

ADICION DE ALTOS NIVELES DE BIOTINA EN DIETAS
A BASE DE SORGO Y SOYA PARA CERDAS
PREGESTANTES Y GESTANTES

JOSE LUIS JASSO PITOL

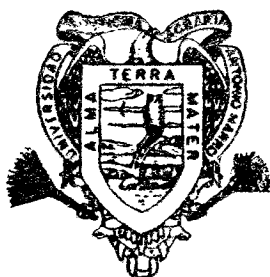
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICION ANIMAL



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATC
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista. Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 1998

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

SUBDIRECCION DE POSTGRADO

ADICION DE ALTOS NIVELES DE BIOTINA EN DIETAS A BASE DE
SORGO Y SOYA PARA CERDAS PREGESTANTES Y GESTANTES

TESIS

POR

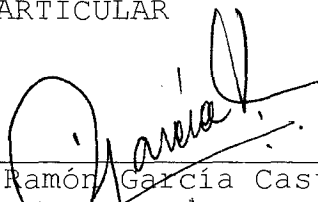
JOSE LUIS JASSO PITOL

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de
Asesoría y aprobada como requisito parcial para optar el
grado de

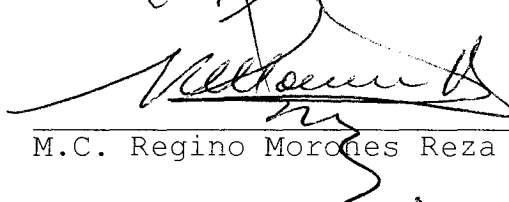
MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICION ANIMAL

COMITE PARTICULAR

Asesor Principal:

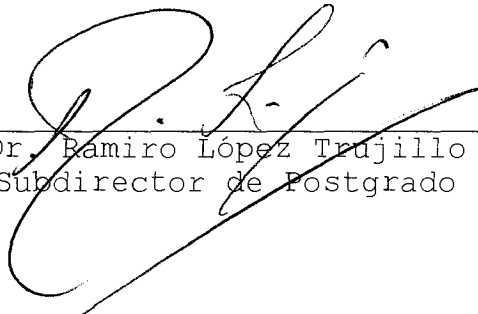

M.C. Ramón García Castillo

Asesor:


M.C. Regino Morones Reza

Asesor:


Ph.D. Jorge R. Kawas Garza


Dr. Ramiro López Trujillo
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila. Noviembre de 1998

AGRADECIMIENTO

Al M.C. Ramón F. García Castillo, por toda la ayuda y dedicación que aportó para la realización de este trabajo.

Al M.C. Regino Morones Reza, por todas sus valiosas observaciones en este trabajo.

Al Ph.D. Jorge R. Kawas Garza por su apoyo y atinada observación en la realización del trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" y especialmente a la Subdirección de Postgrado por brindarme la oportunidad de realizar mi maestría.

A todos mis maestros que aportaron algo de su saber para que me pudiera formar.

A Rocío por ser una gran compañera y por su incondicional apoyo.

A mis compañeros y amigos : Leonel, Amelia, Patricio, Cecy, Rocío, José, Gabriel y todos los que convivieron conmigo durante la maestría.

A la Empresa Micronutrientes y Aditivos, S.A. de C.V. por el apoyo material para la realización del presente trabajo

A la Srta. Adelita por su ayuda en mecanografiar y formatear la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz de la vida.

A mis padres :

José Luis Jasso Cancino

y

Delia Pitol Morales

A mis hermanos :

Carlos

Vero

Lily

Carmen

A todos ellos los amo. Gracias.

COMPENDIO

Adición de Altos niveles de Biotina en Dietas a Base de
Sorgo y Soya para Cerdas Pregestantes y Gestantes

POR

JOSE LUIS JASSO PITOL

MAESTRIA

NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE DE 1998.

M.C. Ramón F. García Castillo -Asesor-

Palabras Clave: Biotina, Cerdas, Lechones, Estro, Sorgo,
Soya.

A la fecha, los requerimientos de biotina para los cerdos no se han determinado, por lo que los niveles utilizados son solo aproximaciones. Por lo anterior se probó el efecto de la adición de altos niveles de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdas de primer parto antes y durante la gestación. Las variables evaluadas

fueron los días para que las cerdas presentaran celo y se aparearan, ganancia de peso de la cerda durante la gestación, tamaño de la camada y peso de los lechones al nacer. Se utilizaron 21 cerdas de primer parto (Landrace-Yorkshire) que se alimentaron con una dieta a base de sorgo y soya (13.41 por ciento de PC y 3247.67 Kcal/EM) conteniendo 0.07, 10 y 28.3 ppm de biotina/kg antes y durante la gestación. Se les ofreció 1.8 kg de alimento/animal/día. El nivel de biotina mejoró ($P < 0.05$) el tiempo para la presentación de celo y sean apareadas (41.57, 25.14 y 18.14 días). No se encontró diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos respecto a la ganancia de peso de las cerdas durante la gestación. El número de lechones al parto fue afectado ($P < 0.05$) por la adición de biotina, aunque, el comportamiento observado no fue de tipo normal (9.71, 7.16 y 9.57 lechones por camada). No se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso de lechones al nacer. La adición de altos niveles de biotina en la dieta a base de sorgo y soya reduce el intervalo de tiempo para que la cerda presente celo. Sin embargo, Altos niveles de biotina en la dieta no mejora la ganancia de peso de la cerda en gestación, número de lechones al nacer y peso de los lechones al nacer.

ABSTRACT

High Biotin Levels Addition to Gilts Diets Sorghum and
Soybean Meal Based Before and During Gestation

BY

JOSE LUIS JASSO PITOL

MASTER OF SCIENCE
ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER 1998

M.C Ramón F. García Castillo -Adviser-

Key Words: Biotin, Gilts, Litter, Estrus, Sorghum, Soybean
Meal.

Nowadays, biotin requirements for swine are unknown.

The used levels are only an approach. The purpose was to evaluate the time for the gilts to show their first estrous, body weight gain, litter size and the litters'

weight at birth. 21 primiparous sows or gilts (Landrace-Yorkshire) were fed a sorghum-soybean meal diet based (14.41 per cent, 3247.67 Kcal/ME). Biotin diet content was 0.07 ppm/kg, supplemental biotin levels were 10.00 and 28.28 ppm added biotin per kg feed, before and throughout gestation. During gestation, gilts were given 1.80 kg of feed per day. Supplemental biotin had an effect ($P < 0.05$) on the length of the interval for gilts to show their first estrus, after be mating (41.57, 25.14 and 18.14 days respectively). No differences ($P > 0.05$) were found in sow's weight gain during gestation. Biotin supplementation affects ($P < 0.05$) litter size at birth, however, the performance here did not have a normal tendency (9.71, 7.16, 9.57 pigs/litter, in each treatment respectively). Average birth weight of pigs, were not affected ($P > 0.05$) by dietary treatment. No evidences were found that sow's weight gain, litter size at birth and the birth weight of pigs are increased by biotin supplementation. The results indicate that biotin supplementation of a sorghum-soybean meal diet during gestation reduced the interval for the gilts that show their first estrus.

