

INTRODUCCIÓN

Generalmente en las granjas porcinas la alimentación de los cerdos es a base de sorgo, maíz y trigo como fuente de energía. En la nutrición se presta mayor atención a los ingredientes y nutrimentos que ocupan un 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 proteico.

Algunas vitaminas pueden ser deficientes en los alimentos que se les ofrece a los cerdos. En el caso de la biotina, se desconoce el requerimiento (no está establecido hasta la fecha) del cerdo, ya que esta vitamina es suficientemente sintetizada por la flora microbiana del intestino, (NRC, 1987).

En la actualidad existe una gran diversidad de nutrientes y vitaminas para la alimentación de las diferentes especies de animales domésticos. Se puede usar la biotina para la alimentación de cerdos, en diferentes etapas del crecimiento y los animales llegan más pronto al peso final y a su comercialización con mayor ganancia.

Como el sorgo es el ingrediente básico para las dietas de los cerdos; este grano presenta un bajo contenido de esta vitamina y poca disponibilidad. (Lindley y Cunha 1946). Por lo que, quizás sea necesario agregar biotina como suplemento vitamínico e incrementar los requerimientos nutricionales en general en la dieta del cerdo, en sus diferentes etapas de producción; ya que al adicionar esta vitamina puede corregir deficiencias y obtener respuestas.

La adición de biotina se ha evaluado en dietas a base de maíz y soya; pero al reemplazar el maíz por el sorgo; grano básico en la alimentación del cerdo en México desconoce el comportamiento de los animales.

OBJETIVOS

Evaluar y comparar dietas a base de sorgo y soya adicionados con diferentes niveles de biotina, en cerdos en la etapa de iniciación por medio de:

- a) Incremento de peso
- b) Consumo del alimento
- c) Conversión alimenticia

HIPÓTESIS

H_0 : Dietas a base de sorgo y soya suplementados con diferentes niveles de biotina para cerdos en iniciación mejora el comportamiento de los animales.

H_1 : Dietas a base de sorgo y soya suplementados con diferentes niveles de biotina para cerdos en iniciación no mejora el comportamiento de los animales.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Aspectos Generales de la Biotina

La estructura y propiedades de la biotina fueron establecidas por investigadores de Estados Unidos y Europa entre 1940 y 1943 (McDowell, 1989). En su estructura contiene tres carbonos asimétricos de los cuales se obtienen ocho diferentes isómeros. De estos isómeros solo uno contiene actividad vitamínica, la biotina. Pertenecer al grupo de las vitaminas hidrosolubles del complejo B se conoce como: Ácido 2-ceto-3, 4-imidazolido-2-tetrahidro-tiofeno-valérico. Es un ácido monocarboxílico. Es un compuesto cristalino que posee gran estabilidad química, es soluble en el alcohol y en agua, (Maynard et al., 1981).

Fue identificado como un factor curativo bajo muchos nombres. Se conocía como el factor de crecimiento de la levadura y fue aislado de la yema de huevo por Kogl y Tonnis. Se encontró que era idéntico a la vitamina H, el factor curativo del mal de la clara de huevo.

La biotina desde el punto de vista metabólico es importante como un cofactor de diferentes enzimas (NRC, 1988). Es una coenzima esencial en el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas, está implicada en la conversión de carbohidratos a proteína y viceversa como también en la conversión de proteína y carbohidratos a grasa (McDowell, 1989). Esta vitamina del complejo B, contiene azufre y se encuentra en los alimentos, tanto en forma libre como combinada, siendo la última poco aprovechable.

Son especialmente ricas en este compuesto la jalea real, levaduras y los subproductos de fermentación y los órganos animales como el hígado; otros ingredientes altos en la vitamina, son la melaza, los subproductos lácteos y la parte aérea de las plantas verdes (NRC,1988); (Shimada, 1983). Naturalmente la biotina se encuentra fundida en partes en el tercer estado (Frutas, Leche y Vegetales) y en una forma ligada para proteína en tejido animal, semilla de plantas y levaduras (Scott, 1981). Los siguientes alimentos son relativamente pobres en biotina: harina de carne y pescado, maíz, trigo, subproductos de cereales (Shimada, 1983).

A pesar de que se encuentra en la mayoría de los ingredientes más comunes, en cantidades adecuadas, sin embargo, la disponibilidad en el maíz amarillo y la harina de soya es mayor que la disponibilidad de la biotina en el trigo, cebada, sorgo y avena.

