

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA EN LA ALIMENTACION DE
CERDAS PRIMERIZAS ANTES DE LA MONTA Y EN CERDAS GESTANTES

IRENE LIZANO CRUZ

TESIS PRESENTADA PARA OBTAR AL TITULO DE
LICENCIADO EN INGENIERIA AGRONOMICA
CON ENFASIS EN ZOOTECNIA

ESCUELA DE ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

1989

Efecto de diferentes niveles de energía en la alimentación de
cerdas primerizas antes de la monta y en cerdas gestantes

Irene Lizano Cruz

Tesis presentada en la Facultad de Agronomía
como requisito parcial para optar al
grado académico de Licenciado en Zootecnia

Aprobada por:



Dr. Carlos Campabadal H., Ph.D.

Director de Tesis



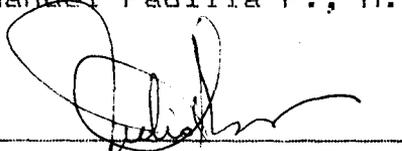
Ing. Agr. Jorge Solís V.

Miembro Tribunal Tesis



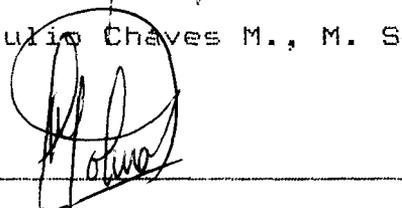
Ing. Agr. Manuel Padilla P., M. Sc.

Miembro Tribunal Tesis



Ing. Agr. Julio Chaves M., M. Sc.

Miembro Tribunal Tesis



Dr. Jose Ramón Molina V., Ph.D.

Director de Escuela

11 de agosto de 1989

DEDICATORIA

A mis padres

A Alejandro

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Carlos Campabadal H., Ph.D. por su ayuda y dirección de la presente investigación.

A la empresa Porcina Americana S.A.

A los señores miembros del tribunal examinador por sus consejos, sugerencias y enseñanzas.

Al personal de Audiovisuales por toda la ayuda brindada.

A todos mis compañeros, pero en especial a Norma Sequeira, Daniel Wilson, Jorge Ruiz, Miguel Fonseca y Jorge Moya por los momentos compartidos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo.

INDICE

	Página
TITULO	i
APROBACION	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	xi
RESUMEN	xiii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
Taza de ovulación	9
"Flushing"	11
Mortalidad embrionaria	14
MATERIALES Y METODOS	18
Procedimiento experimental	18
Experimento 1	18
Objetivo	18
Animales experimentales	18
Tratamientos	19
Experimento 2	19
Objetivo	19
Animales experimentales	19
Tratamientos	20
Procedimiento general	20

	Página
Experimento 1	20
Alimentación	20
Dietas	20
Prácticas de manejo	21
Experimento 2	24
Alimentación	24
Dietas	24
Prácticas de manejo	24
Análisis químico	24
Parámetros evaluados	26
Experimento 1	26
Experimento 2	26
Análisis estadístico	26
Experimento 1	26
Experimento 2	27
Análisis económico	28
Experimento 1	28
Experimento 2	29
RESULTADOS	31
Efecto del nivel de energía en cerdas primerizas antes de la monta sobre los rendimientos productivos	31
Número total de lechones nacidos	31
Número de lechones nacidos vivos	31
Porcentaje de mortalidad	31
Peso del lechón al nacimiento	31

	Página
Peso total de la camada	33
Análisis económico	33
Efecto del nivel de energía en cerdas gestantes	33
Número total de lechones nacidos	33
Número de lechones nacidos vivos	36
Porcentaje de mortalidad	36
Peso del lechón al nacimiento	36
Peso de la camada al nacimiento	36
Cambio de peso de la cerda	36
Efecto del número de parto	37
Número total de lechones nacidos	37
Número de lechones nacidos vivos	37
Porcentaje de mortalidad	37
Peso del lechón al nacimiento	37
Peso de la camada al nacimiento	39
Cambio de peso de la cerda	39
Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto	39
Análisis económico	43
DISCUSION	45
CONCLUSIONES	50
Experimento 1	50
Experimento 2	50
RECOMENDACIONES	52
LITERATURA CITADA	53

APENDICE

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición porcentual y nutritiva de la dieta para el período premonta en cerdas primerizas	22
2. Composición porcentual y nutritiva de la dieta de gestación para las cerdas primerizas	23
3. Composición porcentual y nutritiva de la dieta de gestación para las cerdas multíparas	25
4. Costo de las materias primas	30
5. Costo de las dietas experimentales	30
6. Efecto del nivel de energía antes de la monta sobre los rendimientos productivos al parto en cerdas primerizas	32
7. Efecto de diferentes niveles de energía en cerdas primerizas durante el período premonta sobre los rendimientos económicos	34
8. Efecto del nivel de energía sobre los rendimientos productivos en cerdas gestantes	35
9. Efecto del número de parto sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes	38
10. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el número de lechones totales	40
11. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el número de lechones nacidos vivos	40
12. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el porcentaje de mortalidad	41

Cuadro	Página
13.Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el peso de los lechones al nacimiento	41
14.Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el peso de la camada al nacimiento	42
15.Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el cambio de peso de las cerdas gestantes	42
16.Efecto de diferentes niveles de energía en cerdas gestantes durante el período premona sobre los rendimientos económicos	44

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro	Página
1. Comparación de medias mediante la prueba de T para evaluar el efecto del nivel de energía sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas antes de la monta	65
2. Efecto del nivel de energía sobre el porcentaje de mortalidad	66
3. Efecto del número de parto sobre el porcentaje de mortalidad	66
4. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el porcentaje de mortalidad	67
5. Análisis de variancia para la variable número de lechones totales	68
6. Análisis de variancia para la variable número de lechones vivos	69
7. Análisis de variancia para la variable porcentaje de mortalidad	70
8. Análisis de variancia para la variable peso del lechón al nacimiento	71
9. Análisis de variancia para la variable peso de la camada	72
10. Análisis de variancia para la variable cambio de peso de la cerda durante la gestación	73
11. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el número de lechones totales	74

12.Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el número de lechones nacidos vivos	75
13.Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el porcentaje de mortalidad	76
14.Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el peso de los lechones al nacimiento	77
15.Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el peso total de la camada al nacimiento	78
16.Comportamiento individual de las cerdas gestantes sobre el número de lechones totales, vivos y el porcentaje de mortalidad	79
17.Comportamiento individual de las cerdas gestantes sobre el peso del lechón al nacimiento, peso de la camada al nacimiento y cambio de peso de la cerda	80

RESUMEN

Se realizaron 2 experimentos en los cuales se evaluó el efecto de diferentes niveles de energía sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas antes de la monta (Experimento 1) y de cerdas gestantes (Experimento 2).

En el primer experimento un total de 30 cerdas híbridas (Yorkshire X Landrace), que habían presentado su segundo celo fueron divididas en 2 grupos experimentales de 15 cerdas cada uno y alojadas en jaulas individuales hasta el momento de la monta. La alimentación se basó en una dieta de 3000 kcal de energía digestible (ED) en una cantidad de 2 kg/cerda/día del día 0 al día 7 y luego por un período de 14 días se les suministró a las cerdas del grupo testigo 2 kg diarios (6000 kcal/día) y 3 kg/cerda/día a las cerdas del otro grupo experimental (9000 kcal/día). El agua se suministró a libre voluntad. Los parámetros evaluados fueron: número de cerdos nacidos totales, número de cerdos nacidos vivos, porcentaje de mortalidad al nacimiento, peso individual del lechón al nacimiento y peso de la camada al nacimiento. Los resultados fueron evaluados con una comparación de medias mediante una prueba de T. Se encontró un efecto positivo ($P < 0,05$) en las cerdas que consumieron el mayor nivel de energía sobre los parámetros número de lechones nacidos vivos, porcentaje de mortalidad, peso del lechón al nacimiento sobre el peso de la camada al nacimiento. Desde el punto de vista económico el tratamiento que presentó el mayor ingreso bruto por efecto de alimentación, fue el de 9000 kcal de ED/día.

En el segundo experimento un total de 36 cerdas híbridas (Yorkshire X Landrace) fueron divididas de acuerdo al número de parto (segundo, tercero y cuarto) en 3 grupos experimentales de 12 cerdas cada uno, los animales fueron alojados en jaulas individuales durante un periodo de 110 días. La alimentación se basó en una dieta de 3300 kcal de energía digestible (ED), recibiendo las cerdas 1,82 kg; 2,12 kg; y 2,42 kg según el nivel de energía. El agua se suministró a libre voluntad. Los parámetros evaluados fueron: número de cerdos nacidos totales, número de cerdos nacidos vivos, porcentaje de mortalidad al nacimiento, peso individual del lechón al nacimiento, peso de la camada al nacimiento y cambio de peso de la cerda en gestación. Los resultados fueron analizados utilizando un diseño factorial, evaluándose el efecto del tratamiento, del número de parto y la interacción entre ambos. Se fijó una probabilidad del 5 %. Las diferencias entre medias se compararon por medio de la prueba de Duncan. Los resultados obtenidos indican que un mayor consumo de energía en cerdas gestantes tuvo un efecto positivo significativo ($P \leq 0,05$) sobre el peso del lechón al nacimiento y el cambio de peso de las cerdas. También se observó un efecto sobre el número de parto obteniéndose un mayor peso del lechón al nacimiento y de la camada al nacimiento en las cerdas de cuarto parto. Desde el punto de vista económico, el tratamiento que presentó el mayor ingreso bruto por efecto de alimentación fue el de 6000 kcal de ED/día.

INTRODUCCION

La industria porcina ha llegado a ser en los últimos años, una de las actividades más importantes en el campo de la empresa pecuaria, debido al poco espacio físico que se requiere para albergar a un número considerable de animales, y al mismo tiempo por la prolificidad y habilidad de la especie en convertir los alimentos ingeridos en otros alimentos más nutritivos para el hombre en un lapso de tiempo relativamente corto.

Una de las variables más relevantes dentro del manejo general es la alimentación. La nutrición es el factor que generalmente está bajo el control directo del productor y que puede ser manipulado por conveniencia. Con una alimentación adecuada y económica se pueden obtener animales más pesados, permitiendo engordar cerdos en un menor tiempo. Una manera de lograr este objetivo es prestando la debida atención a las dietas de cerdas reproductoras, para que con ello produzcan lechones sanos y viables, que mejoren la rentabilidad de la empresa.

La muerte prematura de lechones sanos, sobre todo dentro de los primeros 5 días post-parto, constituye una de las principales pérdidas para la mayoría de los porcicultores, debido a una inadecuada alimentación de las madres.

La alimentación de la cerda gestante es una de las prácticas más importantes en la nutrición porcina, ya que excesos o deficiencias de nutrientes afectan los futuros rendimientos reproductivos y productivos. Los requerimientos de alimento y energía de la cerda durante ésta etapa pueden variar con el peso

vivo, el peso alcanzado durante la preñez y otros parámetros de manejo y ambientales.

Un exceso de alimento luego de la monta, además de aumentar los costos de producción, puede provocar problemas tales como un menor número de óvulos fertilizados, reabsorción embrionaria; lo que se traduce en camadas poco numerosas al momento del parto; además, si hay sobrepeso, puede causar problemas en el proceso de expulsión de los lechones. Lo anterior podría ser contradictorio, sobretodo con relación a la práctica de "flushing" o alimentación de refuerzo, la cual ha demostrado ser benéfica en el caso de las cerdas primerizas pero no así en las adultas. El "flushing" en cerdas primerizas puede trabajar cuando las cerdas servidas son muy jóvenes y muy flacas. Pero si la cerda primeriza ha sido manejada y alimentada adecuadamente podría no ser necesario el "flushing".

