactancia y kg/día), peso corporal y cambios del mismo a través del período de estudio, grosor en la grasa dorsal y cambios de la misma durante la lactancia, producción de leche (kg/día), porcentaje de proteína cruda y lactosa en leche, número de lechones y peso de la camada al destete .

6. DISCUSION

6.1 Consumo de nutrimentos y cambios en el peso y grasa dorsal de las cerdas durante la lactancia.

Las diferencias observadas en el consumo de alimento entre dietas fueron calculadas en función de la densidad energética de la dieta, el consumo de alimento se incrementó conforme disminuyó la densidad energética de la misma. No obstante, se mantuvo un consumo de energía similar entre tratamientos, a pesar de que en la dieta con melaza tuvo menor densidad energética (2.74 kcal/g). Lo anterior difiere de lo propuesto por el NRC, (1988) que indica que se requiere que la densidad energética en la dieta este entre 3.3 y 3.6 kcal/g para mantener constante el consumo de ED. De modo que al menos en cerdas en lactación, la densidad energética en la dieta puede tener un rango más amplio en los valores de ED/g de alimento, para mantener un consumo constante de ED, a través de un incremento en el consumo de alimento. El consumo similar de energía entre tratamientos confirma que el nivel de consumo de EM, tiene una participación en el control del consumo voluntario de alimento, independientemente de la fuente energética dietaria utilizada.

La adición de aceite vegetal en la dieta no incrementó el consumo de EM, a diferencia de lo propuesto por Stahly, Cromwell y Simpson (1980). Sin embargo, si se detectó una disminución en el consumo de alimento de tal manera que el consumo energético no difirió con respecto a una dieta cuya fuente energética principal fue el sorgo, esto coincide con lo sugerido por Kirkwood et al., (1988). Por otro lado, la inclusión de un alto porcentaje de melaza en la dieta de lactación, aunque diluyó la energía, no impidió que las cerdas pudieran compensar con un mayor consumo de alimento para igualar el consumo de EM.

Las cerdas primíparas tuvieron un consumo menor de alimento y EM, durante la lactancia, en relación a las multiparas, sin embargo, al determinar el consumo promedio de alimento (kg/día) y EM (Mcal/día) no se encontró efecto de la edad de las cerdas. La diferencia en los consumos totales de energía, puede ser explicada por el uso de la covariable, duración de la lactancia, de este modo se detectaron diferencias en las medias ajustadas mostradas (cuadro 3). NRC, (1988) indica un consumo 15 % menor para las cerdas primíparas, lo cual no fue confirmado en el presente estudio.

El consumo de las dietas experimentales permitió un consumo promedio/día de 680 g de proteína cruda, no encontrándose diferencias entre tratamientos. Considerando que NRC, (1988) recomienda un consumo de 685 g/día, se sugiere que los consumos promedio de las dietas experimentales indican que al menos en teoría se cubrieron los requerimientos de proteína cruda.

Un consumo de energía por abajo de lo recomendado (NRC, 1988), compromete la eficiencia productiva y reproductiva de las cerdas, al aumentarse el catabolismo de reservas energéticas (grasa) y de

proteína endógena (músculo), con el fin de suplir el déficit en energía (King y Williams, 1984; Brendemuhl, Lewis y Peo, Jr., 1987). Grandes pérdidas de peso y grasa dorsal han sido asociadas a un intervalo del destete al primer estro prolongado (Johnston et al., 1989).

Por otro lado, McPherson, Elsey y Smart, (1969) observaron que un consumo mayor a los 750 g de proteína cruda/día durante la lactancia, no disminuye las pérdidas de peso en las cerdas, ni incrementa el nivel de producción de leche y peso de la camada al destete. En el presente estudio ocurrió en promedio una pérdida de peso y grasa dorsal en las cerdas durante la lactancia, con el fin de cubrir las demandas energéticas que impone la lactancia, de este modo aunque la dieta se haya ajustado en función de la energía dietaria para cubrir los requerimientos de proteína, si no se logran cubrir antes los de energía, habrá catabolismo de proteína dietaria y endógena, con la finalidad de suplir el déficit de energía, pudiendo resultar en una deficiencia secundaria de aminoácidos.

No se encontró diferencia en los pesos a través de la lactancia: 5 a 7 días previos al parto, al parto, al destete y a los 10 días posdestete, ni en los cambios de peso ocurridos en el periodo de estudio por efecto de las dietas experimentales. Aunque siempre hubo en promedio pérdida de peso que probablemente ocurrió por no cubrirse los requerimientos de energía a través del consumo de las dietas experimentales.

La adición de aceite vegetal en la dieta no logra reducir las pérdidas de peso durante la lactancia, en relación a una dieta convencional. Resultados similares han sido demostrados por otros autores (Shurson et al., 1986; Coffey, Yates y Combs, 1987). De manera similar, la adición de melaza a la dieta de lactación, tampoco permitió reducir en forma sustancial los cambios de peso ocurridos durante la lactancia. Coffey, Yates y Combs, (1987) muestran resultados similares al presente estudio al adicionar azúcares en la dieta de lactación.

El peso corporal a través del estudio, siempre fue menor en las primíparas, lo cual puede ser explicado por un mayor peso de la camada al nacimiento en las cerdas múltiparas y a que aún, las primíparas no han alcanzado su tamaño adulto. Sin embargo, el que en ambos tipos de cerdas existan similares pérdidas de peso y grasa dorsal durante la lactancia, conduce a un consumo de las reservas energéticas más rápido en las cerdas primíparas, de modo que son más susceptibles a manifestar un intervalo del destete al primer estro más prolongado, de acuerdo a lo indicado por Johnston et al., (1989).

En el presente estudio, no se logró reducir la pérdida de peso en las cerdas durante la lactancia, con el consumo de las fuentes energéticas empleadas, coincidiendo con lo indicado por (Shurson et al., 1986; Coffey, Yates y Combs, 1987). De igual manera, los cambios de peso corporal (pérdida de peso) ocurridos durante la lactancia, tanto en cerdas, primíparas y múltiparas, son consecuencia

del uso de las reservas corporales (e.g., grasa corporal) con el fin de compensar el déficit en el consumo de energía dietaria.

Durante el periodo de apareamiento, los cambios de peso ocurridos mostraron gran variación entre dietas y edades, no obstante que se cubrieron los requerimientos de energía para mantenimiento. Al respecto Brooks, (1982) citado por Kirkwood et al., (1987) propone que grandes pérdidas de pesos ocurridas durante la lactancia mantiene a las cerdas en un estado catabólico por un período posdestete mayor en relación a las cerdas que no experimentaron grandes pérdidas de peso, de esta manera se puede explicar parcialmente la variación en los cambios de peso ocurridos en la etapa de apareamiento posdestete.

En diversos trabajos en donde se ha incluido grasa o azúcar (e.g., fructosa) en la dieta de lactación, no evaluaron los cambios en el grosor de la grasa dorsal (White, Head y Bazer, 1984; Shurson et al., 1986; Coffey, Yates y Combs, 1987; Kirkwood et al., 1988). En el presente estudio, ocurrió en promedio una disminución del grosor de la grasa dorsal durante la lactancia, sin que se encontrara un efecto de las dietas y del número de parto al respecto, indicando que el consumo de alimento no logró cubrir los requerimientos de energía y tal vez los de proteína.

Al respecto, Eastham, Smith y Whittemore (1988) basados en el empleo de diferentes niveles de alimentación durante la lactancia, calculan a través de regresión, que se requiere de un consumo promedio de 24 Mcal de EM/día, para evitar la disminución en el grosor de la grasa dorsal. Esto es muy difícil de lograr debido a que el consumo voluntario de las cerdas en lactación no permite la ingestión de tales cantidades de energía EM.