INDICE DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Funciones de la Biotina.....	4
Síntomas de deficiencia de Biotina en cerdos	5
Comportamiento de cerdas al racionar Biotina	6
en su dieta.....	6
Comportamiento de la cerda vacía	7
Comportamiento de la cerda en gestación.....	8
Ganancia de peso.....	8
Número de lechones nacidas al parto...	9
Peso promedio de lechones al parto....	11
Peso promedio de lechones al destete..	12
Presentación de celo postdestete.....	14 ✓
Efecto de la Biotina de patas y piel..	15
Contenido y disponibilidad de Biotina	17
en cereales.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Análisis de datos.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
Presentación de celo y apareamiento.....	27
Ganancia de peso de cerdas en gestación.....	30
Tamaño de la camada al nacer.....	34
Peso de los lechones al nacer.....	36
CONCLUSIONES.....	39
RESUMEN.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
APÉNDICE.....	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Página
2.1.	Contenido de Biotina en diferentes ingredientes utilizados en dietas para cerdos.	18
2.2.	Biodisponibilidad de Biotina en diferentes ingredientes utilizados en las dietas para cerdos.	19
3.1.	Composición de la dieta experimental a base de sorgo y soya sin adición de biotina para alimentar cerdas en gestación	22
3.2.	Contenido de Biotina (tratamientos) en el alimento para cerdas en pregestación y gestación.	23
4.1.	Período de tiempo (días) para presentación de celo y empadre de cerdas alimentadas con diferentes niveles de Biotina en el alimento.	29
4.2.	Ganancia de peso durante la gestación de cerdas alimentadas con diferentes niveles de Biotina.	34
4.3.	Tamaño de la camada (lechones/camada) de cerdas alimentadas con diferentes niveles de Biotina en el alimento.	36
4.4.	Promedio de peso (kg) de los lechones/camada de cerdas alimentadas con diferentes niveles de Biotina.	37

INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Título	Página
4.1	Comportamiento de cerdas pregestantes a la presentación de celo al ser alimentadas con altos niveles de Biotina.	31

INTRODUCCION

En muchas granjas porcinas, la productividad de las cerdas reproductoras está abajo del promedio de destete que actualmente se recomienda (nueve lechones destetados/parto).

Una buena alimentación y manejo de las cerdas vientres es de gran importancia debido a que éstas serán las que produzcan los lechones que se finalizarán para posteriormente sacrificarse (English et al., 1981).

Algunas de las características a considerar en la reproducción porcina son: ganancia de peso de la cerda durante su gestación (sobre todo en primer gestación), número de lechones nacidos vivos, peso de los lechones al nacer, producción de leche de la cerda, peso de los lechones al destete, peso de la cerda al destete, e intervalo de tiempo para que la cerda nuevamente muestre celo y quede gestante. Los procesos metabólicos involucrados en los estándares antes mencionados dependen para su adecuado funcionamiento de los aportes de nutrimentos en la dieta (NRC, 1988).

En la nutrición se presta mayor atención a los ingredientes y nutrimentos que ocupan mayor volumen al

elaborar una dieta. Sin embargo, nutrimentos como microminerales o vitaminas tienen un papel metabólico muy importante. Este es el caso de las vitaminas del complejo B que intervienen en diversos procesos metabólicos, como son el metabolismo energético y el proteico.

En ocasiones se cree difícil, que algunas vitaminas puedan ser deficientes en los alimentos que se ofrecen a los cerdos. Tal es el caso de la biotina, que se supone, el requerimiento (no establecido hasta la fecha para esta especie) del cerdo, por esta vitamina es suficientemente sintetizado por la flora microbiana del intestino. Sin embargo, la utilización actual de medicamentos en las raciones para cerdos puede alterar la síntesis de biotina, siendo, el sorgo el alimento básico en la alimentación del cerdo; la biotina que contiene es de baja disponibilidad (NRC, 1987).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdas vacías y gestantes por medio de:

- Período de tiempo para que la cerda presente celo.
- Comportamiento de ganancia de peso durante la gestación.
- Tamaño de la camada al nacer.
- Peso de los lechones al nacer.

Hipótesis

La adición de biotina al alimento de cerdas primerizas al empadre y gestación afecta el comportamiento productivo.

REVISION DE LITERATURA

Funciones de la Biotina

La biotina pertenece al grupo de las vitaminas hidrosolubles del complejo B. Se conoce como: Ácido 2-ceto-3, 4 imidazólido-2-tetrahidro-tiofeno-valérico. Es un ácido monocarboxílico. Es un compuesto cristalino que posee gran estabilidad química y es soluble en alcohol y en agua (Maynard et al., 1981).

Tiene diversas funciones: Metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos, transportación de grupos carboxilo y fijar dióxido de carbono en los tejidos, sirve como grupo prostético de diversas enzimas, en la producción de energía en el ciclo del ácido cítrico. En el metabolismo interviene en reacciones como:

- Carboxilación de ácido pirúvico a ácido oxaloacético.
- Conversión de ácido málico a ácido pirúvico.
- Interconversión de ácido alfa oxalosuccínico a ácido alfa cetoglutárico.

En el metabolismo de proteínas interviene en la

desaminación de aminoácidos, síntesis de purinas y metabolismo de ácidos nucleicos.

Interviene en la síntesis de ácidos grasos, en un complejo multienzimático.

La biotina es importante para el funcionamiento de las glándulas tiroideas y suprarrenal; así como el buen desempeño del aparato reproductor y el sistema nervioso (Church, 1991).

Sintomas de deficiencia de biotina en cerdos

La reproducción en cualquier granja porcina es el aspecto más importante, pues si se logra tener una buena producción de lechones la rentabilidad del negocio mejorará. La adecuada alimentación de la cerda repercute en el tamaño de su camada, peso de los lechones, producción láctea, menor pérdida de peso durante la lactancia de la cerda y menor número de días para presentar celo después del destete (English et al., 1981).

La deficiencia de biotina en cerdos se manifiesta por bajo crecimiento, disminución en la conversión alimenticia, alopecia (caída de pelo), dermatitis caracterizada por una resequedad y aspereza de la piel, así como un exudado color pardo, úlceras en la piel, inflamación

de la mucosa bucal, temblor en la patas traseras, agrietamiento de las pezuñas y superficie del abdomen.

La adición de biotina a las dietas de cerdas reproductoras, es un tema que ha despertado controversias, debido a que se considera poco probable la deficiencia de esta vitamina en los animales. Esta afirmación se hace, considerando que la flora microbiana del intestino proporciona la biotina necesaria para el animal (Harper, 1980 y McDowell, 1989). Sin embargo, el creciente uso de medicamentos (sulfas) con actividad de antibiótico en la producción porcina puede ocasionar una alteración en la flora microbiana y por lo tanto una disminución en la síntesis de biotina (NRC. 1987, Maynard et al., 1981 y McDowell. 1990).

Comportamiento de Cerdas al Racionar Biotina en su Dieta

Los resultados de estudios realizados para evaluar el efecto de adicionar biotina en la dieta de cerdas reproductoras se contraponen, pues algunos han encontrado respuesta y otros no.

Las dietas utilizadas por lo general son a base de maíz, trigo, cebada y soya, así como los niveles de biotina están en un rango muy amplio, de 200 a 880 mcg/kg de

alimento, siendo el promedio 540 μg de biotina/kg de alimento.

La NRC(1988), recomienda 200 μg de biotina/kg de alimento, pero esta misma institución señala que esta cantidad es solo una aproximación, pues los requerimientos de biotina no están totalmente determinados. De allí la amplitud de rango utilizados por los investigadores con diferentes ingredientes.