Por analogía con otras vitaminas del complejo B, cabe mencionar que la biotina se presenta en estado natural en formas combinadas activas (esto es: coenzimas). Una forma de las mencionadas la Biocitina, se ha identificado como E-N-biotinil-L-Lisina.

1.1. Funciones de la biotina

Entre las funciones de esta vitamina están: Metabolismo de carbohidratos , proteínas y lípidos, Transportación de grupos carboxilo y fijar dióxido de carbono en los tejidos y también en la descarboxilación. Sirve como grupo prostético de diversas enzimas, en la producción de energía en el ciclo del ácido cítrico, interviene en la síntesis de las grasas. La biotina también juega un papel importante en el mantenimiento normal de la glucosa en la sangre, en el paso del metabolismo de proteína y grasa a energía; cuando es baja la entrada de carbohidratos.

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 cetoglutarico.
- Interconversión de ácido succínico a ácido propiónico.

En el metabolismo de proteínas interviene en la desaminación de aminoácidos, síntesis de purinas y metabolismo de ácidos nucleicos; es requerida para la transcarboxilación en la degradación de varios aminoácidos. Interviene en un complejo enzimático en la síntesis de ácidos grasos.

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).

1.2. Síntomas de deficiencia de la biotina en cerdos

La alimentación en las granjas porcinas es uno de los aspectos más importantes; ya que una adecuada alimentación en los cerdos repercute en mayor incremento de peso y desarrollo de los animales, mejorando así las ganancias económicas de la granja.

Durante muchos años y hasta hace poco se creía que suplementar biotina no era necesario o solamente se debe suplementar lo que recomienda las tablas de requerimientos, sin tomar en cuenta el contenido y la disponibilidad de esta vitamina en los ingredientes (García, 1986).

No es común la suplementación de las dietas con biotina y una de las razones es que se encuentra presente en cantidades adecuadas en la mayoría de los ingredientes, además de que es sintetizada en el intestino del animal (Cunha et al. ,

1946; y Lindley y Cunha 1946); la deficiencia de biotina también afecta el crecimiento y la utilización del alimento. (Cunha, 1977).

La deficiencia de biotina fue producida en 1946 en cerdos alimentados con un régimen que contenía sulfaedina u huevo crudo blanco (Lindley y Cunha, 1946; Cunha et al., 1946). La deficiencia de biotina se manifestó por un bajo crecimiento, disminución en la conversión alimenticia, alopecia (caída de pelo), dermatitis (la cual se caracteriza por la presencia de una resequedad y aspereza de la piel, así como un exudado color pardo en la piel), inflamación de la mucosa bucal, temblor en las patas traseras, agrietamiento de las pezuñas y la superficie del abdomen. (NRC, 1987; Maynard et al., 1981 y McDowell. 1990). En general la deficiencia afecta el sistema cutáneo y causa dermatitis severa, el cual es el signo clínico más obvio de la deficiencia de biotina (McDowell, 1989). Otros síntomas de deficiencia de biotina incluye decaimiento, piel escamosa, ranuras en la lengua, desgaste de la parte débil del talón de la pezuña y quebraduras severas del talón de la pezuña (Cunha et al. , 1968).

La suplementación de biotina dio resultados benéficos (Tagwerker. 1974; Brooks et al 1977; de Jong y Sistema 1983).

En las lesiones en las pezuñas (cuarteaduras en al parte exterior), Osborner y Ensor (1955), las pezuñas son vulnerables a la infección bacterial prevaeciente a la cojera y reduce el funcionamiento animal. Una pezuña blanda se reporta como una deficiencia de biotina en el ganado (Brooks et al., 1977; Comben , 1978; Simmins y Brooks, 1981).

1.3. Efectos de la biotina en patas, piel y pezuñas

Bryant et al. (1985ac) señalan que la adición de 220 y 440 µg de biotina disminuye la incidencia de las lesiones o hendiduras en el talón y en la pared de la uña

de la pezuña de las cerdas; sin embargo, menciona que la utilización de biotina no previene las lesiones de patas en las cerdas.

Estos mismos autores indican que cuando se utilizó 440 μg por kilogramo de alimento las lesiones de las patas disminuyeron notablemente. Sin embargo, el aplomo de los animales sobre las patas no se mejoró por ningún nivel de biotina incluido en el alimento respecto a la dieta base a la que no se le adicionó biotina.