6.2 Composición del calostro y número de lechones.

Gran interés se ha dado al tratar de modificar los componentes del calostro empleando diferentes fuentes energéticas en la dieta (Seerley et al., 1974; Coffey Yates y Combs, 1987). Con la inclusión de grasa en la dieta durante un período previo al parto se busca en especial incrementar el contenido de grasa en calostro, con ello se espera aumentar la sobrevivencia de los lechones, al permitirle al lechón recién nacido una fuente rica en energía evitando de este modo el uso de sus pocas reservas energéticas (Coffey et al., 1982).

Mientras que con el uso de ingredientes ricos en azúcares solubles (e.g., melaza) se busca producir cambios metabólicos tanto en las cerdas como en el lechón recién nacido. En las cerdas, el objetivo es aumentar la disponibilidad de glucosa hacia glándula mamaria, favoreciendo con ello el proceso de lactogénesis. En el caso de los lechones, se busca que ocurra un incremento en el glucogeno hepático y en la grasa corporal al final de su desarrollo fetal previo al parto (Cuarón, 1986; Ezekwe, 1986).

El contenido de los componentes de naturaleza no grasa en calostro, fue similar con el consumo de las diferentes fuentes energéticas 5 a 7 días previos al parto. Lo cual coincide con lo propuesto por Sheffy et al., (1952), ellos proponen que a excepción de la grasa en el calostro, los constituyentes orgánicos e inorgánicos se mantienen relativamente constantes bajo amplias variaciones en la dieta. Sin embargo, no se detectaron diferencias en el contenido de grasa en calostro con el consumo de las dietas previo al parto.

De manera similar otros autores muestran que la adición de grasa en la dieta (Coffey, Seerley y Mabry, 1982; Coffey, Yates y Combs, 1987) o bien la inclusión de un ingrediente rico en azúcares solubles como el jarabe de maíz (Coffey, Yates y Combs, 1987) y la melaza (Hernández, Angeles y Cuarón, 1987) al final de la gestación, no altera el porcentaje de grasa en calostro.

Con respecto a la edad de las cerdas, las primíparas mostraron un mayor porcentaje de proteína cruda en calostro, en comparación a las múltiparas, sin que se modificara sustancialmente el porcentaje de grasa o el de sólidos totales.

Al respecto hay que considerar que la fracción proteica en calostro, está constituida casi en su totalidad por inmunoglobulinas y albúmina, y que estos elementos cambian rápidamente en las próximas horas posparto (Klobasa, Werhahn y Butler, 1987). Así mismo, Klobasa y Butler, (1987) proponen que la edad influye sobre las variaciones en los constituyentes del sistema inmune encontrados en leche, lo que parcialmente puede explicar las diferencias encontradas entre primíparas y múltiparas, en relación al porcentaje de proteína cruda en calostro.

El número de lechones al nacimiento y nacidos vivos, fue similar entre dietas, debido a que estas no influyeron en el número de lechones, por haberse proporcionado en un periodo próximo al parto.

Las mayores pérdidas de lechones se tienen dentro de las primeras 72 h de vida extrauterina, fundamentalmente por hipoglicemia. El número de lechones nacidos y que se mantuvieron vivos al día 3 fue similar entre tratamientos, lo cual puede ser explicado parcialmente por la similitud en la composición del calostro entre dietas, única fuente energética exógena del lechón. Lo anterior coincide con lo demostrado por Coffey, Yates y Combs, (1987), quienes de manera similar compararon el efecto de proporcionar tres fuentes de energía dietética (cereal, grasa y fructosa) al final de la gestación sobre la sobrevivencia de los lechones. En el presente trabajo el porcentaje de sobrevivencia de la camada fue mayor al 80 %, al respecto Petigrew, (1981) sugiere que cuando en una piara la tasa de sobrevivencia está por arriba del 80 %, la adición de grasa a la dieta no mejora la sobrevivencia de la camada.

El número de lechones vivos en el día 14 y al destete, fue similar entre dietas, explicado por las pocas diferencias en el número de lechones vivos al día 3 y a la baja tasa de mortalidad por el resto

de la lactancia.

En general, el número de lechones al nacimiento es mayor en multiparas que en primiparas (Kirkwood et al., 1988; Cromwell et al., 1989). Sin embargo, en el presente estudio sólo pudieron detectarse diferencias en favor de las multiparas, con respecto al número de lechones nacidos vivos y al día 14 posparto, mostrando similitud en el número de lechones al nacimiento y al destete. Cromwell et al., (1989) sugiere que se requiere un gran número de cerdas para detectar diferencias reales en tamaño de camada entre tratamientos de cualquier tipo.

6.3 Producción y composición de la leche.

Se han citado diversos factores que pueden modificar la producción de leche en las cerdas, entre ellos están: edad, estado de la lactancia, número de lechones, frecuencia de amamantamiento, consumo de EM y tipo de fuente energética empleada.

Con el empleo de tres fuentes energéticas (sorgo, aceite y melaza) en el presente estudio, se observaron producciones similares de leche en el día 14 posparto. Los resultados difieren de lo obtenido por Coffey et al., (1982) quienes proponen, que la adición de grasa en la dieta de lactación, incrementó la producción de leche en el día 14 posparto.

Por otra parte, se esperaba que la adición de melaza, ingrediente con un alto contenido en azúcares solubles, incrementara la concentración sérica de fructosa y glucosa (no evaluado), lo que probablemente permitiría una mayor disponibilidad de estos azúcares hacia la glándula mamaria, incrementando de esta manera la síntesis de leche. Sin embargo, no se demostró una evidencia directa, a través de una mayor producción de leche en el día 14 posparto. Resultados similares con respecto al nivel de producción láctea en el día 14 posparto fueron obtenidos por Coffey, Yates y Combs, (1987) quienes adicionaron fructosa en la dieta de cerdas en lactación, con respecto a una dieta testigo.

Sin embargo, White et al., (1984) muestra una mayor producción de leche en el día 14 cuando se adiciona fructosa en la dieta, con relación a una dieta control ó adicionada con dextrosa, demostrando un incremento en la concentración de fructosa y glucosa plasmática lo que probablemente permitió una mayor disponibilidad de estos azúcares para la glándula mamaria favoreciendo la síntesis de leche.

Aunque en el presente trabajo, no se encontró un incremento en la producción de leche, con la adición de grasa o melaza, es probable, que una sólo evaluación de la producción de leche sea insuficiente para detectar diferencias en el nivel de producción por efecto de la adición de la fuente energética empleada, lo que sugiere hacer evaluaciones en diferentes períodos de la lactación (al inicio, mitad y final) con el fin de incrementar la precisión en la evaluación del

nivel de producción. Al comparar la edad de las cerdas, los resultados indican que las primíparas producen menos leche, lo cual coincide con lo demostrado por (Coffey, Yates y Combs, 1987).

A excepción de la grasa en leche, el empleo de diferentes fuentes energéticas no alteró la composición de la leche, coincidiendo con lo indicado por Sheffy et al., (1952). En el presente trabajo, la adición de aceite vegetal en la dieta de lactación permitió incrementar el porcentaje de grasa en leche con respecto a las otras dos dietas, sorgo y melaza. Sin embargo, la EM estimada en leche fue similar entre dietas. Resultados similares fueron obtenidos por Coffey, Seerley y Mabry, (1982) quienes compararon el valor energético de la leche en dietas con almidón de maíz ó con grasas, no encontrando diferencias en el valor energético de la leche al día 14 posparto con ambos tratamientos, pero mostrando similitud en el valor energético promedio de la leche (1 147 cal/g) con el indicado en el presente estudio.

A diferencia, White et al., (1984) al comparar el efecto de 3 fuentes de energía dietaria, control (cereal-soya) versus adición de fructosa ó dextrosa en la dieta, demuestran que las cerdas que consumieron la dieta con fructosa excretan más energía en leche al día 14 y 22 que los otros tratamientos, resultado de una mayor producción de leche.

Al comparar los componentes en leche de primíparas versus múltiparas, no se encontró un cambio significativo, en el porcentaje de grasa, lactosa, cenizas y sólidos totales, lo que está de acuerdo con lo observado por Lodge, (1959) quien demuestra una variación mínima y no significativa, en el porcentaje de los principales constituyentes en leche entre la primera lactación y las lactancias subsecuentes.