Comportamiento de la Cerda Vacía

Se han encontrado resultados en los cuales existe mayor utilización o efecto asociativo del tipo de grano que se utiliza para elaborar las dietas de cerdos, trabajos de investigación (Bryant et al., 1981b, 1985b) nos demuestran estos efectos. Indican que las cerdas alimentadas con dietas a base de maíz y suplementadas con biotina presentaron celo a menor edad (260 días) que las alimentadas con trigo y adicionadas con biotina (284 días).

Comportamiento de la Cerda en Gestación.

Ganancia de peso

Grandhi y Strain (1980), al adicionar biotina en una cantidad de 200 y 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento, en dietas a base de cebada, trigo y soya; no encontraron efectos significativos respecto al incremento de peso durante la gestación, el cual fue de 60 y 56.70 kilogramos respectivamente. Siendo la pérdida de peso durante la lactancia respectivamente de 15.40 y 15.10 kilogramos. Hamilton y Veum (1984), ofrecieron una concentración de 550 μg de biotina/kg de alimento, en una dieta a base de maíz y soya. Reportan ganancias de peso de las cerdas durante la gestación muy similares (53.20 kg) entre el testigo y el tratamiento. Durante la lactancia, las cerdas no suplementadas con biotina, perdieron 30.60 kg contra 31.60 kg en las cerdas que recibieron la biotina. Por otro lado, Lewis et al. (1991), indican que al adicionar 330 μg de biotina/kg de alimento elaborado a base de maíz y soya; este no afecta la ganancia de peso en cerdas en gestación. Así mismo, Watkins et al. (1991), de igual manera que los autores anteriores señalan que la adición de biotina (440 μg de biotina/kg de alimento a base de maíz y soya) no mejora la ganancia de peso de la cerda durante la gestación.

Sin embargo, Bryant et al. (1985abc), en tres diferentes estudios, muestran que la adición de biotina en el alimento para cerdas reproductoras tiene efectos positivos. Estos autores al utilizar concentración de 0 y 220 μg de biotina por kilogramo de alimento en dietas a base de maíz y soya; encontraron ganancias de 0.57 kg/día en las cerdas suplementadas con biotina y sin biotina. Sin embargo, estos mismos autores al utilizar 440 μg de biotina/kg de alimento a base de maíz y soya, indican que las cerdas perdieron menos peso (24.30 kg) en la lactancia que las cerdas que no recibieron la biotina (26.30 kg).

Número de lechones nacidas al parto

Algunos autores señalan que la suplementación de biotina con la finalidad de incrementar el número de lechones vivos al parto, no tiene justificación. Pero este es un punto muy importante en toda empresa porcina. Esta cuantificación es el resultado del manejo, alimentación, potencial genético del los sementales y hembras vientre del hato reproductivo. De allí la importancia que reviste esta evaluación.

Grandhi y Strain (1980), al adicionar 200 y 300 μg de biotina/kg en dietas a base de cebada, trigo y soya, no encontraron diferencia significativa. Encontrando que las

cerdas que recibieron la dieta sin adición de biotina tuvieron 9.17 lechones vivos por camada y las cerdas suplementadas tuvieron 8.97 lechones/camada. Resultados similares a los anteriores los reportan Hamilton y Veum (1984), al adicionar 550 μg de biotina/kg de alimento, no encontraron diferencia significativa respecto al número de lechones nacidos vivos (9.15). De igual manera, Lewis et al. (1991), indican que al utilizar una suplementación de 330 μg de biotina/kg alimento y una dieta control a la que no se le adicionó biotina, no encontraron efecto de la vitamina respecto al número de lechones nacidos vivos, sus resultados fueron 10.53 lechones para las cerdas suplementadas y 10.10 lechones para las cerdas que no se les suplementó biotina. Estos mismos autores mencionan que la suplementación de biotina no afecta significativamente el tamaño total de camada. Ellos reportan 11.28 lechones en las cerdas suplementadas y 10.87 lechones en las no suplementadas. Por su parte, Watkins et al. (1991), muestran en sus resultados que la adición de 440 μg de biotina/kg de alimento, no tuvo efecto significativo respecto al número de lechones nacidos vivos comparado con la dieta base a la que no adicionaron biotina, los resultados obtenidos fueron, 8.99 lechones para la dieta basal y 8.73 lechones para la dieta que se le adicionó biotina. Respecto al tamaño total de la camada (incluyendo los lechones nacidos muertos) los resultados tampoco muestran efecto significativo al obtener 11.41 y

10.66 lechones respectivamente.

Sin embargo, Bryant et al. (1985b), señalan que al utilizar una suplementación de 440 μg de biotina /kg de alimento, mejoró en 1.2 lechones nacidos vivos por camada en cerdas de primer parto. Además, estos autores encontraron que el número total de lechones nacidos por camada se aumentaba en 1.5 lechones por camada con la dieta adicionada con biotina. Agregan que este efecto se observó solo en cerdas de primer parto, ya que al continuar con la evaluación en partos subsiguientes no hubo efecto.

Peso promedio de lechones al parto

Grandhi y Strain (1980), encontraron que la suplementación de biotina a la hembra en gestación, no afecta el peso promedio de los lechones al nacimiento, ya que al incluir 200 y 300 μg de biotina/kg de alimento, no tuvo efecto positivo sobre el peso de los lechones al nacer. Encontrando que los lechones provenientes de madres sin suplementar biotina promediaron 1.38 kg, mientras los obtenidos de cerdas alimentadas con dietas suplementadas con biotina tuvieron menor peso promedio al nacimiento (1.35 kg). Por su parte, Hamilton y Veum (1984), al adicionar mayor concentración de la vitamina (550 μg de biotina/kg) en el alimento, no encontraron efecto sobre el peso (1.42 kg)

de los lechones al nacer. Similares resultados a los anteriores (1.43 kg) reportan Lewis et al. (1991), al adicionar menor contenido (330 μg de biotina/kg de alimento) para las hembras en gestación. A su vez, Watkins et al. (1991), al adicionar 440 μg de biotina/kg de alimento reportan un peso promedio de lechones al nacer de 1.49 kg, con valor muy similar (1.47 kg) en los lechones provenientes de cerdas a las cuales su dieta no se adicionó biotina. Bryant et al. (1985b), al adicionar 440 μg de biotina/kg de alimento no encontraron diferencias significativas. Al encontrar pesos muy similares (1.34 y 1.35 kg) para los lechones de hembras tratadas y sin tratar respectivamente.

Peso promedio de lechones al destete

Grandhi y Strain (1980), al adicionar 200 y 300 μg de biotina/kg de alimento de cerdas en lactancia, no encontraron diferencias significativas con respecto al peso promedio de las camadas al destete (cinco semanas), el promedio de peso de las camadas cuyas madres recibieron la dieta adicionada de biotina fue 7.76 kg y 7.85 kg para los lechones de cerdas alimentadas con la dieta control.