Debido a la importancia de la alimentación de las cerdas reproductoras y a la diversidad de resultados obtenidos en diferentes investigaciones al incluir diferentes niveles de energía, el objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto biológico y económico sobre los rendimientos productivos en la utilización de diferentes niveles de energía en la alimentación de la cerda reproductora.

Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto biológico y económico de diferentes niveles de energía (6000 y 9000 Kcal de energía digestible (ED)/día) en cerdas primerizas antes de la monta.

2. Evaluar el efecto biológico y económico de diferentes niveles de energía (6000, 7000 y 8000 Kcal de ED/día) en cerdas gestantes.

REVISION DE LITERATURA

El mayor costo de la producción animal radica en la provisión de alimentos adecuados (Maynard et al., 1981). El papel del consumo de alimento como un factor que afecta los rendimientos reproductivos ha sido investigado y muchos de los principios básicos han sido aclarados (Cole, 1982; Hughes y Varley, 1980).

La producción de una explotación porcina está determinada entre otros factores por la capacidad reproductora de las cerdas madres. Esta capacidad está determinada a su vez por una serie de factores entre los que se destacan: la edad en el momento de la pubertad, el índice de ovulación, el índice de concepción, el anestro, el tamaño de la camada y el peso al nacer. Aproximadamente dos terceras partes de la vida de la cerda corresponde al período de gestación, por lo que los recursos dados a la cerda a través de la gestación son una consideración importante y determinante del éxito o fracaso del sistema (Hughes y Varley, 1980).

El consumo de energía en las cerdas durante la gestación y la lactación es el principal factor que afecta la prolificidad. La cantidad de alimento requerido por la cerda reproductora está determinado primeramente por su requerimiento de energía para una reproducción satisfactoria y para mantener los procesos corporales normales (Holden y Frobish, 1979; Libal y Wahlstrom, 1977). El suministro de alimento a las cerdas durante la preñez debe basarse en los requerimientos para un óptimo desarrollo de

la cerda y sus fetos (Boyd et al., 1978b). Las necesidades de nutrientes dependen de 2 funciones productivas diferentes, en primer lugar, las necesidades para el mantenimiento del propio animal gestante y, en segundo lugar, la provisión de un ambiente adecuado y de un aporte de nutrientes para el feto en desarrollo. Las primeras necesidades superan las propias del mantenimiento de un animal adulto, ya que los cambios endocrinos que se producen durante la gestación incluyen un incremento de la tasa metabólica basal, un mayor tamaño y vascularización del útero, así como la preparación de la glándula mamaria para la lactación (Libal et al., 1985; NRC, 1988; Pond y Maner, 1984; Verstegen et al., 1987).

La nutrición del feto depende de la transferencia de nutrientes a través de la placenta desde la sangre materna. Resulta claro que la nutrición fetal correcta depende, por lo tanto, de que circulen niveles adecuados de nutrientes en la sangre de la madre (Pond y Maner, 1984). Los requerimientos alimenticios para el desarrollo fetal son pequeños, especialmente al inicio de la preñez, comparados con los requerimientos de mantenimiento y ganancia de peso de la cerda (Verstegen et al., 1987).

Por consiguiente, aparece claramente la necesidad de proporcionar una nutrición suficiente a la cerda gestante para que sean normales la reproducción y la capacidad materna (incluyendo la lactación posterior) y para obtener una descendencia normal que no manifieste un atraso en el desarrollo

post natal debido a una mala nutrición prenatal (Pond y Maner, 1984).

Un régimen alimenticio que mantenga el peso corporal durante la gestación y que permita una ganancia de peso que se pueda explicar por el desarrollo fetal y las membranas fetales con ningún efecto detrimental en el rendimiento reproductivo, puede mejorar la eficiencia energética total de la reproducción (Frobish et al., 1973).

La ganancia de peso en la cerda debe ser adecuada para un óptimo funcionamiento reproductivo y una mayor longevidad. Las cerdas no deben movilizar los nutrientes almacenados para satisfacer los requerimientos de crecimiento. Las cerdas flacas necesitan recibir alimento a un nivel que además de satisfacer los requerimientos del desarrollo fetal de los lechones pueda mejorar las condiciones de la cerda (Verstegen et al., 1987). Es evidente que las cerdas gestantes pueden utilizar sus reservas de tejido para satisfacer los requerimientos de aminoácidos y energía que necesitan para el desarrollo fetal bajo condiciones severas de desnutrición de energía y proteína. Sin embargo, desnutriciones de proteína y energía pueden llevar a una reserva insuficiente de tejidos de proteína para un buen rendimiento en la lactación (Willis y Maxwell, 1984).

Variando ampliamente el consumo de energía produce pocos efectos consistentes en el rendimiento de la cerda en gestación (Brown y Tucker, 1966; Frobish et al., 1966; Lodge et al., 1966b; Pond et al., 1981), excepto en algunas ocasiones que el tamaño de

la camada al nacimiento decrece con consumos muy altos de energía (Libal y Wahlstrom, 1977; Mayrose et al., 1966). En contraste, el rendimiento en la lactación ha sido mejorado incrementando el consumo de energía durante la gestación (Baker et al., 1969; Buitrago et al., 1970; Frobish, 1970).

Elsley et al. (1968) estudiaron el consumo de alimento durante la gestación y lactación por 3 generaciones y encontraron que conforme se aumentaba el consumo de alimento durante la preñez se incrementaba el peso al nacer y al destete, especialmente durante el segundo y tercer parto.

La pobre sobrevivencia de lechones del nacimiento al destete continúa siendo un problema en la industria porcina (Cromwell et al., 1989; Pond et al., 1981). La mayoría de estas muertes ocurren dentro de los 3 días post parto y pueden ser atribuidas a lechones que han nacido débiles; bajo peso al nacimiento, particularmente en camadas grandes (Cromwell et al., 1989), falta de una adecuada reserva de energía en los lechones al nacimiento (Libal y Wahlstrom, 1979); aplastamiento por la madre, inanición y frío. Generalmente estas causas son el resultado de la inhabilidad del lechón, durante los primeros días de vida, a satisfacer adecuadamente sus requerimientos de energía metabólica para mantener las funciones vitales del cuerpo. El lechón, hasta alrededor de 3 ó 4 días de edad, tiene dificultad en ajustarse a el estrés ambiental para el cual requiere altos niveles de energía (Christopherson et al., 1984; Seerley et al., 1974). El lechón nace con limitadas reservas de energía

utilizable, principalmente en forma de grasa y glicógeno. Estas reservas son rápidamente agotadas después del nacimiento y puede hacer sólo un uso limitado de la grasa de la dieta debido a un sistema enzimático subdesarrollado (Christopherson et al., 1984). El lechón depende totalmente de la leche de la madre para proveer su nutrición, es crítico que mame tan pronto como sea posible después del nacimiento, para evitar el rápido agotamiento de las reservas de energía (Coffey et al., 1982).

El peso al nacimiento de los cerdos parece estar correlacionado directamente con el consumo de energía de la cerda durante la gestación (Baker et al., 1969; Kortan, 1979; Libal y Wahlstrom, 1977). Investigaciones realizadas por Fahmy y Bernard (1971), Speer (1970) y Vestal (1936) muestran la viabilidad y sobrevivencia postnatal mejorada con un incremento en el peso al nacimiento de los cerdos.

Algunos autores (Boyd et al., 1978a; Seerley et al., 1978b) sugieren la posibilidad de incrementar la reserva de energía en las camadas de cerdas alimentadas con un incremento de energía durante el final de la gestación. Tal incremento podría favorecer la sobrevivencia (Boyd et al., 1978b) através de incrementar el contenido de energía en el neonato e incrementar la secreción de energía en la leche, o ambos (Seerley et al., 1978a).

Un resumen de 29 experimentos efectuado por Henry y Etienne (1978); citados por Cromwell et al., 1989; indicó que, con un rango por encima de 3 a 12 Mcal de energía digestible (ED)/día,

el promedio de peso de cerdos al nacimiento incrementó por 15 g en camadas de cerdas primerizas y por 37 g en camadas de cerdas multiparas por cada Mcal adicional de ED consumida/día durante la gestación. El NRC (1988) reporta que incrementando el consumo de alimento al final de la gestación puede incrementar el promedio del peso al nacimiento de los lechones en 50 g.

Un alto porcentaje de los tejidos fetales son depositados durante las últimas 3 semanas de gestación (Elsley et al., 1968; Mitchell et al., 1931). Adicionalmente, los nutrientes alimenticios parecen ser más eficientemente utilizados durante el final de la gestación (Pike, 1970). Así dando a la cerda alimento adicional durante las últimas 3 ó 4 semanas de gestación, puede ser un método práctico para incrementar el peso al nacimiento y por lo tanto aumentar la tasa de sobrevivencia de los lechones (Cromwell et al., 1989). Sin embargo, otros reportes no encontraron una respuesta positiva a la suplementación de energía en la dieta materna durante el final de la gestación (Allee y Savola 1978; citado por Pond et al., 1981).

Taza de ovulación

Una importante variable biológica que controla la prolificidad de la producción de cerdos es el tamaño de la camada. El límite superior del tamaño de la camada está establecido por el número de óvulos liberados, aunque el verdadero tamaño de la camada está determinado por el número de

óvulos fertilizados y el posterior desarrollo en la cría (Frobish, 1970; Kirkwood y Thacker, 1988).

Es aparente que un nivel alto de alimentación o de energía resulta en un incremento en la tasa de ovulación, y una alta tasa de ovulación en cerdas primerizas está usualmente asociado con un incremento en el número de embriones (Blichfelkt y Almlid, 1982 citados por Kirkwood y Thacker, 1988; Brooks y Cole, 1971), también está asociado con una mayor mortalidad embrionaria (Emerson y Henricks; 1977 citados por Kirkwood y Thacker, 1988; Hartog y Kempen, 1980). Así mientras que un efecto nutricional en la sobrevivencia embrionaria no está totalmente excluido, Kirkwood y Thacker (1988) sugieren que mucho, pero no todo el incremento en la mortalidad embrionaria asociado con un alto nivel de alimentación antes del apareamiento en cerdas primerizas, es una consecuencia de una alta ovulación.

La tasa de ovulación ha sido aumentada en la cerda primeriza incrementando el consumo de alimento o de energía antes del apareamiento (Christian y Nofziger, 1952; Self et al., 1955; Sorensen et al., 1961), e incrementando el consumo de alimento o energía por 4 a 10 días antes del apareamiento (Kirkpatrick et al., 1967a, 1967b; Mc Gillivray et al., 1962; Zimmerman et al., 1960). Otros investigadores sugieren que la tasa de ovulación puede ser afectada aumentando el consumo de alimento por periodos tan cortos como 1 día. Lodge y Hardy (1968) reportaron que incrementando el consumo de alimento (de 1,4 a 4,1 kg), alimentando 1 vez al día 12 horas después del inicio del estro,

aumentó significativamente la tasa de ovulación de 12,14 a 14,71 óvulos.