Sin embargo, el mayor porcentaje de proteína cruda en la leche de las primíparas, es posible que se atribuya a diferencias en la curva de lactancia entre primíparas y múltiparas. Al respecto, Brent et al., (1973) evalúan los cambios en la concentración de compuestos nitrogenados ocurridos en una lactancia con duración de 35 días, señalando que el nitrógeno total disminuye rápidamente después del parto, hasta alcanzar un mínimo alrededor del día 14 y enseguida se va incrementando ligeramente. Similarmente, Pond, VanVleck y Hartman, (1962) indican un aumento gradual a partir de la segunda semana de lactación. No obstante, los trabajos anteriores no dan detalle del número de parto de las cerdas utilizadas y es probable que existan diferencias entre edades para alcanzar el pico o mantener la meseta de producción de leche.

6.4 Peso de la camada y del lechón.

En el presente estudio, el peso de la camada y el peso promedio del lechón al nacimiento fue similar entre dietas. Al respecto, Seerley, Maxwell y Mc Cambell, (1978) indicaron que es difícil producir efectos consistentes sobre las reservas energéticas de glucógeno o

lípidos corporales y por consiguiente sobre el peso del lechón al nacimiento, por una manipulación de la energía en la dieta de cerdas gestantes. En apoyo a lo anterior se han conducido una serie de trabajos en donde se ha adicionado diferentes fuentes de energía, grasa ó azúcares solubles en la dieta de cerdas gestantes por períodos cortos (5 días) ó medios (35 días) sin encontrar efecto en el peso promedio del lechón al nacimiento ó en el de la camada (Seerley, Griffin y Mc Campbell, 1978; Coffey, Seerley y Mabry, 1982; Shurson et al., 1986; Coffey, Yates y Combs, 1987), lo cual coincide con los resultados mostrados en el presente estudio.

El peso promedio del lechón en el día 14 y al destete fué similar entre los lechones provenientes de cerdas alimentadas con la dieta de aceite y melaza, siendo ambos superiores al peso del lechón proveniente de cerdas alimentadas con la dieta de sorgo. Sin embargo, los consumos de energía en leche en el día 14 posparto, por parte de los lechones fueron similares en los tres tratamientos.

La diferencia en peso entre los lechones provenientes de cerdas que recibieron la dieta con aceite, con respecto al tratamiento de sorgo, puede ser explicada por que las grasas producen un menor incremento calórico en el alimento y una disminución en la velocidad de paso del alimento por el tubo digestivo, favoreciendo la absorción de otros nutrimentos. En apoyo a lo anterior, existen evidencias que indican que las cerdas que reciben una dieta con grasa durante la lactancia destetan camadas y lechones pesados a los 21 días, en comparación a cerdas que recibieron una dieta cereal-soya, no obstante de calcular consumos similares de energía en leche por parte de los lechones, con respecto a una dieta control (Coffey, Seerley y Mabry, 1982; Shurson et al., 1986).

Mientras que con el uso de melaza en la dieta de lactación, no se encontro evidencias en la producción y (o) composición de la leche que permitieran elucidar el mayor peso promedio del lechón. Sin embargo, es posible que al día 14 posparto no se hayan detectado cambios significativos en el nivel de producción de leche, requiriendose hacer una evaluación del nivel de producción láctea antes y después de este período para aclarar si el mayor peso promedio del lechón es por un mayor consumo de energía láctea a través de un mayor volumen de producción láctea.

Al respecto, White et al., (1984) señalan un mayor peso de la camada y una mayor producción de leche a los 21 días posdestete, pero no al día 14, cuando se adiciona fructosa en la dieta de lactación, con respecto a un tratamiento testigo.

La influencia que tiene la edad sobre el peso de la camada y sobre el peso del lechón, está determinado por la habilidad lactogénica y prolificidad de las cerdas. En el presente trabajo, existieron diferencias en el peso de la camada al nacimiento entre ambas, primíparas y múltiparas. Sin embargo, se determinó un peso similar de los lechones al nacimiento. Gatel, Casting y Lucbert, (1987) demuestran que el peso del lechón al nacimiento es afectado

positivamente por ambos número de parto y por tamaño de la camada.

En el presente trabajo, el peso de la camada al día 14 y al destete fue mayor en las múltiparas, al igual que el peso promedio del lechón al día 14 y al destete. No obstante, de que se estimó un consumo de energía similar entre ambos grupos de lechones al día 14, está diferencia puede ser atribuida a que las múltiparas destetaron un mayor número de lechones ($p=0.12$) y probablemente a diferencias en la capacidad para mantener una secreción de leche con mayor valor energético posterior al día 14 posparto, entre cerdas primíparas y múltiparas.

6.5 Eficiencia reproductiva posdestete.

Existió gran variabilidad en la presentación del primer estro, sin que tuvieran efecto las dietas sobre está variable, está variabilidad fue atribuida a la inclusión de la información de cerdas que no manifestaron estro al menos hasta el día 24 posdestete. Manifestandose la condición de anestro en los 3 tratamientos dietarios y principalmente en las cerdas primíparas, las cuales tuvieron una pérdida de peso y grasa dorsal durante la lactancia, situación que adquiere gran relevancia en este tipo de cerdas, de tal modo que 4 de 12 cerdas primíparas (33 %) no mostraron estro a los 24 días posdestete y con seguridad lo presentarían hasta que hubiesen adquirido una mejor condición corporal. Con respecto al intervalo del destete a la primera monta, al incluirse sólo aquellas cerdas que mostraron estro y aceptaron monta natural, no hubo efecto de las dietas.

Armstrong, Britt y Kraeling, (1986) señalan que aberraciones en el metabolismo energético durante la lactancia y después del destete pueden predisponer en cerdas primíparas a la ocurrencia del anestro posdestete, desconociéndose el mecanismo fisiológico por el cual el metabolismo energético durante la lactancia, afecta las funciones reproductivas de la cerdas antes y después del destete, sugiriéndose que señales metabólicas mantienen bloqueado el centro generador de pulsos de GnRH en hipótalamo, ya que el ovario es capaz de responder a estímulos exógenos de GnRh ó gonadotropinas (Britt, Armstrong y Cox, 1988).

La falta de efectos de la adición de grasa en la dieta sobre el intervalo del destete al primer estro, en el presente trabajo, coincide con lo observado por Kirkwood et al., (1988) quienes adicionaron grasa a la dieta durante la lactación, proporcionando una dieta convencional durante el apareamiento, sin que con ello se hubiera reducido el intervalo del destete al primer estro.

De igual modo, los resultados indicados coinciden con lo observado por Rodríguez, (1990) quien evaluó el efecto de adicionar melaza en la dieta de cerdas, durante el apareamiento posdestete, sin que se lograra reducir el intervalo del destete al primer estro en cerdas múltiparas.

Aunque los resultados obtenidos en el presente trabajo, sugieren que la fuente energética, por sí sola, no es suficientes para alterar alguno de los componentes del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, al grado que permita un acortamiento del intervalo del destete al primer estro, se hace necesario evaluar los cambios endocrinos y (o) metabólicos que se suscitan con el empleo de los diferentes nutrimentos energéticos, existiendo la posibilidad de que los niveles de inclusión utilizados no hayan sido los adecuados para producir una respuesta de adaptación endocrina en las cerdas, o quizá se requiera permitir un mayor consumo de energía durante la etapa de apareamiento. Sin embargo, no hay que descartar que existen otros factores que pueden interactuar con el nivel y tipo de fuente energética, tales como la duración de la lactancia y la cantidad de reservas energéticas en las cerdas al momento del destete.