Por su parte, Hamilton y Veum (1984), mencionan que al probar dos dietas de lactancia, una de las cuales se le adicionó 550 μg de biotina/kg de alimento, no encontraron

diferencias significativas con respecto al peso promedio (7.99 kg) de los lechones al destete. A este respecto, Lewis et al. (1991), al adicionar 330 μg de biotina/kg de alimento, encontraron promedios de peso al destete de los lechones a los 21 días de 5.64 y 5.66 kg respectivamente para el tratamiento y el grupo control. Watkins et al. (1991), señalan que al adicionar 440 μg de biotina/kg de alimento no encontraron significancia en el peso (4.97 y 5.05 kg) de los lechones al destete a los 21 días respectivamente. Sin embargo, aunque estos mismos autores señalan, que el número de lechones al destete no fue significativo, se observó una tendencia a incrementar el número de lechones al destete al adicionar biotina en la dieta, reportan 7.74 lechones destetados con la dieta suplementada y 6.85 lechones con la dieta control.

Bryant et al. (1985b), señalan no haber encontrado diferencias significativas respecto al peso de lechones al destete al adicionar 440 μg de biotina/kg de alimento de lactancia, pero señalan que la adición de biotina mejora ligeramente el peso al destete a los 21 días. Encontrando que en la dieta conteniendo biotina, los lechones pesaron 5.12 kg y 5.10 kg para los lechones de la dieta control. Además, reportan 87 por ciento de lechones al destete para la dieta con biotina, y ligeramente menor (85.60 por ciento) en la dieta que no se le adicionó biotina; por otro lado,

señalan que el promedio de peso de camada se mejoró con biotina, (45.10 kg) reportando 42.90 kg para la dieta sin biotina.

Presentación de celo postdestete

Grandhi y Strain (1980), mencionan que no encontraron efecto significativo respecto al presentar nuevamente celo postdestete al adicionar 200 y 300 μg de biotina/kg de alimento de lactancia. Reportan un promedio de 7.62 días y 7.72 días para la dieta control y adicionada con biotina respectivamente. Hamilton y Veum (1984), señalan que al adicionar 550 μg de biotina/kg en el alimento de lactancia, no encontraron efectos significativos entre el periodo de destete y presentación de celo; para la dieta control (7 días) y 6.70 días para las cerdas que consumieron la dieta que se le adicionó la biotina. A su vez, Lewis et al. (1991), en sus resultados señalan que la adición de biotina en una proporción de 330 μg de biotina/kg no tuvo efecto significativo sobre el intervalo de tiempo para presentar celo las cerdas después del destete, estos autores reportan 6.45 días para las cerdas alimentadas con la dieta control y 6.04 días para las cerdas alimentadas con la dieta adicionada de biotina. Por su parte, Watkins et al. (1991), mencionan que no encontraron efecto de la adición de 440 μg de biotina/kg de alimento respecto al intervalo de tiempo

postdestete para presentar celo, los períodos de tiempo que reportan los autores son 6.35 días para las cerdas que recibieron la dieta basal sin adición de biotina y 5.80 días para las cerdas que recibieron la dieta con biotina.

Bryant et al. (1981b), señalan que al adicionar 440 μg de biotina/kg se redujo el intervalo postdestete para presentar celo respecto a la dieta que no le adicionó biotina, el intervalo para las cerdas de la dieta con biotina fue de 12.4 días, mientras que en las cerdas de la dieta sin biotina el intervalo fue de 14 días. Los autores al analizar los datos no encontraron diferencias significativas, pero indican que la tendencia encontrada requiere mayores pruebas. Así las cosas, Bryant et al. (1985b), señalan que al adicionar 440 μg de biotina/kg de alimento, encontraron que el intervalo de tiempo postdestete para presentar celo se disminuía significativamente, respecto a las cerdas que recibieron la dieta sin adición de biotina. Reportan que en las cerdas que recibieron la dieta con biotina, el intervalo de tiempo fue de 10.2 días, mientras que para las cerdas que recibieron la dieta sin biotina, el intervalo de tiempo fue de 14.5 días.

Efecto de la biotina de patas y piel

Grandhi y Strain (1980), señalan que la adición de 200 y 300 μg de biotina/kg de alimento, no previno la

incidencia de lesiones en patas; sin embargo, la severidad de las lesiones fue ligeramente disminuida, mencionan que este efecto se apreció en cerdas adultas y de primer parto.

Por otra parte, Lewis et al. (1991), reportan que la adición de 330 μg de biotina/kg de alimento, no mostró evidencia de que hubiera una disminución de las lesiones en las patas de las cerdas comparando con las lesiones encontradas en cerdas a las cuales se les dio una dieta sin adicionar biotina. A este respecto, Watkins et al. (1991), mencionan que al adicionar 440 mcg de biotina/kg de alimento, no encontraron reducción en las lesiones en las patas de las cerdas, así como tampoco en la pérdida de pelo, ni en el aplomo de las cerdas sobre sus patas.

Bryant et al. (1981a), mencionan que la adición de 440 μg de biotina/kg de alimento redujo la pérdida de pelo en cerdas durante dos partos.

Bryant et al. (1985ac), señalan que la adición de 220 y 440 μg de biotina disminuye la incidencia de lesiones o hendiduras en el talón como en la pared de la uña en la pezuña de las cerdas, sin embargo, mencionan que la utilización de biotina no previene las lesiones de patas en las cerdas. Estos mismos autores indican que cuando se utilizó 440 μg de biotina/kg de alimento, las lesiones de

pata se redujeron notablemente. Sin embargo, el aplomo de los animales sobre las patas no fue mejorado por ningún nivel de biotina incluido en el alimento respecto a la dieta base que no se le adicionó biotina.

Contenido y disponibilidad de biotina en cereales

El sorgo, es el grano generalmente utilizado en la elaboración de alimentos para cerdos en México. Este contiene similar cantidad de proteína que el maíz, pero es ligeramente menor en su contenido de energía. Las variedades de sorgo con un alto contenido de taninos (variedades oscuras) son menos aceptables por el cerdo; además, afecta la digestibilidad de la proteína. El principal aminoácido limitante en el sorgo como en casi todos los cereales es la lisina (Miller et al., 1991). Este posee una baja disponibilidad de biotina. Misir y Blair (1988), señalan que el sorgo es de los cereales con menor disponibilidad (25.1 por ciento) de su contenido total (196 µg de biotina/kg). Respecto a otros granos, el maíz con un contenido de 79 µg de biotina/kg tiene una disponibilidad más alta (101.2 por ciento). En el caso del trigo reportan un contenido de 138 µg de biotina/kg, con una disponibilidad de 33.3 por ciento (Cuadro 2.1. y 2.2.).

Otros autores, Anderson et al. (1978), reportan que la biotina disponible por kilogramo en el sorgo es de 92 μg , para el maíz es de 108 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y 43 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para el caso del trigo. Por su parte, Frigg (1984), reporta un contenido de biotina de 214, 90 y 130 μg por kilogramo en sorgo, trigo y cebada respectivamente. Sauer et al. (1988), encontraron en el maíz 56 μg de biotina/kg, y en el trigo y la cebada valores de 127 y 125 μg de biotina/kg. Además, la digestibilidad de la biotina en éstos cereales presenta los siguientes coeficientes respectivos: 4.0, 4.8 y 21 por ciento. Estas determinaciones fueron hechas utilizando cerdos con cánula distal en el íleon, la digestibilidad para la biotina aislada (en forma pura) fue de 93.5 por ciento; por lo tanto, consideran que si se utilizan ingredientes para elaborar dietas que tienen baja digestibilidad de su contenido de biotina podría ser necesario adicionar biotina en las dietas para cubrir los requerimientos de los animales.