Brooks y Cole (1971) también reportaron un incremento significativo en la tasa de ovulación cuando el consumo de alimento fue incrementado (de 1,8 a 3,6 kg) en el día del apareamiento (primer día del estro), pero no cuando este incremento fue hecho un día después del apareamiento.

Una alta tasa de ovulación como resultado de incrementar el consumo de alimento por un día sólo puede ser importante si se refleja por un incremento en el número de lechones nacidos (Brooks y Cole, 1971).

En algunos casos un alto consumo de energía no afecta ni la tasa de ovulación ni la sobrevivencia embrionaria (Goode et al., 1960; Haines et al., 1959). El consumo de energía en un rango de 3000 a 10 000 Kcal de EM por día tuvo un pequeño efecto en el número de cerdos nacidos vivos, pero esto resultó en una reducción en el peso de los lechones al nacimiento (Baker et al., 1969; Clawson et al., 1963; Elsley et al., 1969; Lodge et al., 1966a; O'Grady, 1967; Vermedahl et al., 1969). Por otro lado Lodge (1969) y Self et al. (1960) reportaron que una restricción de energía durante la gestación tuvo un pequeño efecto en el número de cerdos nacidos vivos y/o en el peso al nacimiento.

"Flushing"

Se conoce que tanto la cantidad de alimento que se suministra como la densidad energética de la misma, influyen

sobre la vida reproductiva de la cerda, ya sea primeriza o adulta. Las cerdas primerizas tienen demandas adicionales de crecimiento, pero una menor necesidad de mantenimiento por tener un menor tamaño corporal (Libal et al., 1985).

El tamaño de la camada en cerdas es una función de los diferentes procesos reproductivos tales como ovulación, fertilización, implantación y la sobrevivencia embrionaria durante la gestación (Grandhi, 1988). Este puede aumentarse incrementando la tasa de ovulación y de concepción o reduciendo las pérdidas en los períodos pre y post natales (Nielsen, 1980).

El número de cerdos nacidos en el primer parto es menor que en partos subsecuentes (Mac Pherson et al., 1977; Wrathall, 1971). Las cerdas primerizas generalmente tienen un menor tamaño de la camada debido a la menor tasa de ovulación. La tasa de ovulación incrementa claramente en los primeros estros después de la pubertad (Wrathall, 1971) y el apareamiento es atrazado frecuentemente para que así las cerdas primerizas estén en el segundo o tercer estro (Brendemhl et al., 1987).

En el momento de la ovulación suficientes óvulos tienen que ser liberados en la condición apropiada para que la fertilización de un gran número de óvulos sea posible. El verdadero tamaño de la camada al nacimiento es con frecuencia más bajo que la tasa de ovulación por las pérdidas prenatales, las cuales pueden estar en un intervalo de 20 a 40 % de los óvulos liberados (Scofield, 1972).

En la cerda primeriza se ha encontrado que el incrementar el

consumo de alimento o de energía antes del estro, en el cual se va a aparear, incrementa la tasa de ovulación, mientras que el tamaño de la camada es relativamente constante debido a la baja sobrevivencia embrionaria. Si el consumo de alimento o de proteína se mantiene bajo a través de la preñez, hay una reducción en el peso al nacimiento (Atinmo et al., 1974; Baker et al., 1969; Lodge et al., 1966a).

Hughes y Varley (1980) sugieren que una tasa de ovulación de por lo menos 12 - 14 óvulos fue necesario para asegurar que la tasa de ovulación no limitó el tamaño de la camada en cerdas primerizas. Anderson y Melampy (1972), Davis et al. (1987) y Gadd (1988a), sugieren que la tasa de ovulación en las cerdas primerizas puede ser mejorada incrementando la ración alimenticia ("flushing") o alimentando con dietas altas en energía antes del apareamiento. Sin embargo, la sobrevivencia embrionaria es frecuentemente reducida si los altos niveles de consumo de alimento continúan después del apareamiento (Aherne y Kirkwood, 1985).

El "flushing" tiene por finalidad el aumentar el número de óvulos liberados por el ovario susceptibles a ser fertilizados y con ello incrementar el tamaño de cada camada. Se practica suministrando una mayor cantidad de alimento durante 7 a 10 días antes de la monta y una vez que se ha realizado, se disminuye inmediatamente el alimento a la cantidad normal (Gadd, 1988b; Pond y Maner, 1984). Si la cerda primeriza no ha sido sobrealimentada en el período comprendido hasta 14 días antes

del servicio el "flushing" puede resultar en la liberación de 1 ó 2 óvulos más (Gadd, 1988b).

El nivel de energía en la dieta y la duración del "flushing" parece ser crítico en la respuesta de una ovulación máxima en la cerda primeriza. Aunque el nivel de energía asociado con un alto grado de alimentación es considerado primeramente responsable para incrementar la tasa de ovulación, otros nutrientes como la lisina (Duee, 1977) también pueden tener una influencia profunda en la tasa de ovulación.

Un alto nivel de alimentación durante la cría resulta en una mayor tasa de ovulación. Un incremento en el nivel de alimentación 2 a 3 semanas antes del estro ("flushing") luego de un nivel de alimentación restringido durante la cría tiene el mismo efecto sobre la tasa de ovulación que cuando las cerdas primerizas han sido alimentadas con un alto nivel de alimentación restringido durante todo el período de cría. Debe de ser notado que un incremento en la ovulación no resulta en todos los casos en mayor número de lechones nacidos vivos (Hartog y Kemp, 1989). Esto indica que el tamaño de la camada está limitado por otros factores y el flushing sólo puede ser efectivo cuando los animales están por debajo de un nivel nutricional aceptable.

Mortalidad embrionaria

El tamaño de la camada al nacimiento depende del número de óvulos producidos, del porcentaje de fertilización y del número

de muertes prenatales y de cerdos nacidos muertos (Pond y Maner, 1984). Es corriente que entre el primer y el 114 días de gestación se pierdan del 30 - 40 % de los cerditos en vía de desarrollo. Más de la mitad de estas pérdidas se producen durante los primeros 25 días (antes o poco después de la implantación) (Perry y Rowlands, 1962; citados por Archibong et al., 1987; Pond y Maner, 1984).

Se ha indicado que la mortalidad embrionaria precoz puede deberse a un exceso de secreción de progesterona por los cuerpos lúteos, aunque no se dispone de suficientes datos para mantener esta afirmación (Baker et al., 1968; Spies et al., 1959 citados por Pond y Maner, 1984).

La elevada tasa de mortalidad embrionaria ha sido asociada también con la capacidad uterina. Esto puede influir cuando el número de fetos es superior a unos 14, aunque es probable que no sea un factor importante hasta el final de la gestación (Fenton et al., 1970; citados por Pond y Maner, 1984). El consumo de energía ejerce una influencia ambiental notable sobre la mortalidad embrionaria. Un plano elevado de nutrición seguido inmediatamente de la cubrición, determina un aumento en la mortalidad embrionaria (Gossett y Sorensen, 1959; citados por Pond y Maner, 1984). Hartog y Kempen (1980) sugirieron que una alimentación con dietas altas en energía para cerdas primerizas antes y después del apareamiento puede incrementar la mortalidad embrionaria y consecuentemente negar la ventaja de una alta tasa de ovulación en cerdas primerizas como resultado de tales dietas.

Se desconoce la base metabólica de este hecho. El trasplante recíproco de embriones utilizando cerdas jóvenes que han recibido dietas ricas y pobres en energía ha demostrado que los embriones procedentes de las hembras de cada grupo eran igualmente viables (Bazer et al., 1968). Por consiguiente, parece ser que esta mortalidad viene determinada por algún factor uterino más que por cualquier efecto del propio embrión.

Experimentos en el consumo de energía y sus efectos en la sobrevivencia embrionaria han sido centrados en el consumo de energía tanto antes y hasta el apareamiento o luego de la cópula. Dult y Chaney (1968); citados por Hughes y Varley (1980) usaron 3 niveles de alimentación luego del apareamiento, 4,1; 2,4 ó 1,2 kg de alimento por día (51,2; 30,0; 15,0 MJ de EM), mostrando los resultados que conforme aumentaba el consumo de alimento la mortalidad embrionaria aumentaba en cerdas primerizas. Por el contrario, Schultz et al. (1965); citados por Hughes y Varley (1980), alimentando con niveles de 1,8 ó 2,7 kg/día luego del apareamiento, encontraron que el nivel más alto mejoró significativamente la sobrevivencia embrionaria para niveles de alimentación luego del apareamiento de 1,8 ó 3,6 kg/día.

Hartog y Kempen (1980) concluyeron que un incremento en el consumo alimenticio o de energía durante la cría o durante el ciclo estral ("flushing") resultó en una menor sobrevivencia embrionaria, pero que el número de embriones viables no fue afectado.

Aunque la sobrevivencia embrionaria se ve significativamente

disminuida por un consumo alto de energía, el número de embriones no, indicando que con una alta alimentación a cerdas primerizas también se tiene una elevada tasa de ovulación (Kirkwood y Thacker, 1988). Es posible que las cerdas primerizas tengan un incremento en la tasa de ovulación y que un incremento de ésta pueda estar asociado con un incremento en la mortalidad embrionaria.

Resultados de 4 estudios indican que altos niveles de alimentación, particularmente con alimentos altos en energía, son contradictorios en la preñez temprana en cerdas porque ellos pueden llevar a un incremento en la mortalidad embrionaria (Dyck y Strain, 1980; Frobish y Steele, 1970; Gossett y Sorensen, 1959). Otros estudios, sin embargo, no han detectado ningún efecto adverso con altos niveles de alimentación (Brooks y Cole, 1971; Heap et al., 1967).

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en la empresa Porcina Americana S.A., localizada en el distrito de Coris, cantón del Guarco, provincia de Cartago.

Procedimiento experimental

Se realizaron 2 experimentos en el ensayo:

1. Efecto del consumo de energía antes de la monta sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas.
2. Efecto de diferentes niveles de energía sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes.

Experimento 1

Efecto del consumo de energía antes de la monta sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas.

Objetivo

Evaluar el efecto biológico y económico de 2 niveles de energía (6000 y 9000 Kcal de ED/día) antes de la monta sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas.

Animales experimentales

Un total de 30 cerdas híbridas primerizas (Yorkshire X Landrace), que habían presentado su segundo celo, fueron divididas en 2 grupos de 15 cerdas cada uno y alojadas en jaulas individuales hasta el momento de la monta. Los animales se obtuvieron de una población de 120 cerdas, las cuales presentaron celo en un intervalo de 2 a 3 días antes de que se agruparan, por lo cual al momento de la distribución de animales en cada tratamiento todas las cerdas que se escogieron

presentaron celo el mismo día, que se le consideró como el día cero.

Tratamientos

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. 6000 Kcal de ED/día (Testigo)
2. 9000 Kcal de ED/día

Experimento 2

Efecto de diferentes niveles de energía (6000; 7000 y 8000 Kcal de ED/día) sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes.

Objetivo

Evaluar el efecto biológico y económico de 3 niveles de energía (6000; 7000 y 8000 Kcal de ED/día) sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes.

Animales experimentales

Un total de 36 cerdas híbridas (Yorkshire X Landrace) fueron agrupadas de acuerdo al número de parto (segundo, tercero y cuarto) en 3 grupos experimentales de 12 cerdas cada uno; los animales fueron alojados en jaulas individuales durante un período de 110 días. En cada tratamiento experimental se pusieron 3 cerdas de más para cuando la preñez fue confirmada poder sustituir aquellas que no quedaron preñadas, homogenizando los grupos a 12 cerdas a los 21 días post monta.