En el presente trabajo, las primíparas mostraron un mayor intervalo del destete al primer estro y como consecuencia un mayor intervalo del destete a la primera monta que las multiparas, atribuyéndose la mayor parte de la variación a los casos ocurridos de anestro en primíparas, durante el período de estudio. De ahí que las primíparas constituyan el grupo de cerdas que requieren de mayor atención durante la lactancia y fase de apareamiento. Lo anterior concuerda con la mayor parte de los trabajos, en donde se demuestra que las cerdas primíparas tienen un mayor intervalo del destete al primer estro, en comparación a las multiparas (Reese et al., 1982a; Johnston et al., 1986; Kirkwood et al., 1988).

El período de receptividad sexual en las cerdas muestra un rango entre 40 y 60 h (Anderson, 1988). Cambios en la duración del estro, pueden asociarse con efectos negativos sobre la tasa de fertilidad. Un estro con duración breve (24 a 36 h), puede incrementar los errores humanos, por fallas en la detección del tiempo óptimo para el servicio ó bien disminuir la oportunidad de recibir más de un servicio. Mientras que un estro con duración prolongada (72 a 88 h) tal vez requiera de un servicio adicional (Clark, Leman y Morris, 1989).

En el presente estudio, no se encontró efecto de la fuente de energía en la dieta ó del número de parto sobre la duración del estro. El rango en la duración del estro fue amplio (36 a 88 h), lograr una uniformidad en la duración del estro, permitiría aumentar la eficiencia en el programa de monta natural o inseminación artificial instituido en las piaras. No se encontró referencia de trabajos similares al presente.

Todas las cerdas que ovularon durante el período de montas, presentaron estro. Otros investigadores demuestran un bajo porcentaje de cerdas con actividad lútea posdestete sin una manifestación previa de los signos de estro, aunque han sido realizados en su mayoría con cerdas primíparas (Reese et al., 1982a; Nelssen, Lewis, Peo Jr. y Crenshaw, 1985; Brendemuhl, Lewis, Peo Jr., 1987).

De manera similar ambos factores, tipo de dieta y número de parto no tuvieron efecto sobre el número de lechones al parto subsecuente, ni sobre el promedio de lechones al nacimiento al considerar a todas las cerdas incluidas durante la etapa de apareamiento.

Se esperaba que la adición de grasa en la dieta, alterara los patrones de secreción de hormona del crecimiento y (o) insulina (no analizados) de acuerdo a lo sugerido por Steele, McMurtry y Rosebrough, (1985) y con ello aumentar el número de lechones al nacimiento a través de un incremento en la tasa de ovulación. Sin embargo se tiene la incertidumbre de si las fuentes energéticas empleadas produjeron tales adaptaciones endocrinas en las cerdas o quizá no fueron suficientes para incrementar el número de lechones al nacimiento. Los resultados obtenidos coinciden con lo observado por Kirkwood et al., (1988) quienes no lograron incrementar el número de lechones al nacimiento, con la adición de grasa en la dieta (5 %), aunque sólo la proporcionaron durante la lactancia.

Por otro lado con el empleo de melaza en la dieta, se esperaba incrementar y mantener elevada la secreción de insulina y con ello desencadenar una serie de eventos en los componentes del eje hipotálamo-hipófisis-ovario que permitiera promover el desarrollo folicular. Sin embargo, es factible que con un número mayor de observaciones la dieta adicionada con melaza permitiera hacer significativas las diferencias numéricas indicadas con respecto a los otros dos tratamientos. Con los resultados obtenidos se calcula que se requieren 197 cerdas por tratamiento dietario para encontrar una diferencia de 2 lechones por camada al parto subsecuente (CME=5.78). Rodriguez, (1990) observó diferencias significativas ($P < 0.05$) en el número de lechones al parto subsecuente, cuando proporcionó una dieta adicionada con melaza, con respecto a otra adicionada con aceite durante la etapa de apareamiento postdestete.

La falta de actividad ovárica postdestete en cerdas ha sido atribuida, a una reducida secreción de gonadotropinas, con una disminución en el desarrollo folicular, ausencia de estro y falta de ovulación. Eventos que han sido asociados a una restricción en el consumo de energía, alterando la secreción del GnRH y (o) la sensibilidad de la hipófisis a GnRH, lo cual reduce la secreción de gonadotropinas (Britt, Armstrong y Cox, 1988).

En el presente trabajo, proporcionar una alimentación a libre consumo, empleando diferentes fuentes de energía durante la lactancia y etapa de apareamiento, permitió la manifestación de actividad ovárica en la mayor parte de las cerdas (90 %), no obstante que no se cubrieron en promedio sus requerimientos de energía para la etapa de lactación.

Al determinar la función lutea postdestete, a través de cambios en la concentración sérica de progesterona, se incluyó la información de todas las cerdas (gestantes y no gestantes), determinandose en el día 0 y 3 postdestete una concentración sérica de progesterona similar

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

entre tratamientos dietarios, lo cual indica que aún no ha ocurrido la ovulación en las cerdas durante dicho período. Mientras que, un incremento en la concentración sérica de progesterona en los días 6 y 9 posdestete, nos sugiere que el crecimiento y desarrollo folicular culminó en ovulación, con el consecuente desarrollo de los cuerpos lúteos.

En el día 6 posdestete se detectó una mayor concentración sérica de progesterona en el grupo en donde se proporcionó la dieta con melaza, con respecto a las otras dos dietas, sugiriendo que en este grupo de cerdas la actividad lútea se inició primero. En el día 9 posdestete, se detectó un incremento en la concentración de progesterona en los tres grupos de cerdas, indicando que la ovulación ya ocurrió en algunas cerdas. Posteriormente no se encontró diferencias en la concentración de progesterona al día 12 y 24 posdestete. Sin embargo, no se encontró asociación entre la concentración sérica de progesterona al destete con el intervalo del destete al primer estro ó con el número de lechones al parto subsecuente ($r = -0.17$, $P > 0.10$; $r = 0.15$, $P > 0.10$ respectivamente)

La actividad lútea entre primíparas y múltiparas al día 0 y 3 posdestete es similar. Sin embargo, a partir del día 6 posdestete fue inferior la concentración sérica de progesterona en primíparas, lo cual puede ser explicado por la presencia de un mayor número de cerdas en anestro (3 versus 1), hasta el día 24 posdestete.

6.6 FACTORES ASOCIADOS CON EL INTERVALO DEL DESTETE AL PRIMER ESTRO.

Se encontró una asociación negativa entre el nivel de consumo de energía y proteína cruda con el intervalo del destete al primer estro, coincidiendo con lo indicado por Johnston et al., (1989) en relación a los consumos de energía y a lo señalado por Brendemuhl, Lewis y Peo, Jr., (1987) con respecto al nivel de consumo de proteína cruda.

En el presente trabajo, se demuestra que aún bajo alimentación a libre consumo durante la lactancia, ciertas cerdas experimentan un intervalo del destete al primer estro prolongado. Resultados similares fueron obtenidos por Yang et al., (1989), quienes demuestran que las cerdas primíparas no logran cubrir sus requerimientos de energía, aún bajo alimentación a libre consumo por limitaciones en el llenado intestinal. En el presente estudio ambos, consumo de EM ó proteína cruda, sólo explican ($R^2 = 0.18$; 0.20 , respectivamente) poca de la variación del intervalo del destete al primer estro.

Los cambios de peso ocurridos durante el período experimental, no tuvieron asociación con el intervalo del destete al primer estro. A diferencia, el peso corporal en los diferentes períodos, tuvo una asociación negativa con el intervalo del destete al primer estro. Grandes pérdidas de peso durante la lactancia han sido asociadas con un intervalo del destete prolongado en ambas, primíparas ó múltiparas. Sin embargo, estos cambios de peso han sido logrados

intencionalmente al proporcionar un nivel de consumo por abajo de los requerimientos de energía y proteína cruda para cerdas en lactación (Reese et al., 1982ab) ó bien por la implantación de sistemas de alimentación erróneos (MacLean, 1969).