Cuadro 2.1. Contenido de biotina en diferentes ingredientes utilizados en dietas para cerdos.

Ingrediente	Contenido de biotina (mcg/kg)			
	Frigg (1984)	Misir y Blair (1988)	Sauer et al. (1988)	Media
Maíz	--	79	56	67.5
Sorgo	214	196	--	205
Trigo	90	138	127	118.3
Cebada	130	156	125	137

* Desviación estandar

Cuadro 2.2. Biodisponibilidad de biotina en diferentes ingredientes utilizados en las dietas para cerdos.

Ingrediente	Biodisponibilidad de biotina (mcg/kg)			
	Anderson <u>et al.</u> (1978)	Frigg (1984)	Misir y Blair (1988)	Media
Maíz	108	--	80	94
Sorgo	92	52.43	49	64.4
Trigo	43	3.6	46	30.8
Cebada	82	28.08	37	49.0

- Desviación estandar

Se han encontrado resultados en los cuales existe mayor utilización o efecto asociativo del tipo de grano que se utiliza para elaborar las dietas de cerdos. El tamaño de la camada y el peso de los lechones fue mayor en las cerdas con dieta a base de maíz que las de cerdas con dieta a base de trigo (Bryant et al., 1985b). Bryant et al. (1981b), encontraron que las cerdas alimentadas con dietas a base de maíz y que se les suplementó biotina (440 µg/kg de alimento) tuvieron lechones mas pesados (1.38 kg), mientras que las cerdas alimentadas con una dieta a base de trigo y que se adicionó con 440 µg de biotina/kg de alimento produjeron lechones mas livianos (1.25 kg), los autores señalan que las dietas eran isocalóricas e isoprotéicas y la única diferencia fue que utilizaron diferentes fuentes de grano.

Por su parte, Hamilton y Veum (1986), reportan que el adicionar 250 y 500 μg de biotina/kg de alimento a base de maíz y soya para cerdos en crecimiento, la suplementación de biotina no afecta la ganancia de peso diario de los animales ni el consumo de alimento.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la granja porcina y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada a 25° 22'00'' de Latitud Norte y 110° 01'00'' de Longitud Oeste, en Buenavista, Municipio de Saltillo, Coahuila, México. A 1743 msnm, con una precipitación pluvial de 298.5 milímetros, con clima BWhwx (x')(e) de muy seco a semicálido con invierno fresco extremoso y temperatura promedio anual de 19.8 °C (Mendoza, 1983).

Se utilizaron veintiún cerdas cruzadas (Yorkshire-Landrace) primerizas. Estas cerdas se pesaron e identificaron al momento de entrar a la prueba, formando tres grupos (uno para cada tratamiento) de siete animales (repeticiones por tratamiento al inicio del experimento) cada cerda se consideró una unidad experimental. El trabajo experimental inició después del período de adaptación de los animales al alimento y cuando las cerdas alcanzaron un peso aproximado de 90 kilogramos, se les ofreció 1.8 kg de alimento/día/cerda, conteniendo como ingredientes base al sorgo y la soya (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1. Composición de la dieta experimental a base de sorgo y soya sin adición de biotina para alimetar cerdas en gestación

INGREDIENTE	CANTIDAD
Sorgo	699
Soya	125
Salvado	120
Aceite	20
Carbonato de Calcio	15
Fosfato monocálcico	13
Sal	5
Mezcla de vitaminas	1
Mezcla de minerales traza	1
Cloruro de colina	1.2
COMPOSICION NUTRITIVA	
NUTRIENTE	PORCENTAJE
Proteína cruda	13.41
Extracto etéreo	6.20
Fibra cruda	4.40
Cenizas	4.84
ELN	60.15
Humedad	11.00
Energía bruta	4331.22 K
Energía Digestible	3480.90 K
Energía Metabolizable	3247.67 K

La energía digestible y metabolizable se estimó mediante el procedimiento de Crampton y Harris (1969) y NRC (1988).

Al alimento se le realizó el análisis bromatológico y de energía bruta (AOAC 1980). El contenido de biotina en las diferentes dietas, se determinó una vez adicionada ésta (Cuadro 3.2). El alimento o las dietas se ofrecían al grupo de cerdas que formaban cada uno de los tratamientos respectivos con y sin biotina. En el período de lactación, se utilizó alimento comercial con 14 por ciento de proteína/kg de materia seca.

Cuadro 3.2. Contenido de biotina (tratamientos) en el alimento para cerdas en pregestación y gestación.

Dieta	Contenido de biotina (ppm)/kg alimento
1	0.07
2	10
3	28.3

Nota: Método empleado: Método microbiológico miniaturizado adaptado del método descrito por AOAC (Laboratorio IASA, Tehuacán, Puebla).

El manejo reproductivo de los animales (aproximadamente a los 90 kg de peso vivo) inició 70 días antes de que las cerdas estuvieran listas para el empadre. Al llegar cada grupo aproximadamente a 120 kg de peso vivo y cuando las hembras mostraban celo, se procedió a realizar las montas controladas. Las cerdas se apareaban una vez por día con un semental por la mañana (antes de que se les sirviera alimento) durante dos días una vez por día. Si posterior a la monta (21 días) la cerda nuevamente mostraba celo, se le realizaba un nuevo apareamiento con un semental diferente. De haber un segundo celo posterior a la primer monta, esta hembra se eliminaba del experimento y se sustituía por otra. Se proporcionó el mismo manejo al parto en todos los animales. Este consistió en asistir a las cerdas durante el parto por si se presentaba alguna

complicación y para manejar (secar y limpiar) los lechones al nacer. Las características a evaluar fueron: Período de tiempo para presentar celo y aparearse, ganancia de peso de la cerda durante la gestación, tamaño de la camada al nacer y peso de los lechones al nacer. Con la finalidad de registrar el comportamiento del peso durante la gestación se pesó las cerdas al inicio (cuando se apareaban) de la prueba y tres a cinco días antes del parto previsto y en el caso de la lactación, se pesó las cerdas al destetar los lechones (35 días postparto).

Se registró el número y peso de lechones por camada al nacer y al destete. Su manejo fue el que normalmente se realiza en la granja: aplicación de hierro, identificación, castración, descolmillado, etc.

Análisis de datos

Se utilizó en el análisis estadístico del trabajo un diseño completamente al azar, con diferente número de repeticiones.

El modelo estadístico utilizado (Rodríguez, 1988) fue:

$$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

$i = 1, 2, 3$ tratamientos (dosis de biotina)

$j = 1, 2, \dots, r_i$ (repeticiones)

$e_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$

donde:

y_{ij} = variable de respuesta del tratamiento i en su repetición j .

μ = Media general o efecto general que es común para cada unidad experimental.

t_i = Efecto del i -ésimo tratamiento (dosis de biotina).

ε_{ij} = Error experimental, variable aleatoria a la cual se le asume distribución normal e independencia, con media cero y varianza constante (suposición de homogeneidad de varianza).

Después del análisis de varianza, para interpretar la significancia del efecto de tratamiento, se realizará comparación de medias utilizando la Prueba de la Diferencia Mínima Significativa (Prueba de DMS). Adicionalmente se probaron los contrastes:

C₁: No adición de biotina vs adición de biotina.

C₂: Adición baja de biotina vs adición alta de biotina.