Brooks *et al.*, (1977) describieron un tipo de lesiones que consiste en una intensiva formación de rotura y ulceraciones de pezuñas. El cual puede llevar a la cojera en la crianza de la lechigada. La complementación de biotina reduce la incidencia de estas lesiones y ayuda al funcionamiento reproductivo, la cantidad suplementada depende de la cantidad sintetizada por la flora microbiana más su digestibilidad y su disponibilidad.

Walkis *et al.* (1991), menciona que al adicionar 440 μg 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.

1.4. Comportamiento de cerdos con la adición de biotina en sus dietas.

Los resultados de estudios realizados para evaluar el efecto de biotina en las dietas de cerdos de iniciación se contraponen. Algunos han encontrado respuestas y otros no; las dietas utilizadas generalmente son a base de maíz, sorgo, trigo, cebada y soya, con diferentes niveles de biotina.

La NRC (1988), recomienda 200 μg de biotina por kilogramo de alimento, pero esta cantidad es solo una aproximación, pues los requerimientos de biotina no están totalmente determinados. Es por eso que se usan diferentes niveles de esta vitamina.

Autores como (Meade 1971; Washam et al 1975; Easter et al., 1978; Simmins y Brooks 1980; Adams et al., 1967), han reportado un mejoramiento en el incremento diario y la eficiencia alimenticia cuando la dieta se basa en soya (286 y 110 μg biotina/Kg.). Resultados de Peo et al., (1970) muestran que mejoró en un 10% el aumento diario de post-destete, cuando a los cerdos se les suplemento con biotina 440 a 880 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. (Tagwerker, 1974; de Jong y Sistema 1983), la complementación dietética de la biotina aumentó diariamente el peso y dio una eficiente conversión alimenticia en cerdos alimentados con maíz, sorgo y soya.

Tagwerker., (1974), propuso que una concentración de 400 ng L^{-1} biotina plasma podría ser indicativo de una adecuada ganancia en finalización y crecimiento. (Whitehead 1980). además los cerdos en crecimiento suplementados con su requerimiento de biotina tenían concentraciones en plasma de 955 ng L^{-1} .

Los cerdos en crecimiento tienen un requerimiento de biotina disponible de 90 a 150 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. un adecuado crecimiento y una eficiente conversión alimenticia. (Hamilton et al., 1983; Easther et al., 1983).

Por otro lado, Hamilton y Veum (1986), reportan que el adicionar 250 y 500 μg de biotina por kilogramo de alimento a base de maíz y soya para cerdo en crecimiento, la suplementación de biotina no afecta la ganancia de peso diario de los animales ni el consumo del alimento.

Watkins et al. (1991), señalan que al adicionar 440 μg de biotina /Kg. de alimento no encontró significancia en el peso (4.97 y 5.05 Kg.) de los lechones al destete a los 21 días respectivamente. De igual manera, Bryant et al. (1985b), señalan no haber encontrado diferencias significativas respecto al peso de los 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 de edad.

1.5. Requerimiento de biotina para cerdos en la etapa de iniciación.

Los requerimientos de biotina son difíciles de establecer porque está es sintetizada por diferentes microorganismos que se encuentran en la parte baja del tracto intestinal. Se cree que la muestra intestinal contribuye grandemente a la biotina disponible. Pero investigaciones y acuerdos nos indican que, en 1979, la NRC estableció un requerimiento de biotina de 100 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. de dieta para toda clase de cerdos. Sin embargo, la NRC (1988) recomienda 200 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. de alimento, pero esta misma institución señala que esta cantidad es solo una aproximación, pues los requerimientos de biotina no están totalmente determinados.

En base a las respuestas de la concentración de biotina en plasma sugieren que los cerdos jóvenes podrían tener un requerimiento de 150-180 μg de biotina disponible por Kg. en la dieta. (Whitehead et al., 1980; Hamilton et al., 1983; Easter et al., 1983).

La NRC, (1979) sugiere que el requerimiento de biotina para hembras y machos, es de 100 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. en la dieta. Sin embargo, NRC (1988), considera que un nivel de 80 $\mu\text{g}/\text{kg}$. es adecuado para cubrir los requerimientos de cerdos en crecimiento y en reproducción.