Al parecer los cambios ocurridos en el peso corporal durante la lactancia y etapa posdestete, no son tan importantes en las cerdas bajo un consumo de alimento a libertad, como lo es el peso corporal, el cual indica indirectamente la condición corporal con la que inician y finalizan la lactancia las cerdas (Whittemore y Yang, 1989). Constituyendo la condición corporal, de alguna manera una señal para que continué ó se suspenda la función reproductiva subsecuente. Adicionalmente, una asociación entre el peso corporal con el intervalo del destete al primer estro, sugiere que las cerdas más ligeras (principalmente las primíparas) corresponde el grupo más susceptible de manifestar un retraso en la presentación del primer estro. No obstante, el peso corporal por sí sólo, logra explicar únicamente una pequeña parte de la variación en el intervalo del destete al primer estro.

La cantidad de tejido catabolizado durante la lactancia depende en gran parte del nivel de suministro de nutrientes en ambas etapas, gestación y lactación. Armstrong, Britt y Kraeling, (1986) señalaron que durante la lactancia existe una mayor movilización de grasa corporal en relación a las pérdidas de proteína corporal.

La grasa dorsal en las cerdas al momento del destete así como los cambios sufridos de la misma durante la lactancia en el presente trabajo, tuvieron una asociación negativa con el intervalo del destete a primer estro, asociación que no fue encontrada con el grosor de la grasa dorsal 5 a 7 días preparto. Sin embargo, el grosor en la grasa dorsal al destete o sus cambios en el grosor durante la lactancia, explican muy poca de la variación en el intervalo del destete al primer estro ($R^2 = 0.07$; 0.12 respectivamente). Lo cual coincide con lo propuesto por Johnston et al., (1989), quienes establecieron que la grasa corporal es un interventor mínimo del intervalo del destete al primer estro.

Se encontró una asociación negativa entre el nivel de producción de leche con el intervalo del destete al primer estro. Sin embargo, sólo explica una pequeña parte de la variación ($R^2 = 0.07$) sugiriendo, que no es un indicativo adecuado para predecir aquellas cerdas que mostraran un retraso en la presentación del estro. Similarmente, pero en vacas lecheras, Villa-Godoy y Fogwell, (1987) señalaron que no existe asociación entre el nivel de producción de leche con el período parto-primera ovulación.

Los porcentajes de grasa y lactosa en leche, no tuvieron relación con el intervalo del destete a primer estro. A diferencia, el porcentaje de proteína cruda tuvo una asociación positiva, probablemente este relacionado a que las cerdas primíparas tienen un mayor porcentaje de proteína cruda en leche al día 14 posparto y es en este grupo de cerdas en donde existe una mayor presentación de

anestro y (ó) un intervalo del destete a primer estro más prolongado. No obstante, el porcentaje de proteína cruda en leche sólo explica una pequeña parte de la variación ($R^2= 0.15$), sugiriéndose evaluar si este parámetro se mantiene constante a través de la lactancia.

En el presente trabajo, no se encontró asociación del tamaño de camada con el intervalo del destete al primer estro, lo cual puede deberse a la uniformidad en el tamaño de la camada. Otros autores sugieren la ocurrencia de un mayor intervalo del destete al primer estro en cerdas que destetan camadas numerosas (≥ 8 lechones; Tubbs et al., 1988; Yang et al., 1989). No obstante, el peso de la camada sí estuvo asociado negativamente con el intervalo del destete al primer estro, explicando sólo una pequeña parte de la variación ($R^2= 0.09$).

La mayor parte de las variables analizadas en forma individual explican muy poca de la variación en el intervalo del destete al primer estro. Existe asociación entre las variables estudiadas e incluso pueden interactuar y (ó) ser dependientes entre sí. Sin embargo, al considerar a todas las variables estudiadas, el consumo promedio de EM/día, constituye la variable que explica mejor la variación en el intervalo del destete al primer estro ($R^2=0.18$; $p<0.006$), sin que contribuyeran de manera significativa la inclusión de las otras variables. Lo anterior coincide con lo sugerido por Johnston et al., (1989), estos autores proponen que el intervalo del destete al primer estro está más relacionado al nivel de consumo de EM durante la lactancia que a los cambios en la grasa corporal.

6.7 FACTORES ASOCIADOS CON LA DURACION DEL ESTRO

El estradiol tiene una función importante en la regulación del comportamiento de estro, al igual que la progesterona, quién es la que modula los efectos del estradiol sobre la expresión del estro. Considerando la naturaleza lipídica de los esteroides, es factible que alguna alteración en el metabolismo de los lípidos, modifique en cierto grado la producción y (ó) secreción de esteroides. Una mayor excreción de grasa en leche puede ser por efecto de la dieta, nivel de producción de leche o por cambios en el metabolismo energético. En el presente trabajo las cerdas con una mayor excreción de grasa en leche, mostraron una duración breve del estro. El resto de las variables estudiadas no estuvo asociada con la duración del estro.

7. CONCLUSIONES

El uso de subproductos agro-industriales (aceite vegetal ó melaza) como fuentes alternas de energía en la dieta de cerdas es una alternativa factible. Su empleo durante la lactancia y etapa de apareamiento posdestete, induce cambios en la composición de la leche. Sin embargo, en este estudio, estos cambios solo fueron acompañados por incrementos en la productividad de las cerdas, sin que tuvieran efecto sobre la eficiencia reproductiva durante los primeros 24 días posdestete. Ambos ingredientes, grasa ó melaza cuando se les compara con una dieta convencional (cereal-oleaginosa) producen una respuesta metabólica diferente en las cerdas, que se refleja en un mayor peso promedio del lechón al destete. Sin embargo, no se incrementa la eficiencia reproductiva posdestete. Por otra parte, se corroboró una mayor ineficiencia reproductiva posdestete en las cerdas primíparas, constituyendo el grupo al que debe brindarséle una atención especial. La integración de los procesos metabólicos al proceso reproductivo de las cerdas en lactación, siguen siendo un tópicó que requiere continuo estudio.

8. LITERATURA CITADA

- Abraham, G.E., F.S. Malimos, y R.Garza. 1977. Radioimmunoassay of steroids. In: G.E. Abraham (Editor), Handbook of Radioimmunoassay. M. Dekker Inc., New York, NY, pp. 591-656.
- Anderson, L.L. 1988. Ciclos reproductivos: cerdos. En Reproducción e inseminación artificial en animales. Hafez, E.S.E. 4ª ed. Edit. Interamericana p, 352.
- AOAC, 1980. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemist. 11th ed. Whashington, D.C.
- Armstrong, J.D., J.H. Britt y R.R. Kraeling. 1986. Effect of restriction of energy during lactation on body condition, energy metabolism, endocrine changes and reproductive performance in primiparous sows. J. Anim. Sci. 63: 1915-1925.
- Armstrong, J.D., R.R. Kraeling y J.H. Britt. 1988. Morphine supresses luteinizing hormone concentrations in transiently weaned sows and delays onset of estrus after weaning. J. Anim. Sci. 66: 2216-2223.
- Bauman, D.E. y W.E. Currie. 1980. Partition of nutrients during pregnancy and homeorhesis. J. Dairy Sci. 63: 1515.
- Bevers, M.M., A.H. Willemse y Th.A.M. Kruijff. 1978. Plasma prolactin levels in the sow during lactation and the post-weaning period as measured by radio-immunoassay. Biol. Reprod. 19: 628-634.
- Boyd, R.D., B.D. Moser, E.R. Peo, Jr. y P.J. Cunningham. 1978. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. J. Anim. Sci. 47: 883.
- Brendemuhl, J.H., A.J. Lewis y E.R. Peo, Jr. 1987. Effect of protein and energy intake by primiparous sows during lactation on sow and litter performance and sow serum thyroxine and urea concentrations. J. Anim. Sci. 64: 1060-1069.
- Brendemuhl, J.H., A.J. Lewis y E.R. Peo, Jr. 1989. Influence of energy and protein intake during lactation on body composition of primiparous sows. J. Anim. Sci. 67: 1478-1488.
- Brent, B.E., E.R. Miller, D.E. Ullrey y K.E. Kemp. 1973. Pospartum changes in nitrogenous constituents of sow milk. J. Anim. Sci. 36 (1): 73-78.
- Britt, J.H. y D.G. Levis. 1982. Effect of altering suckling intervals of early-weaned pigs on rebreeding performance of sows. Theriogenology 18: 201.