Tratamientos

Se evaluaron los siguientes tratamientos:

1. 6000 Kcal de ED/día
2. 7000 Kcal de ED/día
3. 8000 Kcal de ED/día

Procedimiento general

Experimento 1

Alimentación Todas las cerdas recibieron una dieta de 3000 Kcal/kg de ED en una cantidad de 2 kg/cerda/día del día 0 al día 7 y luego por un período experimental de 14 días se les suministró a las cerdas del grupo testigo 2 kg diarios lo que dió un consumo total de energía de 6000 Kcal/día. Las cerdas que estuvieron en experimentación recibieron la misma dieta pero en cantidades de 3 kg/cerda/día lo que dió un consumo total de energía de 9000 Kcal/día. El agua se suministró a libre voluntad.

Dietas Para el período de alimentación premona se utilizó una dieta testigo de 3000 Kcal de ED (Cuadro 1), elaborada a base de maíz y subproducto de trigo como fuentes de energía y harina de soya como fuente de proteína. Además, las dietas fueron suplementadas con vitaminas y minerales para satisfacer los requerimientos del N.R.C. (1988). Durante el período de gestación se utilizó una dieta propia para esta etapa (Cuadro 2).

Prácticas de manejo

Durante los 14 días de

experimentación todas las cerdas recibieron el mismo sistema de manejo que consistía en suministrarles el alimento 2 veces por día, una a las 6 a.m. y la otra a las 3 p.m. Se les empezó a detectar el celo a partir del primer día de experimentación, presentando todas las cerdas celo en un periodo de 15 + 1 días después de empezado el experimento. Estas cerdas fueron montadas 2 veces por verracos Hampshire-Duroc en tal forma que cada verraco tuviera un número similar de cerdas montadas en cada tratamiento. Las cerdas se montaron 24 y 12 horas después de haber presentado el primer día de celo. Todas las cerdas fueron sometidas a un examen de preñez el día 20 a 30 post monta mediante un detector electrónico, se determinó que todas las cerdas experimentales estaban gestantes.

Las cerdas gestantes se mantuvieron en jaulas individuales y recibieron 1,82 kg de alimento de gestación hasta el día 75 y 2,73 kg hasta el día 110 de gestación en que se trasladaron a la maternidad. Las cerdas se desparasitaron interna y externamente 15 días antes del parto con ivermectina inyectable y fueron vacunadas contra rinitis atrófica 1 mes y 15 días antes del parto. Se desinfectaron con soluciones yodosas antes de pasarlas a la sala de maternidad.

Cuadro 1. Composición porcentual y nutritiva de la dieta para el período premona en cerdas primerizas

Ingrediente	Cantidad
Maíz amarillo	43,16
Harina de soya	13,10
Subproducto de trigo	40,00
Sal	0,55
Premezcla de vitaminas y minerales para cerdos	0,55
Fosfato dicálcico	1,31
Carbonato de calcio	1,33
Composición nutritiva	
Proteína cruda (%),	16,00
Lisina (%), *	0,77
Calcio (%), *	0,90
Fósforo aprovechable (%), *	0,42
Energía digestible Kcal/kg, *	3050,00

* Calculada

Cuadro 2. Composición porcentual y nutritiva de la dieta de gestación para las cerdas primerizas

Ingredientes	Cantidad
Maíz amarillo	48,13
Harina de soya	7,86
Subproducto de trigo	40,00
Sal	0,51
Premezcla de vitaminas y minerales para cerdos	0,50
Fosfato dicálcico	1,00
Carbonato de calcio	2,00
Composición nutritiva	
Proteína cruda (%),	14,00
Lisina (%), *	0,62
Calcio (%), *	1,05
Fósforo aprovechable (%), *	0,35
Energía digestible Kcal/kg, *	2969,10

* Calculada

Experimento 2

Alimentación Las cerdas se alimentaron diariamente con una dieta experimental de 3300 Kcal en cantidades proporcionales de 1,82 kg para el tratamiento de 6000 Kcal, 2,12 para el tratamiento de 7000 Kcal y 2,42 para el tratamiento de 8000 Kcal. El agua se suministró a libre voluntad. El alimento se suministró una vez al día en la mañana.

Dietas Las dietas experimentales fueron elaboradas en la planta de alimentos de la empresa, tomando en cuenta los requerimientos nutricionales de los animales, así como la cantidad de éstos aportados por los ingredientes empleados. Se utilizó una dieta testigo de 3300 Kcal/kg a base de maíz como fuente energética y harina de soya como fuente de proteína. Además las dietas fueron suplementadas con una premezcla de vitaminas y minerales para satisfacer los requerimientos del N.R.C. (1988). La composición porcentual y nutritiva de las dietas se presenta en el Cuadro 3.

Prácticas de manejo Todas las cerdas recibieron un manejo similar al del experimento 1.

Las cerdas se pesaron 1 día después de la monta y el día que se trasladaron a la sala de parto con el objetivo de determinar el cambio de peso durante el período de gestación.

Análisis químico

Las dietas experimentales se analizaron para materia seca y proteína cruda, según el método de la A.O.A.C. (1970).

Cuadro 3. Composición porcentual y nutritiva de la dieta de gestación para cerdas multíparas

Ingredientes	Cantidad
Maíz amarillo	81,88
Harina de soya	14,28
Sal	0,55
Premezcla de vitaminas y minerales para cerdos	0,50
Fósforo dicálcico	1,61
Carbonato de calcio	1,18
Composición nutritiva	
Proteína cruda (%),	14,00
Lisina (%), *	0,61
Calcio (%), *	0,90
Fósforo aprovechable (%), *	0,40
Energía digestible Kcal/kg, *	3322,68

* Calculada

Parámetros evaluados

Experimento 1

1. Número de cerdos nacidos totales
2. Número de cerdos nacidos vivos
3. Porcentaje de mortalidad al nacimiento
4. Peso de la camada al nacimiento
5. Peso individual del lechón al nacer

Experimento 2

1. Número de cerdos nacidos totales
2. Número de cerdos nacidos vivos
3. Porcentaje de mortalidad al nacimiento
4. Peso de la camada al nacimiento
5. Peso individual del lechón al nacer
6. Cambio de peso durante gestación

Análisis estadístico

Experimento 1

Se realizó una comparación de medias mediante una prueba de T (Cuadro 1 del Apéndice).

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + A_i + E_{ij}$$

donde u = media general

A_i = efecto del nivel de energía

E_{ij} = error experimental

Experimento 2

El diseño empleado fue un irrestricto al azar con un arreglo factorial de 3 X 3, donde un factor fue el nivel de energía (6000; 7000 y 8000 Kcal/día) y el otro el número de parto (segundo, tercero y cuarto) de las cerdas. Se analizó también la interacción nivel de energía X número de parto. Las diferencias entre medias fueron analizadas mediante la prueba de Duncan. Se fijó un mínimo de probabilidad o significancia del 5 %.

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + A_i + B_j + AB(ij) + E_{ij}$$

donde u = media general

A_i = efecto del nivel de energía

B_j = efecto del número de parto

$AB(ij)$ = interacción nivel de energía y número de parto

E_{ij} = error experimental

La variable porcentaje de mortalidad fue transformada por la raíz cuadrada de acuerdo con el criterio del coeficiente de variancia. En los cuadros 2; 3 y 4 del apéndice se presentan los datos sin transformar.

En los cuadros 5; 6; 7; 8; 9 y 10 del apéndice se presentan los análisis de variancia.

Análisis económico

Con base a la cantidad de alimento suministrada durante el período experimental y los rendimientos productivos de las cerdas, se calculó el costo de suministrar la cantidad extra de energía durante el período premonta en cerdas primerizas y durante el período de gestación en cerdas multíparas.

Experimento 1

En el primer experimento el costo de alimentación se obtuvo multiplicando el consumo de alimento diario en el período premonta por el costo de la dieta en esa etapa, a esto se le sumo el producto del consumo de alimento durante la gestación por el precio de la dieta en esta etapa y el costo del lechón al parto se obtuvo de valores de la contabilidad de la empresa. Además se fijó un peso promedio del lechón al nacimiento de 1,45 con base a los registros productivos de la granja.

El producto de estos 2 valores sirvió para obtener el precio por kg de lechón al parto, el cual multiplicado por el peso de la camada produjo el valor de la camada al nacimiento. El efecto obtenido por la suplementación extra de energía se obtuvo de la diferencia de esta con el valor de la camada al nacimiento.

El costo de alimentación extra de energía se obtuvo de la multiplicación de los kg de alimento consumidos por el precio de la dieta por los días de experimentación.

En los cuadros 4 y 5 se presenta el precio de las materias primas y de las dietas experimentales, respectivamente.

Experimento 2

El efecto económico de la suplementación con niveles extra de energía en el período de gestación se obtuvo mediante la diferencia entre el valor de los kg de carne producidos al nacimiento menos el costo total de alimentación de las cerdas durante este período de gestación.

El costo total de alimentación de la cerda fue el producto de multiplicar el consumo diario de la dieta por su costo por 113 días y el valor de kg de carne al nacimiento lo obtuvimos multiplicando el peso de la camada al nacimiento por el precio de un lechón al nacimiento según la contabilidad de la empresa.

Cuadro 4. Costo de las materias primas

Materia prima	Costo por kg
Maíz amarillo	14,03
Harina de soya	32,61
Subproducto de trigo	9,13
Sal	3,33
Carbonato de calcio	1,65
Fosfato dicálcico	45,00
Premezcla de vitaminas y minerales	95,65

Precios a julio, 1989

Cuadro 5. Costo de las dietas experimentales (¢/kg)

Dieta	Costo/kg (¢)
Cerdas primerizas	
- Período premona	15,37
- Gestación	13,78
Cerdas multíparas	
- Gestación	17,18

RESULTADOS

Experimento 1

Efecto del nivel de energía en cerdas primerizas antes de la monta sobre los rendimientos productivos

En el Cuadro 6 se presentan los rendimientos productivos de las cerdas primerizas consumiendo diferentes niveles de energía antes de la monta y en el apéndice el comportamiento individual (cuadros 11; 12; 13; 14 y 15).

Número total de lechones nacidos No se presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para esta variable; sin embargo, hubo una ligera ventaja en las cerdas con el mayor consumo de energía.

Número de lechones nacidos vivos Las cerdas que consumieron el mayor nivel de energía obtuvieron el mayor número de lechones nacidos vivos, siendo diferentes estadísticamente ($P \leq 0,05$) con respecto a las que consumieron el menor nivel de energía.

Porcentaje de mortalidad Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en esta variable siendo las cerdas del mayor nivel de energía consumida las que presentaron la menor mortalidad.

Peso del lechón al nacimiento El mayor peso al nacimiento lo obtuvieron los lechones de las cerdas que consumieron el nivel más alto de energía (9000 Kcal) siendo este diferente estadísticamente ($P \leq 0,05$) al que obtuvieron los lechones de cerdas consumiendo 6000 Kcal de ED/día.

Cuadro 6. Efecto del nivel de energía antes de la monta sobre los rendimientos productivos al parto en cerdas primerizas

Variable	Nivel de energía (Kcal)	
	6000	9000
Número total de lechones nacidos	8,73	8,80
Número lechones nacidos vivos	7,73a	8,33b
% de mortalidad	11,39a	5,22b
Peso lechón al nacimiento, kg	1,39a	1,47b
Peso camada al nacimiento, kg	10,82a	12,32b

a,b Medias con diferente letra en una misma hilera difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$)

Peso total de la camada El nivel de energía se afectó significativamente ($P \leq 0,05$) el peso total de la camada, obteniéndose con las cerdas que recibieron el mayor nivel de energía camadas de mayor peso.