Missir y Blair (1988) reportaron diferencias al alimentar cerdos de 10 a 20 Kg. de peso. Estos autores utilizaron dietas a base de harina de canola, harina de soya y diversos cereales (maíz, trigo, triticale, sorgo, y cebada), agregaron biotina en niveles de 0, 50, 150, 200 y 250 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. En este estudio se encontró un efecto lineal entre la tasa de crecimiento y el nivel de biotina en la dieta, obtuvieron rendimientos de 447 gramos de ganancia con la dieta sin biotina hasta 523 gramos con la dieta que contenía 200 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. de biotina, la biotina mejoró la conversión alimenticia.

Tagwerker (1974), propuso que una concentración de 40 ng/dl indica un estado de biotina adecuado para finalización y crecimiento; Los requerimientos de biotina para

las diferentes etapas de crecimiento del cerdo recomendado por el Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1988), fueron establecidos en base a estudios en los que se usaron el maíz y la harina de soya como los principales ingredientes. Aunque los animales tiene un requerimiento metabólico de biotina, aun no se ha establecido si es esencial para todas las especies.

Debido a la síntesis de esta vitamina en el tracto digestivo en aves, se ha establecido un requerimiento de biotina. 0.15 µg/Kg en dietas de pollo de engorda. (NRC, 1988).

Cuadro No. 1. Requerimiento de Biotina para Cerdos NRC (1988).

Animal	Propósito	Requerimiento
Cerdos	Crecimiento-acabado	0.05 mg/Kg
	Cría-Lactante	0.20 mg/Kg

Fuente: Adaptado de McDowell,(1989).

1.6. Absorción y metabolismo de la biotina

Está actúa en el metabolismo en un complejo enzimático dependientes de ella que participan en la gluconeogénesis, síntesis y oxidación de ácidos grasos, degradación de algunos aminoácidos y síntesis de purina.

La biotina y la biocitina se absorben con facilidad. La biocitina se hidroliza en el plasma para liberar biotina, que es captada por el hígado, músculos y riñones. La biotina es sintetizada por la flora microbiana y contribuye de manera importante a las necesidades tisulares. Una dieta vegetariana puede alterar la flora entérica aumentando la síntesis de biotina, promoviendo la absorción, o ambos (Lombard y Mock, 1989). La absorción de la biotina se lleva a cabo desde el intestino delgado y es aparentemente adecuado. (Marks, 1979).

Según Drochner (1984) la eficiencia de absorción de biotina en el intestino delgado puede ser el resultado de una rápida incorporación de biotina libre, entre los microbios y una baja capacidad del intestino grueso, a la biotina absorbida. Barth et al., (1986) Concluyeron que en el transporte neto de biotina a través de la mucosa intestinal contribuye la flora microbiana al requerimiento del animal; aproximadamente el 55% de la biotina de la soya se absorbió en el intestino delgado.

Sin embargo, otra información demuestra que la retención de esta vitamina no es adecuada, ya que una alta proporción de la biotina que se administra se recupera en forma intacta en la orina de ratas, después de administrarla parenteralmente (Fraenkel - Conrad y Frankel - Conrad, 1952)

Frigg (1976) determinó la posibilidad biológica en los granos de cereales, mediante la prueba de crecimiento con pollitos. A pesar que el contenido de biotina que se encontraba en el maíz fue bajo, su disponibilidad era totalmente completa en pollitos. Sin embargo la biodisponibilidad en sorgo y cebada era de 20 a 30% menor, respectivamente.

La biotina contenida en el trigo no produjo una respuesta en crecimiento, siendo su disponibilidad baja. Por otro lado los valores de conversión alimenticia reflejan los consumos de biotina disponible en los cereales disponibles.

1.7. Necesidades de biotina en los cerdos.

Mc Robert y Hogan en 1944, reportan que no hay evidencias de que el cerdo necesite de una suplementación de biotina para el crecimiento. Pero al trabajar con cerdos jóvenes encontraron que ellos necesitaban de vitaminas hidrosolubles contenidos en el hígado o en las levaduras. Porque los cerdos producen poca biotina a través de la síntesis intestinal para poder satisfacer sus necesidades (Lindley y Cunha, 1946). Sin embargo, Lehrer et al., (1952), ellos reportan que los lechones muy jóvenes no pueden cubrir sus necesidades con la síntesis de biotina. El lechón no recibe

suficiente biotina de la producción microbiana, hasta desarrollar una flora intestinal que sea capaz de sintetizarlo. En realidad no se sabe cuando es que ocurre esto, pero las pruebas existentes indican que se produce a las tres semanas de vida (NRC, 1980), agrega que la administración de una ración deficiente de biotina a lechones de dos días de edad puede producir síntomas deficitarios.