- Britt, J.H., J.D. Armstrong y N.M. Cox. 1988. Metabolic interfaces between nutrition and reproduction in pigs. 11th International congress on animal reproduction and artificial insemination. Ireland. pp, 117-125.
- Brooks, P.H., K.J. Cooper, G.E. Lamming y D.J.A. Cole. 1972. The effect of feed level during oestrus on ovulation rate in the gilt. *J. Reprod. Fert.* 30: 45-53.
- Brooks, P.H. 1982. The gilt for breeding and for meat. in *Control of pig reproduction*. D.J.A. Cole and G.R. Foxcroft, eds. Butterworths, London pp, 211-224.
- Campbell, C.S., y N.B. Schwartz. 1979. Time course of serum FSH suppression in ovariectomized rats injected with porcine follicular fluid (folliculostatin): Effect of estradiol treatment. *Biol. Reprod.* 20: 1093-1098.
- Clark, J.R., S.G. Brazier, L.M. Wiginton, G.R. Stevenson y L.F. Tribble. 1982. Time of ovarian follicle selection during the porcine estrous cycle. *Theriogenology* 18 (6): 697-709.
- Clark, L.K., A.D. Leman y R. Morris. 1988. Factors influencing litter size in swine: Parity-one females. *J.A.V.M.A.* 192 (2): 187-194.
- Coffey, M.T., R.W. Seerley y J.W. Mabry. 1982. The effect of source of supplemental dietary energy on sow milk yield, milk composition and litter performance. *J. Anim. Sci.* 55 (6): 1388-1394.
- Coffey, M.T., R.W. Seerley, R.J. Martin y J.W. Mabry. 1982. Effect of level, source and duration of feeding of supplemental energy in sow diets on metabolic and hormonal traits related to energy utilization in the baby pig. *J. Anim. Sci.* 55 (2): 329-336.
- Coffey, M.T., J.A. Yates y G.E. Combs. 1987. Effect of feeding sows fat or fructose during late gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 65: 1249-1256.
- Cox, N.M. y J.H. Britt. 1982. Relationships between endogenous gonadotropin-releasing hormone, gonadotropins, and follicular development after weaning in sows. *Biol. Reprod.* 27: 70-78.
- Cox, N.M., J.H. Britt, W.D. Armstrong y H.D. Alhusen. 1983. Effect of feeding fat and altering weaning schedule on rebreeding in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 56 (1): 21-29.
- Cox, N.M., M.J. Stuart, T.G. Althen, W.A. Bennett y H.W. Miller. 1987. Enhance of ovulation rate in gilt by increasing dietary energy and administering insulin during follicular growth. *J. Anim. Sci.* 64: 507-516.

- Crighton, D.B. y G.E. Lamming. 1969. the lactational anoestrus of the sow: The status of the anterior pituitary-ovarian system during lactation and after weaning. *J. Endocrinol.* 43: 507.
- Cromwell, G.L., D.D. Hall, A.J. Clawson, G.E. Combs, D.A. Knabe, C.V. Maxwell, P.R. Noland, D.E. Orr Jr. y T.J. Prince. 1989. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: A cooperative study. *J. Anim. Sci.* 67: 3-14.
- Cuarón, I.J.A. 1986. La actividad metabólica como base para la integración de programas de alimentación. II Simposio internacional " Avances en la nutrición del cerdo " AMENA-AMVEC " México, pp, 77-93.
- Dailey, R.A., J.R. Clark, N.L. First, A.B. Chapman y L.E. Casida. 1972. Effects of high and low feeding at two stages of the estrous cycle on follicular development in gilts from four genetic groups. *J. Anim. Sci.* 35 (6): 1210-1215.
- De Lange, P.G.B., G.J.M. Van Kempen, J.Klaver y M.W.A. Verstegen. 1980. Effect of condition of sows on energy balances during 7 days before and 7 days after parturition. *J. Anim. Sci.* 50 (5): 886-891.
- Eastham, P.R., W.C. Smith y C.T. Whittemore. 1988. Responses of lactating sows to food level. *Anim. Prod.* 46: 71-77.
- Elsaesser, F. y N. Parvizi. 1980. Partial recovery of the stimulatory estrogen feedback action on LH release during late lactation in the pig. *J. Reprod. Fertil.* 59: 63-67.
- Ezekwe, M.O. 1986. Effect of streptozotocin-induced diabetes in primiparous swine on subsequent reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 62: 1005-1011.
- Fernández, T.S. 1989. Valor energético de la melaza y complementación proteica en dietas para cerdos. Tesis M.C. F.E.S.-Cuautitlán, U.N.A.M. México.
- Flowers, B., M.J. Martin, T.C. Cantley y B.N. Day. 1989. Endocrine changes associated with a dietary-induced increase in ovulation rate (flushing) in gilt. *J. Anim. Sci.* 67: 771-778.
- Forbes, J.M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. Butterworths and Co.
- Foxcroft, G.R., H.J. Shaw, M.G. Hunter, P.J. Booth y R.T. Lancaster. 1987. Relationships between luteinizing hormone, follicle-stimulating hormone and prolactin secretion and ovarian follicular development in the weaned sow. *Biol. Reprod.* 36: 175-191.

- Fowler, V.R., R. McWilliam y R. Aitken. 1981. Voluntary feed intake of boars, castrates and gilts given diets of different nutrient density. *Anim. Prod.* 32: 357 (abstract).
- Friend, D.W. 1971. Self-selection of feed and water by swine during pregnancy and lactation. *J. Anim. Sci.* 32: 658.
- Frobish, L.T., V.C. Speer y V.W. Hays. 1966. Effect of protein and energy intake on reproductive performance in swine. *J. Anim. Sci.* 25: 729-733.
- Gallardo, E. y C. Dobler. 1984. Suplementación de aceite de girasol a la dieta de lactación de las cerdas y su efecto sobre la supervivencia y desarrollo de los lechones. *Memorias Reunión de Investigación Pecuaria en México.* p: 126.
- Ganong, W.F. 1982. *Fisiología Medica.* 8^{va} Ed. en Espanol, Edit. El manual moderno, México. pp 158-168.
- Gatel, F., J. Casting y J. Luchert. 1987. Changes in productivity and culling rate according to pregnancy feed intake and litter parity. *Livest. Prod. Sci.* 17: 247-261.
- Gerber, N. y K. Schneider. 1960. *Tratado práctico de los análisis de leche.* 11^{va} Ed. Madrid, España.
- Hausler, C.L., H.H. Hodson, Jr., D.C. Kuo, T.J. Kinney, V.A. Rauwolf y L.E. Strack. 1980. Induced ovulation and conception in lactating sow. *J. Anim. Sci.* 50 (5): 773-778.
- Hazel, L.N. y E.A. Kline. 1959. Mechanical measurement of fatness and carcass value of live hogs. *J. Anim. Sci.* 64: 1458.
- Hernández, G.H., L. Angeles y I.J.A. Cuarón. 1987. Alternativas en la formulación del suplemento energético para cerdas en el último tercio de la gestación. *Reunión de Investigación Pecuaria en México,* pp, 325-326.
- Hovell, F.D., R.M. MacPherson, R.M.J. Crofts y R.I. Smart. 1977. the effect of pregnancy, energy intake and mating weight on protein deposition and energy retention of female pigs. *Anim. Prod.* 25: 281-290.
- Johnston, L.J., D.E. Orr, Jr., L.F. Tribble y J.R. Clark. 1986. Effect of lactation and rebreeding phase energy intake on primiparous and multiparous sow performance. *J. Anim. Sci.* 63: 804-814.
- Johnston, L.J., R.L. Fogwell, W.C. Weldon, N.K. Ames, D.E. Ullrey y E.R. Miller. 1989. Relationship between body fat and postweaning interval to estrus in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 67: 943-950.