Por otra parte, considerando el hecho de que la adición de biotina es un factor tipo continuo se realizará un ajuste polinomial.

RESULTADOS y DISCUSION

Presentación de Celo y Apareamiento

Básicamente, lo que se exige de la cerda primeriza es que comience su actividad reproductora a una edad más o menos temprana y previsible y que produzca una camada de buen tamaño entre los 10 y 11 meses de edad (al parto) y un peso vivo moderado (aproximadamente entre 130 y 135 kg) (English et al., 1981)

Los principales componentes de una dieta para cerdos, en relación con el sistema de alimentación son: Energía, proteína o aminoácidos, vitaminas y minerales. Respecto a los efectos del alimento o absorción de energía sobre la edad a la que aparece la pubertad, parece que los valores normales de restricción de alimento desde los 55 a 90 kg de peso vivo, pueden retardar la pubertad durante más de una semana comparando con la alimentación a voluntad en este período. Sin embargo, el consumo a voluntad puede causar bajas en fertilidad por la obesidad del animal (English et al., 1981). En general, los insumos que se utilizan para elaborar alimento para cerdos y la síntesis microbiana del

intestino proveen suficiente cantidad de piridoxina, tiamina, ácido fólico y probablemente biotina (cerdos confinados en piso de concreto pero no en rejas), el resto de las vitaminas hidrosolubles hay que suministrarlas para un buen funcionamiento del cerdo. En el caso de las vitaminas liposolubles también se recomienda se adicionen al alimento de los cerdos dado que en su mayoría no las sintetiza, una excepción es la vitamina K cuando el cerdo puede tener acceso a sus heces (coprofagia) (Miller et al. 1991).

La inclusión de biotina en el alimento a base de sorgo y soya para cerdas reproductoras (10 y 28.30 ppm) redujo el tiempo (días) de preñez de las cerdas. Esta vitamina en el alimento disminuyó ($P < 0.05$) los días para preñez. Con 42 días en el grupo control y un promedio de 22 días para los tratamientos conteniendo biotina (Cuadro 4.1). Sin embargo, al evaluar los tratamientos conteniendo biotina, no se obtuvo una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre ellos. Conforme se incrementó el nivel de biotina en el alimento, disminuyeron los días para la presentación del celo y apareamiento.

Bryant et al. (1985b), coinciden con nuestros resultados, pues señalan que al adicionar biotina a razón de 440 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento a base de maíz y soya, las cerdas

muestran celo a una menor edad. Esto permite que las cerdas puedan ser preñadas a menor edad pudiendo mejorar la eficiencia productiva de los animales. Lo anterior, podría tener relación con lo que señala Church (1991) con relación a que la biotina es importante para un buen desempeño del aparato reproductor y el sistema nervioso. Este último se debe de considerar dado que es el encargado de conducir los impulsos nerviosos en el organismo. Además estando el cerebro incluido en este sistema y las glándulas que controlan el sistema endocrino y por lo tanto el reproductivo, la inclusión de biotina en niveles de 10 y 28.3 ppm pudieron mejorar el funcionamiento del sistema reproductivo, lo que se reflejó en un menor tiempo para que las hembras presentaran celo y quedaran gestantes.

Cuadro 4.1. Período de tiempo (días) para presentación de celo y empadre de cerdas alimentadas con diferentes niveles de biotina en el alimento.

Tratamiento	Período de tiempo (días)
1	41.57 ^a
2	25.14 ^b
3	18.14 ^b
*EEM	4.46

* Error estándar de la media

** Resultados con literales diferentes difieren significativamente (P <0.05).

El análisis de tendencia mostrada por los resultados es de tipo lineal (Figura 1), y además, se aprecia que a medida que se incrementa el contenido de biotina en la dieta, disminuyen los días para la presentación del celo y apareamiento de las cerdas. Al comparar las medias de los tratamientos por medio de polinomios ortogonales, se obtuvo la siguiente ecuación lineal:

$$Y = 38.186786 - 0.774200X, (R^2 = 0.8498).$$

Ganancia de Peso de Cerdas en gestación

El Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos (NRC, 1988), señala que las cerdas en gestación ganan aproximadamente 25 kg de peso durante su gestación más aproximadamente 20 kg por los productos de la concepción (fetos, membranas fetales, líquidos, etc). Esta Institución recomienda un consumo de 1.8 kg de alimento para cerdas primerizas con 3.210 Mcal de energía metabolizable y 12 por ciento de proteína con 200 µg de biotina/kg de alimento. En el caso de las cerdas multíparas el consumo es de 1.9 a 2.0 kg de alimento con un contenido de nutrimentos similar que las cerdas primerizas.