Análisis económico En el Cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos. Se puede observar como el efecto del flushing, aunque incrementa el costo de alimentación en ¢ 215,18, aumenta el número de lechones al nacimiento en 0,6 y el peso de la camada en 1,41 kg; obteniéndose una diferencia de ¢ 370,95/camada a favor de el grupo suplementado con la mayor cantidad de energía. Esta suplementación extra dependerá no sólo del precio de la dieta sino también del efecto que tenga sobre los rendimientos productivos de la cerda.

Experimento 2

Efecto del nivel de energía en cerdas gestantes

En el Cuadro 8 se presentan los rendimientos productivos de las cerdas consumiendo diferentes niveles de energía y en el apéndice el comportamiento individual de las cerdas (cuadros 16, 17 del Apéndice).

Número total de lechones nacidos No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) para esta variable; sin embargo, hubo una ligera ventaja en el número de lechones totales en las cerdas a las que se les suministró 6000 Kcal/día comparadas con los otros tratamientos.

Cuadro 7. Efecto de diferentes niveles de energía en cerdas primerizas durante el periodo premona sobre los rendimientos económicos

Variable	Nivel de energía (kcal ED/día)	
	6000	9000
Consumo de alimento preparto, kg	2,00	3,00
Costo alimento premona (¢/kg)	15,37	15,37
Costo alimentación premona	430,36	645,54
Consumo alimento gestación, kg	2,00	2,00
Consumo total gestación, kg	226,00	226,00
Costo alimento gestación (¢/kg)	13,73	13,73
Costo alimentación gestación	3102,98	3102,98
Costo total premona y gestación	3533,34	3748,52
Peso total camada nacimiento, kg	10,82	12,23
Costo del lechón al parto *	602,75	602,75
Costo venta/kg lechón(1,45 kg/lechón)	415,70	415,70
**		
Valor de la camada al nacimiento	4497,87	5084,01
Utilidad bruta por efecto de alimentación	964,53	1335,49

* De acuerdo a la contabilidad de la empresa

** Cálculo determinado según se explica en los materiales y métodos

Cuadro 8. Efecto del nivel de energía sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes

Variable	Nivel de energía (Kcal ED/día)		
	6000	7000	8000
Número total lechones nacidos	8,50	8,33	8,41
Número lechones nacidos vivos	7,75	8,08	7,92
% mortalidad	2,52	1,40	2,09
Peso lechón al nacimiento, k	1,43a	1,46a	1,50b
Peso camada al nacimiento, kg	11,09	11,68	11,92
Cambio peso cerda, kg	+37,38a	+39,67b	+40,58b

a,b Medias con diferente letra en una misma hilera difieren estadísticamente ($P < 0,05$)

Número de lechones nacidos vivos

No se encontraron

diferencias significativas ($P > 0,05$) para esta variable. Se notó un leve incremento en el número de lechones de las cerdas que recibieron un nivel de energía de 7000 Kcal/día sobre las demás.

Porcentaje de mortalidad

Los diferentes niveles de

energía en las cerdas gestantes no afectaron significativamente el porcentaje de mortalidad ($P > 0,05$), aunque se puede observar un menor porcentaje de mortalidad en los lechones de las cerdas que consumieron 7000 Kcal de ED/día.

Peso del lechón al nacimiento

El mayor peso al

nacimiento lo presentaron los lechones de las cerdas que consumieron el nivel más alto de energía (8000 Kcal de ED/día), siendo este diferente estadísticamente ($P \leq 0,05$) al que obtuvieron los lechones de cerdas consumiendo otros niveles de energía. Entre los tratamientos de 6000 y 7000 Kcal de ED/día no se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$), sin embargo, se puede notar una tendencia a aumentar el peso del lechón al nacimiento conforme se aumenta el nivel de energía.

Peso de la camada al nacimiento

El peso de la camada al

nacimiento de las cerdas que recibieron los niveles de energía de 6000; 7000 y 8000 Kcal de ED/día fueron estadísticamente similares ($P > 0,05$), aunque se pudo observar un ligero aumento en el peso de la camada conforme se aumentaba el nivel de energía.

Cambio de peso de la cerda

Se encontraron diferencias

estadísticas ($P \leq 0,05$) para ésta variable. Las cerdas con un mayor cambio de peso fueron aquellas que recibieron 7000 y 8000

Kcal de ED/día, mientras que a las que se les suministró 6000 Kcal de ED/día fueron las que tuvieron el menor cambio de peso. El cambio de peso de las cerdas que consumieron 7000 y 8000 Kcal de ED/día fueron estadísticamente similares ($P > 0,05$).

Efecto del número de parto

Los rendimientos productivos de las cerdas con relación al número de parto se muestran en el Cuadro 9.

Número total de lechones nacidos No se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$) para esta variable, aunque se mostró una ligera tendencia a aumentar el número de lechones totales conforme aumenta el número de parto.

Número de lechones nacidos vivos No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre cerdas de diferente número de parto, pero el menor número se obtuvo con las cerdas de segundo parto.

Porcentaje de mortalidad El número de parto en las cerdas no afectó significativamente ($P > 0,05$) el porcentaje de mortalidad de los lechones, observándose un aumento en el porcentaje de mortalidad conforme aumenta el número de parto.

Peso del lechón al nacimiento El peso del lechón al nacimiento presentó una variación estadística entre partos. Los lechones de cerdas de cuarto parto, presentaron el mayor peso, siendo este diferente ($P \leq 0,05$) al peso de los otros tratamientos. El menor ($P \leq 0,05$) peso lo presentaron los lechones de las cerdas de segundo parto.

Cuadro 9. Efecto del número de parto sobre los rendimientos productivos de cerdas gestantes

Variable	Número de parto		
	2	3	4
Número total lechones nacidos	8,17	8,50	8,58
Número lechones nacidos vivos	7,75	8,00	8,00
% mortalidad	1,76	1,94	2,32
Peso lechón al nacimiento, kg	1,41a	1,46b	1,51c
Peso camada al nacimiento, kg	10,97a	11,66ab	12,07b
Cambio peso cerda, kg	+38,88	+40,00	+38,75

a, b, c Medias con diferente letra en una misma hilera difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$)

Peso de la camada al nacimiento El mayor peso de la camada lo obtuvieron las cerdas de cuarto parto, siendo este diferente estadísticamente ($P \leq 0,05$) de las camadas de cerdas de segundo parto. Las cerdas de tercer parto no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para los tratamientos evaluados.

Cambio de peso de la cerda No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en el cambio de peso de la cerda, sin embargo las cerdas de tercer parto obtuvieron el mayor cambio de peso y las de cuarto parto el menor.

Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto

En ésta interacción no se encontraron diferencias significativas ($P > 0,05$). En los cuadros 10; 11; 12; 13; 14 y 15 se presenta cada variable individualmente.

Cuadro 10. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el número total de lechones nacidos

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	8,25	8,75	8,50
7000	8,25	8,25	8,50
8000	8,00	8,50	8,75

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Cuadro 11. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el número de lechones nacidos vivos

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	7,75	7,75	7,75
7000	8,00	8,00	8,25
8000	7,50	8,25	8,00

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Cuadro 12. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el porcentaje de mortalidad al nacimiento

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	1,72	3,06	2,78
7000	1,44	1,38	1,38
8000	2,11	1,38	2,78

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Cuadro 13. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el peso de los lechones al nacimiento

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	1,40	1,43	1,46
7000	1,42	1,44	1,47
8000	1,42	1,50	1,59

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Cuadro 14. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el peso de la camada al nacimiento

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	10,84	11,08	11,35
7000	11,40	11,48	12,16
8000	10,65	12,41	12,70

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Cuadro 15. Efecto de la interacción nivel de energía por número de parto sobre el cambio de peso de las cerdas gestantes

Nivel de energía (Kcal ED/día)	Número de parto		
	2	3	4
6000	+36,88	+38,00	+37,25
7000	+39,25	+40,75	+39,00
8000	+40,50	+41,25	+40,00

No se presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$)

Análisis económico

Los resultados de este segundo experimento demuestran que la suplementación extra de energía resulta en un mayor costo económico que no supera al efecto que se obtuvo sobre los rendimientos productivos de las cerdas. Por lo que el grupo que consumió el menor nivel de energía, que es el recomendado por el N.R.C. (1988), aunque los rendimientos productivos fueron menores fue con el que se obtuvo el mayor ingreso bruto por efecto de alimentación (Cuadro 16).

Cuadro 16. Efecto de diferentes niveles de energía en cerdas gestantes durante el periodo premona sobre los rendimientos económicos

Variable	Nivel de energía (Kcal ED/día)		
	6000	7000	8000
Consumo de alimento, kg	1,82	2,12	2,42
Consumo total alimento, kg	205,66	239,56	273,46
Costo dieta (¢/kg)	17,18	17,18	17,18
Costo total de alimentación	3533,24	4115,64	4698,04
Peso total camada nacimiento	11,09	11,68	11,92
Costo del lechón al parto *	602,75	602,75	602,75
Costo venta/kg lechón (1,45 kg/lechón) **	415,70	415,70	415,70
Valor camada al nacimiento	4610,11	4855,38	4955,14
Utilidad bruta por efecto de alimentación	1076,87	739,74	257,10

* De acuerdo a la contabilidad de la empresa

** Cálculo determinado según se explica en los materiales y métodos

DISCUSION

El consumo extra de energía durante el período premonstró resultó en un efecto significativo ($P < 0,05$) para el número de lechones nacidos vivos, el porcentaje de mortalidad, el peso del lechón y de la camada al nacimiento. Esto demuestra que el consumo extra de energía ayudó a que las cerdas estuvieran en una mejor condición para la inmediata gestación. Estos resultados concuerdan con la literatura, especialmente en el aumento del número de lechones nacidos vivos (Brooks y Cole, 1971; Kirkpatrick et al., 1967a, 1967b; Mc Gillivray et al., 1962; Zimmerman et al., 1960).

El flushing en cerdas primerizas tiene un efecto positivo sobre la ovulación (Hartog y Kempen, 1980; Anderson y Melampy; 1972; Bazer et al., 1968), lo que resulta en un mayor número de lechones nacidos al parto lo que concuerda con los resultados de este experimento. Frobish (1970) encontró que cerdas primerizas recibiendo 6000 Kcal de EM/día ovularon 1,3 óvulos de más que cerdas primerizas recibiendo 2600 Kcal de EM/día; sin embargo, la diferencia no fue estadísticamente significativa. Schultz et al. (1966) recomiendan que para obtener una mejora significativa en la tasa de ovulación se requiere de un consumo de energía de aproximadamente 12300 Kcal de EM diariamente comparado con un consumo diario de energía de 6100 Kcal de EM/día.

Entre las razones para demostrar el efecto positivo del "flushing" Dailey et al. (1975) indicaron que el efecto de este sobre la tasa de ovulación es ejercido primeramente durante la

fase folicular que durante la fase luteal del ciclo estral, y así el desarrollo folicular puede ser aumentado por un intervalo prolongado de "flushing" desde el inicio del ciclo estral. Hughes y Varley (1980) sugirieron que el "flushing" puede incrementar la tasa de ovulación cuando el nivel de alimentación es bajo antes del "flushing".