- Kasser, T.R., M.T. Coffey, R.W. Seerley y R.J. Martin. 1981. Glucose clearance rates in fat fed sows. *J. Anim. Sci.* 53 (Suppl. 1): 250.
- Kinder, J.E., M.S. Robinson y K. Imakawa. 1988. Influencia de la nutrición sobre la endocrinología reproductiva de la vaca productora de carne. Memorias del seminario internaciona. La importancia de la nutrición en la reproducción de bovinos. Colegio de posgraduados, México. p: 7-23.
- King, R.H. y A.C. Dunkin. 1986. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 3. The response to graded increases in food intake during lactation. *Anim. Prod.* 42: 119-125.
- King, R.H. y Williams. 1984a. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 1. Feeding level during lactation, and between weaning and mating. *Anim. Prod.* 38: 241-247.
- King, R.H. y Williams. 1984b. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 2. Protein and energy intakes during lactation. *Anim. Prod.* 38: 249-256.
- Kirkpatrick, R.L., B.E. Howland, N.L. First y L.E. Casida. 1967. Ovarian and pituitary gland changes in gilts on two nutrient energy levels. *J. Anim. Sci.* 26: 358-364.
- Kirkwood, R.N., S.K. Baidoo, F.X. Aherne y A.P. Sather. 1987. The influence of feeding level during lactation on the occurrence and endocrinology of the postweaning estrus in sows. *Can. J. Anim. Sci.* 67: 405-415.
- Kirkwood, R.N., E.S. Lythgoe y F.X. Aherne. 1987. Effect of lactation feed intake and gonadotrophin-releasing hormone on the reproductive performance of sows. *Can J. Anim. Sci.* 67: 715-719.
- Kirkwood, R.N., B.N. Mitaru, A.D. Gooneratne, R. Blair y P.A. Thacker. 1988. The influence of dietary energy intake during successive lactations on sow prolificacy. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 283-290.
- Kirkwood, R.N., P.A. Thacker, A.D. Gooneratne, B.L. Guedo y B. Laarveld. 1988. The influence of exogenous growth hormone on ovulation rate in gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 68: 1097-1103.
- Klaver, J., G.J.M. Van Kempen, P.G.B. de Lange, M.W.A. Verstegen y H. Boer. 1981. Milk composition and daily yield of different milk components as affected by sow condition and lactation/feeding regimen. *J. Anim. Sci.* 52 (5): 1091-1097.

- Klobasa, F. y J.E. Butler. 1987. Absolute and relative concentrations of immunoglobulins G, M, and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. *Amer. J. Vet. Res.* 48: 176.
- Klobasa, F., E. Werhahn y J.E. Butler. 1987. Composition of sow milk during lactation. *J. Anim. Sci.* 64: 1458-1466.
- Lewis, A.J., V.C. Speer y D.G. Haught. 1978. Relationship between yield and composition of sows milk and weight gains of nursing pigs. *J. Anim. Sci.* 47 (3): 634-638.
- Lodge, G.A. 1959. The composition of sow's milk during lactation with particular reference to the relationship between protein and lactose. *J. Dairy Res.* 26: 134.
- Love, R.J. 1979. Reproductive performance of first parity sows. *Vet. Rec.* 104: 238-240.
- Loeza, L.R., S. Fernández y J.A. Cuarón. 1987. Estrategias para el uso de niveles altos de melaza en la alimentación de cerdos en México. Memorias del III Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal A.C. Cocoyoc, Morelos.
- MacLean, C.W. 1969. Observations on non-infectious infertility. *Vet. Rec. Dic.* pp, 675-682.
- MacPherson, R.M., F.W.H. Elsley y R.I. Smart. 1969. The influence of dietary protein intake during lactation on the reproductive performance of sows. *Anim. Prod.* 11 (4): 443-451.
- Mahan, D.C., D.E. Becker, H.W. Norton y A.H. Jensen. 1971. Milk production in lactating sow and time lengths used in evaluating milk production estimates. *J. Anim. Sci.* 33 (1): 35-37.
- Martin, M.J., D.A. Redmer, J.J. Ford, R.K. Christenson y B.N. Day. 1986. Ovarian compensatory hypertrophy following unilateral ovariectomy in the suckled sow. *J. Anim. Sci.* 63: 572-578.
- Maurer, R.R., J.J. Ford y R.K. Christenson. 1985. Interval to first postweaning estrous and causes for leaving the breeding herd in large white, landrace, yorkshire and chester white females after three parities. *J. Anim. Sci.* 61 (6) : 1327-1334.
- May, J.V. y Schomberg, D.W. 1981. Granulosa cell differentiation in vitro: Effect of insulin on growth and functional integrity. *Biol. Reprod.* 25: 421-431.
- Mears, G.J. y V.E. Mendel. 1974. Correlation of food intake in lambs with adipocyte glucose metabolism and NEFA release. *J. Physiology.* 240: 625-637.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Moser, R.L., S.G. Cornelius, J.E. Pettigrew, H.E. Hanke, T.R. Heeg y K.P. Miller. 1987. Influence of postpartum feeding method on performance of the lactating sow. *Livest. Prod. Sci.* 16: 91-99.
- Mullan B.P. y W.H. Close. 1989. The mobilisation of body reserves by sows during their first lactation and its effect on reproductive performance. *J. Anim. Sci.* (abstract) p. 249.
- Mulloy, A.L., y P.V. Malven. 1979. Relationships between concentrations of porcine prolactin in blood serum and milk of lactating sows. *J. Anim. Sci.* 48 (4): 876-881.
- Nelssen, J.L., A.J. Lewis, E.R. Peo, Jr. y J.D. Crenshaw. 1985. Effect of dietary energy intake during lactation on performance of primiparous sows and their litters. *J. Anim. Sci.* 61 (5): 1164-1171.
- Noblet, J. y M. Etienne. 1986. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. *J. Anim. Sci.* 63: 1888.
- Noblet, J. y M. Etienne. 1987. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 64: 774-781.
- NRC, 1979. National Research Council. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 2. Eight Revised Ed. Nutrient Requirements of Pigs. National Academy of Sciences- National Research Council Washington, D. C. USA.
- NRC, 1987. National Research Council. Predicting feed intake of food producing animals, first Ed. National Academy Press. Washington, D. C. USA.
- NRC, 1988. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of swine. Ninth Revised Ed. National Academy of Sciences-National Research Council Washington, D. C. USA.
- NSIF, 1987. Guidelines for uniform Swine improvement programs. National Swine Improvement Federation. USA.
- Orr, R.M. 1977. A study on the role of body fatness in the control of voluntary feed intake in sheep. Ph D. thesis, University of Edinburgh.
- Palmer, W.M., H.S. Teague y W.G. Venzke. 1965. Macroscopic observations on the reproductive tract of the sow during lactation and early post-weaning. *J. Anim. Sci.* 24: 541-545.
- Pettigrew, J.E., Jr. 1981. Supplemental dietary fat for periparturient sows: A review. *J. Anim. Sci.* 53: 107.