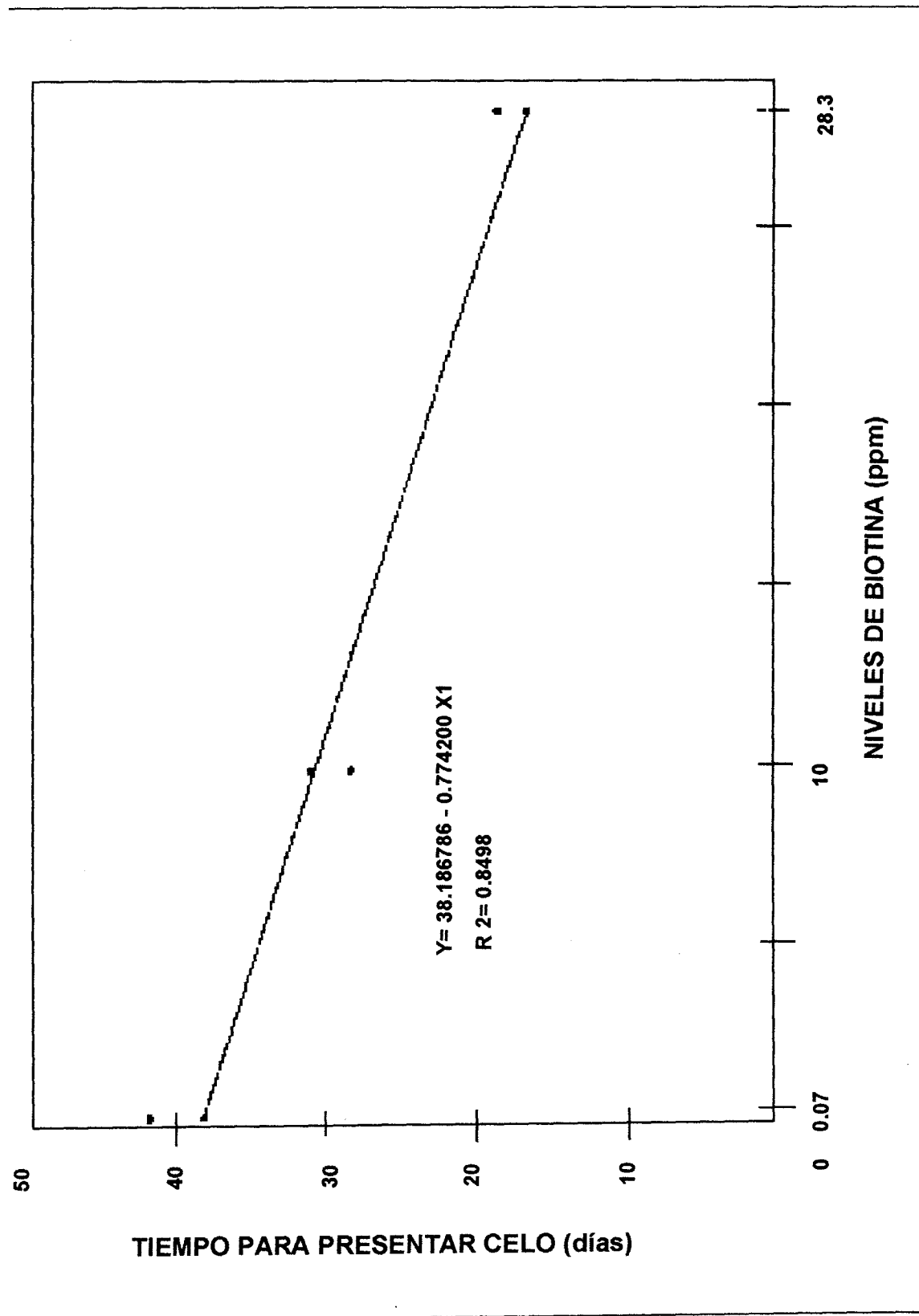


Figura 4.1 Comportamiento de cerdas pregestantes a la presentación de celo,

Una cerda lactante puede consumir de 16.000 a 18.000 Mcal de ED/día. Por otro lado, se ha observado que las cerdas que ganan más peso durante la gestación son las que pierden más peso en la lactancia. El número de lechones vivos se reduce cuando la cerda consume alimento en exceso y por consiguiente gana mucho peso (se vuelve obesa), aunque el peso de los lechones al nacer se modifica poco por la ganancia de peso de la madre (Flores y Agraz, 1987).

En nuestro trabajo las cerdas que ganaron más peso (grupo testigo) tuvieron las camadas más pesadas y numerosas, aunque no se detectaron diferencias significativas a este respecto con los otros grupos. Por lo tanto, la ganancia de peso no afectó estas dos variables de manera negativa.

La inclusión de biotina no mejoró la ganancia de peso de las cerdas gestantes. Dado que las ganancias de peso (en promedio 42.2 kg) fueron muy similares (Cuadro 4.2); no se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) del grupo testigo con respecto a los tratamientos con biotina suplementada. Por lo tanto, se puede decir que la adición de biotina al alimento de cerdas gestantes en niveles de 10 y 28.3 ppm, no afecta el peso durante la gestación. Al analizar si el contenido nutritivo de la dieta que se ofreció a las cerdas cumplía con las recomendaciones del NRC

la ganancia de peso de las cerdas en gestación.

Cuadro 4.2. Ganancia de peso durante la gestación de cerdas alimentadas con diferentes niveles de biotina.

Tratamiento	Peso al celo y apareamiento	Peso al parto	Diferencia	*E
1	122.28	167.64	45.36	3.
2	128.50	168.66	40.16	3.
3	124.14	167.24	43.10	3.

* Error estándar de la media

** Resultados con literales diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$)

Tamaño de la Camada al Nacer

La adición de biotina al alimento de cerdas primeriza en gestación presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, con valores de 9.71, 7.16 y 9.5 lechones al nacer (Cuadro 4.3).

Sin embargo, dado que biológicamente esto no es normal, quizás se requiera de mayor número de repeticiones por tratamiento, ya que si se aumenta la cantidad de algo en la dieta de un animal, (en este caso el contenido de biotina) y esto provoca una disminución en su comportamiento, siendo que los niveles eran ascendentes, no se explica cómo el grupo conteniendo 28.3 ppm de biotina fue superior (9.5

lechones/camada) al tratamiento conteniendo 10 ppm (7. lechones/camada) e igual al grupo control (9. lechones/camada) estadísticamente hablando. Es necesario agregar que una cerda de este tratamiento (10 ppm) abortó (12 lechones) en el último tercio de gestación, esto afectó de manera importante los análisis estadísticos, ya que si se tomaran en cuenta, los resultados no mostrarían diferencias significativas. Por lo anterior, sería prudente considerar solo los tratamientos 1 y 3 para hacer el análisis a la respuesta de la adición de biotina en la dieta de cerdas gestantes hecha a base de sorgo y soya.

Los resultados no fueron diferentes ($P < 0.05$) entre los tratamientos 1 y 3. Se podría pensar que las necesidades de biotina que tienen las cerdas en gestación están cubiertas por los ingredientes utilizados para hacer el alimento. A este respecto Grandhi y Strain (1980) señalan que la inclusión de biotina a razón de 200 y 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento a base de cebada, trigo y soya, no incrementó el número de lechones/camada. Por su parte, varios investigadores (Lewis et al., 1991, Watkins et al., 1991; Hamilton y Veum, 1984) al adicionar biotina a razón de 330, 440 y 550 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento a base de maíz y soya respectivamente, reportan que la adición de biotina en el alimento no mejoró el número de lechones al parto.

Cuadro 4.3. Tamaño de la camada (lechones/camada) de cerdas alimentadas con diferentes niveles de biotina en el alimento.

Tratamiento	Número de lechones al parto	*EEM
1	9.71 ^a	0.58
2	7.16 ^b	0.63
3	9.57 ^a	0.58

* Error estándar de la media

** Resultados con literales diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).

Peso de los Lechones al Nacer

La adición de biotina a razón de 10 y 28.3 ppm al alimento de cerdas gestantes hecho a base de sorgo y soya no mejoró el peso promedio de los lechones al nacer ($P < 0.05$) (Cuadro 4.4).

Por lo anterior, se podría considerar que la suplementación de biotina en el alimento no mejoró el peso de los lechones al nacer. Todo lo contrario, el testigo tuvo un promedio de peso de 1.33 kg, mientras que el tratamiento con mayor contenido de biotina (28.3 ppm) disminuyó hasta 0.15 kg el peso al nacer. También el peso de los lechones al nacer del tratamiento conteniendo 10 ppm de biotina fue similar al testigo. Esto puede deberse, como lo señala Harper (1980), a la síntesis microbiana de biotina en el

intestino de la cerda ya que éste aporta cantidades importantes. Además, si se suma a esto la cantidad contenida en el alimento quizás podría ser suficiente para cubrir la cantidad requerida para que los lechones crezcan adecuadamente.

Cuadro 4.4. Promedio de peso (kg) de los lechones/camada de cerdas alimentadas con diferentes niveles de biotina.

Tratamiento	Peso promedio de lechones/camada	*EEM
1	1.326	0.083
2	1.344	0.089
3	1.193	0.083

* Error estándar de la media

** Resultados con literales diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$)

Respecto a lo anterior, diversos autores han estudiado la inclusión de biotina en dietas preparadas con diferentes ingredientes.

Grandhi y Strain (1980), al adicionar 200 y 300 μg de biotina/kg a una dieta a base de cebada, trigo y soya, reportan que la inclusión de biotina no modificó los pesos de los lechones al nacer. Otros autores (Lewis et al., 1991, Watkins et al., 1991, Bryant et al., 1985b y Hamilton y

Veum, 1984) al adicionar biotina a razón de 330, 440, 440 y 550 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de alimento a base de maíz y soya respectivamente, encontraron que estas inclusiones de biotina no mejoraron el peso de los lechones al nacimiento.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de este trabajo, concluye que:

1. La adición de biotina a razón de 10 y 28.3 ppm, mejoró el período de tiempo (días) para que las cerdas primerizas presenten celo y queden gestantes.
2. La ganancia de peso de cerdas primerizas durante el período de gestación no mejoró con la inclusión de estos niveles adicionales de biotina en la dieta.
3. Además, el número de lechones por camada no fue mayor al valor obtenido para el tratamiento 2 fue menor al esperado debido al aborto de una de las cerdas con camada más numerosa.
4. El peso de los lechones al nacimiento no fue diferente entre tratamientos con diferentes niveles de biotina en la dieta.