Es importante considerar que aunque el peso de las cerdas no se evaluó al final de la gestación, se encontró que aquellas suplementadas con energía extra presentaron una mejor condición corporal, esto pudo haber influido en el desarrollo de los lechones y en la viabilidad de estos. Se ha reportado que cerdas con un consumo mayor de energía, sus lechones presentan un porcentaje de glicógeno ligeramente superior, lo que constituye una mejor capacidad para disminuir la mortalidad al nacimiento (Okai et al., 1977; Kortan, 1979; Libal y Wahlstrom, 1979), situación que se encontró en este experimento donde los animales que consumieron la alimentación extra premona presentaron una menor mortalidad.

En el segundo experimento al usar diferentes niveles de energía en la alimentación de cerdas gestantes se encontró un efecto benéfico sobre el peso del lechón al nacimiento y sobre el cambio de peso de la cerda, lo que concuerda con los datos obtenidos por Libal y Wahlstrom (1977), ellos encontraron un incremento lineal en el peso de los lechones al nacimiento conforme se aumentó el consumo de energía (4000; 5000; 6000 ó 7000 Kcal de EM/día) de las cerdas gestantes. Las cerdas que

recibieron 6000 y 7000 Kcal de EM/día obtuvieron los lechones con mayor peso al nacimiento. Similarmente Vermedahl et al. (1969) quienes alimentaron cerdas con niveles de energía de 4400 y 7300 Kcal de EM/día encontraron que los mayores niveles de energía produjeron los mayores pesos de lechones al nacimiento. Elsey et al. (1968) y Frobish et al. (1973) alimentando cerdas gestantes con diferentes niveles de EM en un intervalo de 3000 a 9000 Kcal de EM/día obtuvieron los mismos resultados. En este experimento se encontró que al aumentar el consumo de energía, el peso del lechón se incrementó en forma lineal, no así el peso de la camada pues este está afectado también por el número de lechones nacidos, los cuales no guardaron una relación con el nivel de energía suplementada.

Las variaciones en el incremento de peso de los lechones por un mayor consumo de energía de las madres es muy variable, Henry y Etienne (1978); citados por Cromwell et al. (1989); concluyeron de un análisis de 29 experimentos que el peso promedio de los lechones al nacimiento aumentó en 15 g/lechón en camadas de cerdas primerizas y en 37 g/lechón en camadas de cerdas multíparas por cada Mcal de ED consumida por día durante la gestación. Resultados similares obtuvieron Cromwell et al. (1989) donde 4,5 Mcal de ED/día adicionales durante los últimos 23 días de gestación, resultaron en un incremento en el peso de los lechones al nacimiento (39 g/lechón).

Por el contrario, en otros estudios, Cromwell et al. (1980) y Pond et al. (1981), evaluando diferentes niveles de energía,

obtuvieron pesos de cerdos similares al nacimiento.

Estas variaciones en los resultados son producto del tipo de animales, composición de ingredientes de las dietas y condiciones ambientales en que se desarrollaron los experimentos.

En cuanto a la ganancia de peso de las cerdas se obtuvo un incremento lineal conforme se aumentó el nivel de energía, obteniendo las cerdas que consumieron 7000 y 8000 Kcal de ED/día las mayores ganancias de peso a los 110 días de gestación. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Libal y Wahlstrom (1977) en los que se encontró una respuesta lineal significativa ($P < 0,05$) en la ganancia de peso a los 110 días de gestación conforme se aumentó el nivel de EM (4000; 5000; 6000 ó 7000 Kcal de EM/día). Brown y Tucker (1966), Elsley et al. (1969), Frobish et al. (1973) y Heap et al. (1967) obtuvieron resultados similares en donde las mayores ganancias de peso durante la gestación se obtuvieron en las cerdas que recibieron 6000 Kcal de EM. Hoppe et al. (1985), alimentando cerdas con 6000 y 9000 Kcal de EM diarias, encontraron una mayor ganancia de peso en las cerdas que consumieron 9000 Kcal de EM/día durante la gestación.

La mayor ganancia de peso de estas cerdas fue el producto del mayor consumo de energía. Las cerdas satisficieron el requerimiento de mantenimiento y de gestación, y el exceso de energía se convirtió en tejido corporal. Además los lechones resultaron con un mayor peso al nacimiento. La ganancia de peso de las cerdas gestantes estuvo en los rangos normales de 35 a 45 kg reportados por la literatura (Libal et al., 1985; Libal y

Wahlstrom, 1977; N.R.C., 1988; Pond et al., 1981) y no en un exceso que es perjudicial para el momento del parto y el efecto sobre el periodo de lactación; Libal y Wahlstrom (1977) y Mayrose et al. (1966) encontraron que el tamaño de la camada al nacimiento decrece con consumos muy altos de energía. Se ha encontrado que cerdas demasiado gordas durante la gestación, normalmente pierden mayor peso durante la lactación (Cromwell et al., 1989; Libal et al., 1985; N.R.C., 1988; Pond et al., 1981). Baker et al. (1968; 1969) encontraron un modelo lineal en la ganancia de peso durante la gestación y una pérdida de peso durante la lactación. Dean y Tribble (1960), Elsley et al. (1969), Lodge et al. (1966b) y Vermedahl et al. (1968) también reportaron que cerdas que obtuvieron una mayor ganancia de peso durante la gestación, perdieron una mayor cantidad de peso durante la lactación.

Evaluando el efecto del número de parto se observaron mejores rendimientos en cuanto al peso del lechón al nacimiento y al peso de la camada al nacimiento en animales de cuarto parto y tercero y cuarto parto, respectivamente. Adam y Sheaver (1971) y Elsley et al. (1969) han encontrado que conforme se aumenta el consumo de alimento durante la preñez se incrementa el peso al nacimiento especialmente durante el segundo y tercer parto; lo que concuerda con English et al. (1981).

CONCLUSIONES

Experimento 1

1. La suplementación con diferentes niveles de energía en cerdas primerizas antes de la monta tuvo un efecto significativo ($P \leq 0,05$) sobre las variables número de lechones vivos, porcentaje de mortalidad, peso del lechón al nacimiento y peso de la camada al nacimiento, obteniéndose los mayores rendimientos con el mayor nivel de energía.
2. El número total de lechones nacidos no se vió afectado por la suplementación de diferentes niveles de energía ($P > 0,05$).
3. Desde el punto de vista económico, el tratamiento más rentable fue el de 9000 Kcal de ED/día.

Experimento 2

1. El nivel de energía en la alimentación de cerdas gestantes tuvo un efecto significativo ($P \leq 0,05$) sobre el peso del lechón al nacimiento y el cambio de peso de la cerda, obteniéndose los mejores rendimientos con el nivel de 8000 Kcal y con 7000 y 8000 Kcal respectivamente.
2. No hubo un efecto significativo ($P > 0,05$) del nivel de energía sobre el número total de lechones nacidos, número de lechones nacidos vivos, porcentaje de mortalidad y peso de la camada al nacimiento.
3. Se presentaron diferencias significativas entre partos para las variables peso del lechón al nacimiento y peso de la camada al nacimiento, obteniéndose los mejores rendimientos en el cuarto

parto.

4. El número total de lechones nacidos, número de lechones nacidos vivos, porcentaje de mortalidad y cambio de peso de la cerda no se vió afectado ($P > 0,05$) por el efecto del número de parto.

5. No se presentaron diferencias significativas en la interacción nivel de energía por número de parto sobre las variables evaluadas.

6. Desde el punto de vista económico el tratamiento más rentable fue el de 6000 Kcal de ED/día.

RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones en que se realizó este experimento y con los precios actuales de las dietas utilizadas se puede recomendar el suministro extra de alimentación en el período premona por su efecto, tanto sobre los rendimientos biológicos como económicos de las cerdas.
2. En el período de gestación no se recomienda suministrar niveles superiores a 6000 Kcal de ED/día.
3. Se recomienda continuar este mismo experimento durante el período de lactación para demostrar el efecto del consumo extra de energía durante la premona y el período de gestación.
4. Se recomienda realizar este mismo experimento bajo otras condiciones en porquerizas convencionales de Costa Rica y con otras materias primas como fuentes de energía.

LITERATURA CITADA

- Adam, J.L.; I.J. Sheaver. 1971. The effects of type and level of feeding of sows during pregnancy. II. Reproductive performance. N.Z.J.Agr.Res. 14:661.
- Aherne, F.X.; R.N. Kirkwood. 1985. Nutrition and sow prolificacy. J.Reprod.Fertil.(Suppl.)33:169.
- Anderson, L.L.; R.M. Melampy. 1972. Factors affecting ovulation rate in the pig. Pp 329-366. In: D.J.A. Cole, ed. Pig Production. Butterworth, London.
- Archibong, A.E.; D.C. England; F. Stormshak. 1987. Factors contributing to early embryonic mortality in gilts bred at first estrus. J. Anim. Sci. 64:474.
- Atinmo, T.; W.G. Pond; R.H. Barnes. 1974. Effect of dietary energy vs. protein restriction on blood constituents and reproductive performance in swine. J.Nutri. 104:1033.
- A.O.A.C. 1970. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemist (11th. ed.). Washington, D.C.
- Baker, D.H.; D.E. Becker; H.W. Norton; C.E. Sasse; A.H. Jensen; B.G. Harmon. 1968. Feed restriction of gilts during gestation. J. Anim. Sci. 27:1149. (Abstr.).
- Baker, D.H.; D.E. Becker; H.W. Norton; C.E. Sasse; A.H. Jensen; B.G. Harmon. 1969. Reproductive performance and progeny development in swine as influenced by feed intake during pregnancy. J. Nutr. 97:489.

- Bazer, F.W.; A.J. Clawson; D.W. Robinson; C.K. Vincent; L.C. Ulberg. 1968. Explanation for embryo death in gilts fed a high energy intake. J. Anim. Sci. 27:1021.
- Boyd, R.D.; B.D. Moser; E.R. Peo; P.J. Cunningham. 1978a. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on tissue lipid, liver glycogen and plasma levels of some metabolites in the newborn pigs. J. Anim. Sci. 47:874.
- Boyd, R.D.; B.D. Moser; E.R. Peo; P.J. Cunningham. 1978b. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on piglet survival and growth and on milk lipids. J. Anim. Sci. 47:883.
- Brendemhl, J.H.; A.J. Lewis; E.R. Peo. 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.
- Brooks, P.H.; D.J.A. Cole. 1971. The effect of increasing intake for one day only during the oestrus period on the reproductive performance of sows. Anim. Prod. 13:669.
- Brown, V.L.; H.F. Tucker. 1966. Three levels of energy for sows during gestation. J. Anim. Sci. 25:258.
- Buitrago, J.T.; J.H. Manner; J.T. Gallo. 1970. Effect of gestation energy level and reproductive performance. J. Anim. Sci. 31:197 (Abstr.)
- Christian, R.E.; J.C. Nofziger. 1952. Puberty and other reproductive phenomena in gilts as affected by plane of nutrition. J. Anim. Sci. 11:789 (Abst).

Christopherson, R.A.; G.W. Libal; R.C. Wahlstrom. 1984. Dietary alteration of the energy metabolism in the sow during late gestation. SDSU Swine day. Animal Science Arena. South Dakota State University. Swine 84-4.