- Pollmann, D.S., D.M. Danielson, M.A. Crenshaw and E.R. Peo, Jr. 1980. Long term effects of dietary additions of alfalfa and tallow on sow reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 51: 294.
- Pond, W.G., L.D. VanVleck y D.A. Hartman. 1962. Parameters for milk yield and for percents of ash, dry matter, fat and protein in sows. 1962. *J. Anim. Sci.* 293-297.
- Rainey, M.R., H.E. Schneller y N.M. Cox. 1987. *J. Anim. Sci.* 65 (Suppl. 1): 370, abstr.
- Reese, D.E., B.D. Moser, E.R. Peo, Jr., A.J. Lewis, D.R. Zimmerman, J.E. Kinder y W.W. Stroup. 1982a. Influence of energy intake during lactation on the interval from weaning to first estrus in sows. *J. Anim. Sci.* 55 (3): 590-598.
- Reese, D.E., B.D. Moser, E.R. Peo, Jr., A.J. Lewis, D.R. Zimmerman, J.E. Kinder y W.W. Stroup. 1982b. Influence of energy intake during lactation on subsequent gestation, lactation and postweaning performance of sows. *J. Anim. Sci.* 55 (4): 867-872.
- Reese, D.E. 1986. Effects of nutrition and management on the reproductive efficiency of top producing sows. *Anim. Health and Nut.* Feb, p: 22-29.
- Rhind, S.M. y A.C. McNeilly. 1986. Follicle populations, ovulation rates and plasma profiles of LH, FSH y prolactin in Scottish Blackface ewes in high and low levels of body condition. *Anim. Reprod. Sci.* 10: 105-115.
- Robles, C.A. 1988. Consumo de alimento. *Memorias del 3^{er} Simposio internacional: avances en la nutrición del cerdo.* AMENA-AMVEC, Mexico.
- Rodríguez-Marquez, M.C. y J.A. Cuarón. 1990. Dietary energy source on ovulation in swine. *J. Anim. Sci.* supplement 1: p 199. (Abstract).
- Rodríguez, M. 1990. Efecto de tres fuentes de energía sobre la tasa de ovulación y cambios en el perfil hormonal en cerdas. Tesis de Maestría FMVZ UNAM.
- Salmon-Legagneur, E. 1956. La mesure de la production laitière chez la truie. *Ann. Zootech.* (Paris) 5: 95.
- SAS, 1986. *SAS User's Guide: Statistics.* SAS inst., Inc., Cary, NC.
- Seerley, R.W., T.A. Pace, C.W. Foley and R.D. Scarth. 1974. Effect of energy intake prior to parturition on milk lipids and survival rate, thermostability and carcass composition of piglets. *J. Anim. Sci.* 38 : 64.

- Seerley, R.W., F.M. Griffin y H.C. McCampbell. 1978. Effect of sow's milk and piglet carcass composition. *J. Anim. Sci.* 46 (4): 1009-1017.
- Seerley, R.W., J.S. Maxwell y H.C. McCampbell. 1978. A comparison of energy sources for sows and subsequent effect on piglets. *J. Anim. Sci.* 47 (5): 1114-1120.
- Shaw, H.J. y G.R. Foxcroft. 1985. Relationships between LH, FSH y prolactin secretion and reproductive activity in the weaned sow. *J. Reprod. Fert.* 75: 17-28.
- Sheffy, R.E., K.M. Shahani, R.H. Grummer, P.H. Phillips y H.H. Sommer. 1952. Nitrogen constituents of sow's milk as affected by ration and stage of lactation. *J. Nutr.* 48: 103-114.
- Shurson, G.C., M.G. Hogberg, N. DeFever, S.V. Radecki y E.R. Miller. 1986. Effects of adding fat to the sow lactation diet on lactation and rebreeding performance. *J. Anim. Sci.* 62: 672-680.
- Smith, M.S. 1978. The relative contribution of suckling and prolactin to the inhibition of gonadotropin secretion during lactation in the rat. *Biol. Reprod.* 19: 77-83.
- Soria, R.J., R. Aveldaño y C.A. Ortiz. 1987. Levantamiento fisiográfico del estado de Querétaro. CIFAP-Guanajuato, INIFAP, SARH. México.
- Speer, V.C. y D.F. Cox. 1984. Estimating milk yield of sow. *J. Anim. Sci.* 59 (5): 1281-1285.
- Stahly, T.S., G.L. Cromwell y W.S. Simpson. 1979. Effects of full vs restricted feeding of the sow immediately postpartum on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 49 (1): 50-54.
- Stahly, T.S. y G.L. Cromwell. 1979. Effects of environmental temperature and dietary fat supplementation on the performance and growing and finishing swine. *J. Anim. Sci.* 49: 1478.
- Stahly, T.S., G.L. Cromwell y W.S. Simpson. 1980. Effects of level and source of supplemental fat in the lactation diet of sows on the performance of pigs from birth to market weight. *J. Anim. Sci.* 51: 352.
- Steele, N.C., J.P. McMurtry y R.W. Rosebrough. 1985. Endocrine adaptations of periparturient swine to alteration of dietary energy source. *J. Anim. Sci.* 60 (5): 1260-1271.
- Stevenson, J.S., J.K. Huff y H.H. Britt. 1978. Luteinizing hormone, estrogens and progesterone during lactation and after weaning in sows. *J. Anim. Sci.* 47 (Suppl. 1), 393.

- Stevenson, J.S., N.M. Cox y J.H. Britt. 1981. Role of the ovary in controlling luteinizing hormone, follicle stimulating hormone and prolactin secretion during and after lactation in pigs. *Biol. Reprod.* 24: 341-353.
- Strang, G.S. 1970. Litter productivity in large white pigs. *Anim. Prod.* 1970. 12 (2): 225-233.
- Svajgr, A.J., D.L. Hammell, M.J. Degeeter, V.W. Hays, G.L. Cromwell y R.H. Dutt. 1972. Reproductive performance of sows on a protein-restricted diet. *J. Reprod. Fert.* 30: 455-458.
- Svajgr, A.J., V.W. Hays, G.L. Cromwell y R.H. Dutt. 1974. Effect of lactation duration on reproductive performance of sows. *J. Anim. Sci.* 38 (1): 100-105.
- Tejada, H.I. 1983. Manual de laboratorio para el análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. PAIEPEME, A.C. México.
- Tubbs, . 1988. *J. Anim. Sci.* supplement 1 (Abstract).
- Tribble, L.F., y D.E. Orr, Jr. 1982. Effect of feeding level after weaning on reproduction in sows. *J. Anim. Sci.* 55 (3): 608-612.
- Veldhuis J.D. y L.A. Kolp. 1985. *Endocrinology* 116: 651-659.
- Veldhuis J.D. y R.W. Furlanetto. 1985. *Endocrinology* 116: 1235-1242.
- Verstegen, M.W.A., J. Mesu, G.J.M. Van Kempen y C.Geerse. 1985. Energy balances of lactating sows in relation to feeding level and stage of lactation. *J. Anim. Sci.* 60 (3): 731-740.
- Villa-Godoy, A. y R.L. Fogwell. 1987. Asociación del nivel de producción de leche y/o estado energético con algunas funciones reproductivas de vacas lecheras. Memorias, Reunión de investigación pecuaria en México. México, pp, 375-376.
- White, C.E., H.H. Head, K.C. Bachman y F.W. Bazer. 1984. Yield and composition of milk and weight gain of nursing pigs from sows fed diets containing fructose or dextrose. *J. Anim. Sci.* 59 (1): 141-150.
- White, C.E., H.H. Head y F.W. Bazer. 1984. Response of plasma glucose, fructose and insulin to dietary glucose and fructose in the lactating sow. *J. Nutr.* 114 (2): 361-367.
- Whittemore, C.T., M.F. Franklin y B.C. Pearce. 1980. Fat changes in breeding sows. *Anim. Prod.* 31: 183-190.

- Whittemore, C.T. y H. Yang. 1989. Physical and chemical composition of the body of breeding sows with differing body subcutaneous fat depth at parturition, differing nutrition during lactation and differing litter size. *Anim. Prod.* 48: 203-212.
- Yang, H., P.R. Eastham, P. Phillips y C.T. Whittemore. 1989. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing nutrition during lactation, and differing litter size. *Anim. Prod.* 48: 181-201.
- Yang, H., P.R. Eastham, P. Phillips and C.T. Whittemore. 1989. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation and differing litter size. *Anim. Prod.* 48: 181-201.
- Zimmerman, D.R. y J.D. Kopf. 1988. Effect of genetic selection for high ovulation rate in swine on follicle populations during the preovulatory period. *J. Anim. Sci.* (Abstract) p, 151.