RESUMEN

21 cerdas de primer parto (Landrace-Yorkshire) alimentaron con una dieta a base de sorgo y soya (13.41 ciento de PC y 3247.67 Kcal/EM) conteniendo 0.07, 10 y 2 ppm de biotina/kg antes y durante la gestación, se ofreció 1.8 kg de alimento/animal/día. El nivel de biotina mejoró ($P < 0.05$) el tiempo para la presentación de celo sean apareadas (41.57, 25.14 y 18.14 días). No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos respecto a ganancia de peso de las cerdas durante la gestación. El número de lechones al parto fue afectado ($P < 0.05$) por la adición de biotina, aunque, el comportamiento observado fue de tipo normal (9.71, 7.16 y 9.57 lechones por camada). No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el peso de lechones al nacer. La adición de altos niveles de biotina en la dieta a base de sorgo y soya reduce el intervalo de tiempo para que la cerda presente celo. Sin embargo, altos niveles de biotina en la dieta no mejoran la ganancia de peso de la cerda en gestación, el número de lechones al nacer y el peso de los lechones al nacer.

LITERATURA CITADA

- Anderson, A., D., H. Baker and S. P. Mistry. 197. Bioassay determination of the biotin content corn, barley, sorghum and wheat. J. Anim. Sci. 654-659. U.S.A.
- Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight and H. P. Ve 1981a. Influence of supplemental biotin on feet hair characteristics of gilts and sows housed total confinement. J. Anim. Sci. 53(Suppl. 1): 2 U.S.A.
- Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight and K. E. We Jr. 1981b. Effects of type of grain supplemental biotin on reproductive performance gilts and sows housed in total confinement thro two parities. J. Anim. Sci. 53(Suppl. 1): 23 U.S.A.
- Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight, K. E. We Jr. and D. R. Notter. 1985a. Supplemental biotin swine. I. Influence on feedlot performance, pla biotin and toe lesions in developing gilts. Anim. Sci. 60: 136-144.U.S.A.
- _____ - 1985b. Supplemental biotin for swine. Influence of supplementation to corn- and whe based diets on reproductive performance and vari biochemical criteria of sows during four pariti J. Anim. Sci. 60: 145-153. U.S.A.
- Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight, H. P. V and D. R. Notter. 1985c. Supplemental biotin swine. III. Influence of supplementation to cc and wheat-based diets on the incidence and sever of toe lesions, hair and skin characteristics structural soundness of sows housed in confiner during four parities. J. Anim. Sci. 60: 154-1 U.S.A.
- Church, D. C. 1991. Livestock Feeds and Feeding. Th Edition. Prentice-Hall Inc. U. S. A.

- Crampton, E. W. y L. E. Harris. 1969. Nutrición Animal Aplicada. Segunda Edición. Editorial Acribia. 17-Zaragoza. España.
- English, P. R., W. J. Smith y A. Maclean. 1981. La Cerda El Manual Moderno. México.
- Flores., M. J. A. y J. A. Agraz G. 1987. Ganado Porcino Cuarta Edición. Editorial Limusa. México.
- Frigg, M. 1984. Available biotin content of various feed ingredients. Poultry Sci. 63: 750-753. U.S.A.
- Grandhi, R. R. and J. H. Strain. 1980. Effect of biotin supplementation on reproductive performance and foot lesions in swine. Can. J. Anim. Sci. 60: 969-969. CANADA.
- Hamilton, C. R. and T. L. Veum. 1984. Response of sows and litters to added dietary biotin in environmentally regulated facilities. J. Anim. Sci. 59: 151-155. U.S.A.
- _____. 1986. Effect of biotin and (or) lysine additions to corn-soybean meal diets on the performance and nutrient balance of growing piglets. J. Anim. Sci. 62: 155-162. U.S.A.
- Harper, H. A. 1980. Manual de Química Fisiológica. Séptima Edición. Editorial El Manual Moderno. México.
- Lewis, A. J., G. L. Cromwell and J. E. Pettigrew. 1990. Effects of supplemental biotin during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. J. Anim. Sci. 69: 207-215. U.S.A.
- Maynard, A. M., J. F. Loosli, H. F. Hitz y R. G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Séptima Edición. McGraw Hill. México.
- McDowell, L. R. 1989. Vitamins in Animal Nutrition. Academic Press Inc. U.S.A.
- _____. 1990. Suplementos de Vitaminas en Nutrición Animal. en Memorias Tercera Reunión de Nutrición Animal. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza H., J. M. 1983. Boletín Meteorológico para la Zona de Influencia de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Miller, E. R., D. E. Ullrey and A. J. Lewis. 1991. Swine Nutrition. Butterworth-Heinemann. U.S.A.
- Misir, R. and R. Blair. 1988. Biotin bioavailability from protein supplements and cereal grains for weanling pigs. Can. J. Anim. Sci. 68: 523-532. U.S.A.
- National Research Council. 1987. Vitamin Tolerance of Animal. National Academy Press. First Printing. U.S.A.
- National Research Council. 1988. Nutrient Requirements of Swine. Ninth Revised Edition. National Academy Press. U.S.A.
- Rodríguez A., J. M. 1988. Métodos de Investigación Pecuaria. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Sauer, W. C., R. Mosenthin and L. Ozimek. 1988. The digestibility of biotin in protein supplements and cereal grains for growing pigs. J. Anim. Sci. 66: 2583-2589. U.S.A.
- Watkins, K. L., L. L. Southern and J. E. Miller. 1991. Effect of dietary biotin supplementation on sows reproductive performance and soundness and pig growth and mortality. 69: 201-206.

A P E N D I C E

45

Cuadro A.1 ANVA: Tiempo que las cerdas necesitaron para mostrar celo alimentadas con altos niveles de biotina en su dieta a base sorgo y soya.

FV	GL	CM	Fc
Tratamiento	2	1012.428711	7.3737*
Error	18	139.190430	
Total	20		

ns: no significativo

*: significativo (P< 0.05)

Cuadro A.2 Partición de suma de cuadrados de tratamientos para comparación de medias mediante el ajuste de ecuación polinomial en el tiempo que tardaron las cerdas en mostrar celo alimentadas con altos niveles de biotina en su dieta a base sorgo y soya.

FV	S.C. Contraste	Fc
Lineal	1921.143188	13.802265*
Cuadrático	103.714333	0.745125 ns
Error	2505.427734	

Ecuación $Y = 38.186786 - 0.774200X$

C.D. $r^2 = 0.8498$

*: significativo (P< 0.05)

ns: no significativo

Cuadro A.3 ANVA: Ganancia de peso de las cerdas en gestación alimentadas con altos niveles de biotina en su dieta a base sorgo y soya.

FV	GL	CM	Fc
Tratamiento	2	43.562500	0.6343 ns
Error	17	68.677162	
Total	19		

*: significativo (P< 0.05)

ns: no significativo