Clawson, A.J.; H.L. Richards; G. Matrone; E.R. Barrick. 1963. Influence of level of total nutrient and protein intake on reproductive performance in swine. J. Anim Sci. 22:662.

Coffey, M.T.; R.W. Seerley; R.J. Martin; J.W. Mabry. 1982. Effect of level, source and duration of feeding on supplemental energy in sow diets on metabolic and hormonal traits related to energy utilization in the baby pig. J. Anim. Sci. 55:329.

Cole, D.J.A. 1982. Nutrition and Reproduction. Pp 603-619 In: Control of Pig Reproduction, D.J.A. Cole y G.J. Foxcroft, eds. Butterworth, London.

Cromwell, G.L.; T.S. Stahly; J.R. Overfield. 1980. Evaluation of constant vs stepwise feeding pattern for pregnant sows. J. Anim. Sci. 51(Suppl. 1):194 (Abstr.).

Cromwell, G.L.; D.D. Hall; A.J. Clawson; G.E. Combs; D. A. Knabe; C.V. Maxwell; P.R. Noland; D.E. Orr; T.J. Prince. 1989. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: a cooperative study. J. Anim. Sci. 67:3.

- Dailey, R.A.; J.R. Clark; N.L. First; A.B. Chapman; L.E. Casida. 1975. Effect of short-term flushing on follicular development at estrus and ovulation rate of gilts of different genetic groups. *J. Anim. Sci.* 41:842.
- Davis, D.L.; J.S. Stevenson; D.S. Pollman; G.L. Allee. 1987. Estrous and litter traits in gilts altered by altrenogest, flushing and pubertal status. *J. Anim. Sci.* 64:1117.
- Dean, B.T.; L.F. Tribble. 1960. Effect of level of energy intake during gestation on condition and performance of swine. *J. Anim. Sci.* 19:1257. (Abstr.).
- Duee, P.H. 1977. Influence of protein restriction from 25 kg live weight on reproductive performance of the gilt. *Ann. Zootech.* 26:456.
- Dyck, C.W.; J.H. Strain 1980 Post-mating feed consumption and reproductive performance in gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 60:1060 (Abstr.).
- Elsley, F.W.H.; R.M. Mac Pherson; I. McDonald. 1968. The influence of intake of energy in pregnancy and lactation upon sow productivity. *J. Agr. Sci.* 71:215.
- Elsley, F.W.H.; M. Bannerman; E.V.J. Bathurst; A.G. Bracewell; J.M.M. Cunningham; T.L. Dodsworth; P.A. Dodds, ; T.J. Forbes; R. Laird. 1969. The effect of level of feed intake in pregnancy and lactation upon the productivity of sows. *Anim. Prod.* 11:225.

- English, P.R.; W.J. Smith; A. MacLean. 1981. La Cerda: Cómo mejorar su productividad. El Manual Moderno, S.A. México, D.F.
- Fahmy, M.H.; C. Bernard. 1971. Causes of mortality in Yorkshire pigs from birth to 20 weeks of age. *Can.J.Anim.* 51:351.
- Frobish, L.T. 1970. Effect of energy intake on reproductive performance and estrus synchronization of gilts. *J. Anim. Sci.* 31:486.
- Frobish, L.T.; N.C. Steele. 1970. Influence of energy intake through three gestations on reproductive performance of sows. *J.Anim.Sci.* 31:200(Abstr.).
- Frobish, L.T.; V.C. Speer; V.W. Hays. 1966. Effect of protein and energy intake on reproductive performance in swine. *J. Anim. Sci.* 25:729.
- Frobish, L.T.; N.C. Steele; R.J. Davey. 1973. Long term effect of energy intake on reproductive performance of swine. *J. Anim. Sci.* 36:293.
- Gadd, J. 1988a. Maximizing ovulation and implantation (I). *Pigs* 4(3).
- Gadd, J. 1988b. Maximizing ovulation and implantation (II). Do we need to flush gilts. *Pigs* 4(4).
- Goode, L.; A.C. Warnick; H.D. Wallace. 1960. Effect of energy level on reproductive performance of gilts. *J. Anim. Sci.* 19:643 (Abstr.).

- Gossett, J.W.; A.M. Sorensen. 1959. The effects of two levels of energy and seasons on reproductive phenomena of gilts. *J. Anim. Sci.* 18:40.
- Grandhi, R.R. 1988. Effect of nutritional flushing, supplemental fat and supplemental lysine from puberty to breeding and during early gestation on reproductive performance of gilts. *Can. J. Anim. Sci.* 68:941.
- Haines, C.G.; A.C. Warnick; H.D. Wallace. 1959. The effect of two levels of energy intake on reproductive phenomena of gilts. *J. Anim. Sci.* 18:40.
- Hartog, L.A.; B. Kemp. 1989. Feed gilts restricted. *Pigs* 5:31.
- Hartog, L.A.; G.J.M. Kempen. 1980. Relation between nutrition and fertility in pigs. *Netherlands Journal of Agricultural Science.* 28:211.
- Heap, F.C.; G.A. Lodge; G.E. Lamming. 1967. The influence of plane of nutrition in early pregnancy on the survival and development of embryos in the sow. *J. Reprod. Fertil.* 13:269.
- Holden, P.; L. Frobish. 1979. *Energía para Cerdos.* México, D.F., Asoc. Amer. Soya.
- Hoppe, M.K.; G.W. Libal; R.C. Wahlstrom. 1985. Influence of gestation energy on Large White X Landrace sow productivity. SDSU Swine Day. Animal Science Arena. South Dakota State University. Swine 85-12.
- Hughes, P.E.; M.A. Varley. 1980. *Reproduction in the Pig.* Butterworth, London.

- Kirkpatrick, R.L.; B.E. Howland; N.L. First; L.E. Casida. 1967a. Some characteristics associated with feed and breed differences in ovulation rate in the gilt. J. Anim. Sci. 26:188.
- Kirkpatrick, R.L.; B.E. Howland; N.L. First; L.E. Casida. 1967b. Ovarian and pituitary changes in gilts on two nutrient energy levels J.Anim.Sci. 26:188.
- Kirkwood, R.N.; P.A. Thacker. 1988. Nutritional factors affecting embryo survival in pigs (results and speculations). C.A.B. International. 9:15.
- Kortan, L.J. 1979. Fat added to sow gestation diets. SDSU Swine day. Animal Science Arena. South Dakota State University.
- Libal, G.W.; R.C. Wahsltrom. 1977. Effect of gestation metabolizable energy levels on sow productivity. J. Anim Sci. 45:286.
- Libal, G.W.; Wahsltrom. 1979. The effect of fat additions to sow diets during late gestation on pig survivability. SDSU Swine Day. Animal Science Arena. South Dakota State University. Swine 79-28
- Libal, G.W.; M.K. Hoppe; R.C. Wahlstrom. 1985. Comparision of sows and gilts performance as affected by gestation energy intake. SDSU Swine Day. Animal Science Arena. South Dakota State University. Swine 85-8.
- Lodge, G.A. 1969. The effects of pattern of feed distribution during the reproductive cycle on the performance of sows. Anim.Prod. 11:133.

- Lodge, G.A.; B. Hardy. 1968. The influence of nutrition during oestrus on ovulation rate in the sow. *J.Reprod.Fert.* 15:329.
- Lodge, G.A.; F.W.H. Elsley; R.M. MacPherson. 1966a. The effects of level of feeding sows during pregnancy. I. Reproductive performance. *Anim. Prod.* 8:29.
- Lodge, G.A.; F.W.H. Elsley; R.M. MacPherson. 1966b. The effects of level of feeding sows during pregnancy. II. Changes in body weight. *Anim. Prod.* 8:499.
- Maynard, L.A.; J.K. Loosli; H.F. Hintz; R.G. Warner. 1981. *Nutrición Animal. Séptima edición.* McGraw-Hill. México, D.F.
- Mayrose, V.B.; V.C. Speer; V.W. Hays. 1966. Effect of feeding levels on reproductive performance of swine. *J. Anim. Sci.* 25:701.
- McGillivray, J.J.; A.V. Nalbandov; A.H. Jensen; H.W. Norton; D.E.Becker. 1962. Reproductive performance of gilts starved or fed different levels of energy. *J. Anim. Sci.* 21:1005 (Abstr.).
- McPherson, R.M.; F.D. Hovell; A.S. Jones. 1977. Performance of sows first mated at puberty or second or third oestrus, and carcass assessment of oncebred gilts. *Anim. Prod.* 24:333.
- Mitchell, H.; W.E. Carroll; T.S. Hamilton; G.E. Hunt. 1931. Food requirements of pregnancy in swine. *Univ. of Illinois Agric. Exp. Sta. Bull.*375. Urbana IL.
- National Research Council. 1988. *Nutrient Requirement of swine.* Ninth Edition. National Academy Press. Washington, D.C.

- Nielsen, H.E. 1980. Maximizing sow productivity. University of Illinois. Pork Industry Conference.
- O'Grady, J.F. 1967. Effect of level and pattern of feeding during pregnancy on weight change and reproductive performance of sows. Irish. J. Agr. Res. 6:57.
- Okai, D.B.; F.X. Aherne; R.T. Hardin. 1977. Effects of sow nutrition in late gestation on the body composition and survival of the neonatal pig. Can.J.Anim. 57:439.
- Pike, I.H. 1970. The effect on nitrogen utilization in the sow on variation in dietary protein concentration and patterns of feeding in pregnancy. J.Agric.Sci. 74:209.
- Pond, W.G.; J.H. Maner. 1984. Swine Production and Nutrition. AVI Publishing Company, Inc. Connecticut.
- Pond, W.G.; R.R. Maurer; J.T. Yen; J.J. Ford. 1981. Effect of gestation energy intake and breed on the 40 day swine fetus. Nutr. Rep. Int. 28:1129.
- Scofield, A. 1972. Embryonic mortality. Pp 367-383. In: D.J.A. Cole, ed. Pig production. Butterworths, London.
- Seerley, R.W.; F.M. Griffin; H.C. McCampbell. 1978a. Effect of sows dietary energy source on sows milk and piglet carcass composition. J. Anim. Sci. 46:1009.
- Seerley, R.W.; J.S. Maxwell; H.C. McCampbell. 1978b. A comparison of energy source on sows milk and piglet carcass composition. J. Anim. Sci. 47:1114.

- Seerley, R.W.; T.A. Pace; C.W. Foley; 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.
- Self, H.L.; R.H. Grummer; L.E. Casida. 1955. The effects of various sequences of full and limited feeding on the reproductive phenomena in Chester White and Poland China gilts. J. Anim. Sci. 14:573.
- Self, H.L.; R.H. Grummer; O.E. Hays; H.G. Spies. 1960. Influence of three different feeding during growth and gestation on reproduction, weight gains and carcass quality in swine. J. Anim. Sci. 19:274.
- Shultz, J.R.; V.C. Speer; V.W. Hays; R.M. Melampy. 1966. Influence of feed intake and progesterone on reproductive performance in swine. J.Anim.Sci. 25:157.
- Sorensen, A.M.; W.B. Thomas; J.W. Gossett. 1961. A further study of the influence of level of energy intake and season on reproductive performance of gilts. J.Anim.Sci. 20:347.
- Speer, V.C. 1970. Maximizing the reproductive efficiency of the sow. Feedstuff. Nov. 7. Miller Publ.Co., Minneapolis, MN.
- Vermedahl, L.D.; R.J. Meade; H.E. Hanke; J.W. Rust. 1968. Gestation and lactating feeding levels for gilts. I. Effects on reproduction and lactation performance. J. Anim. Sci. 27:115B. (Abstr.).

- Vermedahl, L.D.; R.J. Meade; H.E. Hanke; J.W. Rust. 1969.
Effects of energy intake of the dam on reproductive performance, development of offspring and carcass characteristics. J. Anim. Sci. 28:465.
- Verstegen, M.W.A.; J.M.F. Verhagen; L.A. Hartog. 1987. Energy requirements of pigs during pregnancy: a review. Livest. Prod. Sci., 16:75.
- Vestal, C.M. 1936. Feeding and management experiments with brood sows and litters. Indiana Agric. Exp. Sta. Bull. 413. Purdue Univ., West Lafayette, IN.
- Willis, G.M.; C.V. Maxwell. 1984. Influence of protein intake, energy intake and stage of gestation on growth, reproductive performance, nitrogen balance and carcass composition in gestating gilts. J. Anim. Sci. 58:647.
- Wrathall, A.E. 1971. Prenatal survival in pigs. Part 1. Ovulation rate and its influence on prenatal survival and litter size in pigs. Rev. Ser. Commonw. Bur. Anim. Hlth, No. 9.
- Zimmerman, D.R.; H.G. Spies; H.L. Self; L.E. Casida. 1960. Ovulation rate in swine as affected by increased energy intake just prior to ovulation. J. Anim. Sci. 19:295.

APENDICE

Cuadro 1. Comparación de medias mediante la prueba de T para evaluar el efecto del nivel de energía sobre los rendimientos productivos de cerdas primerizas antes de la monta.

Variable	Nivel de energía (Kcal)		T**
	6000	9000	
Número lechones totales	8,73	8,80	0,32 NS
Número lechones vivos	7,73	8,33	2,30 *
% mortalidad	11,39	5,22	2,56 *
Peso lechón nacimiento	1,39	1,47	2,93 *
Peso camada nacimiento	10,82	12,23	3,01 *

Las variancias en cada comparación fueron iguales

NS : no significativo ($P > 0,05$)

* : significativo ($P \leq 0,05$)

** : prueba de T para comparación entre medias

Cuadro 2. Efecto del nivel de energía sobre el porcentaje de mortalidad

Nivel de energía (Kcal)	Porcentaje de mortalidad
6000	8,34
7000	2,89
8000	5,79

No se presentaron diferencias significativas

Cuadro 3. Efecto del número de parto sobre el porcentaje de mortalidad

Número de parto	Porcentaje de mortalidad
2	4,86
3	5,48
4	6,71

No se presentaron diferencias significativas

Cuadro 4. Efecto de la interacción nivel de energía X número de parto sobre el porcentaje de mortalidad

Nivel de energía (Kcal)	Número de parto		
	2	3	4
6000	5,55	10,90	8,68
7000	3,12	2,78	2,78
8000	5,90	2,78	8,68

No se presentaron diferencias significativas

Cuadro 5. Análisis de variancia para la variable número de lechones totales

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	0,166	0,083	1,00 ns	8,16
Parto	2	1,166	0,583	0,31 ns	
D X P	4	0,668	0,167	1,00 ns	
Error	27	12,744	0,472		
Total	35	14,744			

GL : grados de libertad

SC : suma de cuadrados

CM : cuadrado medio

P(F) : nivel de probabilidad

CV : coeficiente de variación

ns : no significativo ($P > 0,05$)

Duadro 6. Análisis de variancia para la variable número de lechones vivos

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	0,666	0,333	1,00 ns	7,97
Parto	2	0,500	0,250	1,00 ns	
D X P	4	0,832	0,208	1,00 ns	
Error	27	10,746	0,398		
Total	35	12,744			

GL : grados de libertad

SC : suma de cuadrados

CM : cuadrado medio

P(F) : nivel de probabilidad

CV : coeficiente de variación

ns : no significativo ($P > 0,05$)

Cuadro 7. Análisis de variancia para la variable porcentaje de mortalidad

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	7,706	3,853	0,21 ns	75,87
Parto	2	1,962	0,981	1,00 ns	
D X P	4	5,964	1,491	1,00 ns	
Error	27	62,586	2,318		
Total	35	78,218			

GL : grados de libertad
 SC : suma de cuadrados
 CM : cuadrado medio
 P(F) : nivel de probabilidad
 CV : coeficiente de variación
 ns : no significativo ($P > 0,05$)

Cuadro 8. Análisis de variancia para la variable peso al nacimiento

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	0,036	0,018	0,01 **	3,97
Parto	2	0,054	0,027	0,00 **	
D X P	4	0,016	0,004	0,29 ns	
Error	27	0,081	0,003		
Total	35	0.187			

GL : grados de libertad

SC : suma de cuadrados

CM : cuadrado medio

P(F) : nivel de probabilidad

CV : coeficiente de variación

ns : no significativo ($P > 0,05$)

** : altamente significativo ($P \leq 0,01$)

Cuadro 9. Análisis de variancia para la variable peso de la camada

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	4,384	2,192	0,12 ns	8,55
Parto	2	7,454	3,727	0,03 *	
D X P	4	4,244	1,061	0,38 ns	
Error	27	26,406	0,978		
Total	35	42,488			

GL : grados de libertad

SC : suma de cuadrados

CM : cuadrado medio

P(F) : nivel de probabilidad

CV : coeficiente de variación

ns : no significativo ($P > 0,05$)

* : significativo ($P \leq 0,05$)

Cuadro 10. Análisis de variancia para la variable cambio de peso de la cerda durante la gestación

Fuente de variación	GL	SC	CM	P(F)	CV (%)
Dieta	2	65,542	32,771	0,00 **	4,89
Parto	2	11,376	5,688	0,23 ns	
D X P	4	1,584	0,396	1,00 ns	
Error	27	99,198	3,674		
Total	35	177,700			

GL : grados de libertad

SC : suma de cuadrados

CM : cuadrado medio

P(F) : nivel de probabilidad

CV : coeficiente de variación

ns : no significativo ($P > 0,05$)

** : altamente significativo ($P \leq 0,01$)

Cuadro 11. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el número de lechones totales

Número de cerda	Kcal/día	
	6000	9000
1	9	9
2	9	9
3	9	8
4	9	9
5	9	10
6	9	10
7	8	8
8	8	9
9	9	9
10	9	8
11	9	8
12	8	9
13	8	9
14	9	9
15	9	8
Media	8,73	8,80
Error standar	0,44	0,65

Cuadro 12. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el número de lechones nacidos vivos

Número de cerda	Kcal/día	
	6000	9000
1	9	8
2	7	8
3	8	7
4	8	9
5	7	9
6	8	9
7	7	8
8	7	9
9	7	8
10	9	8
11	8	7
12	7	9
13	8	9
14	8	9
15	8	8
Media	7,73	8,33
Error standar	0,68	0,70

Cuadro 13. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el porcentaje de mortalidad

Número de cerda	Kcal/día	
	6000	9000
1	0,00	11,11
2	22,22	11,11
3	11,11	12,50
4	11,11	0,00
5	22,22	10,00
6	11,11	10,00
7	12,50	0,00
8	12,50	0,00
9	22,22	11,11
10	0,00	0,00
11	11,11	12,50
12	12,50	0,00
13	0,00	0,00
14	11,11	0,00
15	11,11	0,00
Media	11,39	5,22
Error Standar	7,05	5,62

Cuadro 14. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el peso de los lechones al nacimiento

Número de cerda	Kcal/día	
	6000	9000
1	1,40	1,50
2	1,30	1,51
3	1,28	1,43
4	1,35	1,59
5	1,41	1,49
6	1,34	1,48
7	1,51	1,38
8	1,38	1,43
9	1,40	1,45
10	1,49	1,56
11	1,51	1,64
12	1,39	1,36
13	1,28	1,38
14	1,31	1,45
15	1,43	1,40
Media	1,39	1,47
Error Standar	0,07	0,08

Cuadro 15. Comportamiento individual de las cerdas primerizas sobre el peso total de la camada al nacimiento

Número de cerda	Kcal/día	
	6000	9000
1	12,60	12,00
2	9,10	12,08
3	10,24	10,01
4	10,80	14,31
5	9,87	13,41
6	10,72	13,32
7	10,57	11,04
8	9,66	12,87
9	9,80	11,60
10	14,90	12,48
11	12,08	11,48
12	9,73	12,24
13	10,24	12,42
14	10,48	13,05
15	11,44	11,20
Media	10,82	12,23
Error Standar	1,42	1,05

Cuadro 16. Comportamiento individual de las cerdas gestantes sobre el número de lechones totales, vivos y el porcentaje de mortalidad

Kcal/día	Número parto	Número lechones		% mortalidad	
		total	vivos		
6000	2	8	8	0,00	
	2	9	7	22,22	
	2	8	8	0,00	
	2	8	8	0,00	
	3	8	7	12,50	
	3	8	8	0,00	
	3	9	8	11,11	
	3	10	8	20,00	
	4	9	8	11,11	
	4	9	8	11,11	
	4	8	7	12,50	
	4	8	8	0,00	
	7000	2	9	9	0,00
		2	8	7	12,50
2		8	8	0,00	
2		8	8	0,00	
3		7	7	0,00	
3		9	9	0,00	
3		9	8	11,11	
3		8	8	0,00	
4		8	8	0,00	
4		9	8	11,11	
4		9	9	0,00	
4		8	8	0,00	
8000		2	8	8	0,00
		2	8	7	12,50
	2	9	8	11,11	
	2	7	7	0,00	
	3	8	8	0,00	
	3	9	8	11,11	
	3	8	8	0,00	
	3	9	9	0,00	
	4	9	9	0,00	
	4	9	8	11,11	
	4	9	8	11,11	
	4	8	7	12,50	

Cuadro 17. Comportamiento individual de las cerdas gestantes sobre el peso del lechón al nacimiento, peso de la camada al nacimiento y cambio de peso de la cerda

Kcal/día	Número parto	Peso		Cambio peso de la cerda	
		lechón	camada		
6000	2	1,39	11,12	36,00	
	2	1,36	9,52	37,50	
	2	1,43	11,44	35,00	
	2	1,41	11,28	39,00	
	3	1,51	10,57	41,00	
	3	1,39	11,12	38,00	
	3	1,41	11,28	36,00	
	3	1,42	11,36	37,00	
	4	1,41	11,28	38,00	
	4	1,48	11,84	36,00	
	4	1,40	9,80	38,00	
	4	1,56	12,48	37,00	
	7000	2	1,41	12,69	39,00
		2	1,39	9,73	39,00
		2	1,49	11,92	41,00
		2	1,41	11,28	38,00
3		1,53	10,71	46,00	
3		1,36	12,24	41,00	
3		1,48	11,84	39,00	
3		1,39	11,12	37,00	
4		1,41	11,28	38,00	
4		1,54	12,32	39,00	
4		1,51	13,59	38,00	
4		1,43	11,44	41,00	
8000		2	1,39	11,12	40,00
		2	1,42	9,94	39,00
		2	1,47	11,76	42,00
		2	1,40	9,80	41,00
	3	1,45	11,60	42,00	
	3	1,48	11,84	40,00	
	3	1,53	12,24	42,00	
	3	1,55	13,95	41,00	
	4	1,50	13,50	39,00	
	4	1,68	13,44	38,00	
	4	1,61	12,88	42,00	
	4	1,57	10,99	41,00	