Sin embargo, una deficiencia de biotina es citada entre las vitaminas que presentan síntomas clínicos por carencias nutricionales. Además NRC (1988) presenta los requerimientos de esta vitamina para las diferentes etapas de producción del cerdo.

1.8. Respuesta de suplementación con biotina en la alimentación de los cerdos.

Algunos de los beneficios que se han obtenido con la suplementación de biotina son: 1) reducción de las lesiones de las pezuñas, 2) mejora el crecimiento y la conversión alimenticia del cerdo (NRC, 1988). 3) El funcionamiento reproductivo en cerdas y 4) el cojeo puede ser también mejorado por el efecto de biotina (Brooks *et al.*, 1977).

(Bryant *et al.*, 1985c) señalan que la adición de biotina disminuye la incidencia de lesiones de los cerdos.

En varios estudios citados por el Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1988), la suplementación con biotina en cantidades de 110 a 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de dieta no mejoró el desempeño de lechones destetados a los 21 ó 28 días de edad o para cerdos en las etapas de desarrollo y engorda. Con dietas a base de cebada, trigo y sorgo, Blair y Newsome (1985) recomiendan suplementar de 0.1 a .25 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

1.9. Contenido y disponibilidad de biotina en cereales.

El contenido y biodisponibilidad de la biotina en los ingredientes de uso común en la alimentación del cerdo varia. Esto lo demuestran los trabajos de diferentes investigadores. Quizás la edad fenológica de la planta al cosechar el grano o el proceso de conservación o secado como la transformación para obtener un subproducto influyen en esta variación.

Anderson *et al.*, 1978; Frigg y Brubacher., 1976. La biotina se encuentra presente en la mayoría de los ingredientes más comunes, en cantidades adecuadas.

Sin embargo, la biodisponibilidad de la biotina en el maíz amarillo y la harina de soya es mayor que la disponibilidad de la biotina en el trigo, cebada, sorgo y avena.

Entre las harinas de oleaginosas, harina de canola son las fuentes más ricas en biotina seguidas por la harina de soya (Smith 1983).

Buenrostro y Kratzer., (1984), reportan que la biotina está disponible al 100 por ciento en la harina de soya y 80 por ciento de disponibilidad en la harina de carne y maíz. Por otro lado, Frigg (1976), reporto estimaciones de la disponibilidad del contenido de biotina que fueron cercanos de acuerdo con aquellas publicaciones por Wagstaff en 1961.

El cereal que más se utiliza para la elaboración de alimentos para cerdos aquí en México es el sorgo; siendo similar al maíz que también se utiliza en la alimentación de cerdos así como el trigo y cebada. La principal limitante en el sorgo es que contiene una baja disponibilidad de biotina. (Miller *et al.*, 1991); Misir y Blair (1988). Reportan que el sorgo contiene la menor disponibilidad (25.1%) de su contenido total; el maíz contiene aproximadamente 79 µg de biotina por kilogramo, teniendo una disponibilidad más alta (101.2%) y el trigo con un contenido de 138 mg de biotina por kilogramo y una disponibilidad de 33.3%

Otros autores como, Anderson et al ., (1978), reportan que la biotina disponible por kilogramo en el sorgo es de 92 μg , para el maíz es de 108 μg por kilogramo y 43 μg por kilogramo 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.

(Misir y Blair, 1988) demostraron que la disponibilidad de biotina fue baja en los granos de cereales y moderadamente altos en los alimentos de oleoginosas.

Cuadro No. 2 Contenido de Biotina en Diferentes Ingredientes Utilizados en las Dietas para Cerdos ($\mu\text{g}/\text{Kg}$).

Ingrediente	Misir y Blair (1988)	Frigg (1976)	NRC (1971)	Allen (1973)	Comb y Nott (1966)	Scheiner y De Ritter (1975)
H.de Canola	1231	-	-	-	-	-
H. de Soya	286	-	-	-	-	-
Cebada	156	144	200	200	170	110
Maíz	79	45	60	80	60	94
Sorgo	196	292	-	180	-	234
Triticale	155	-	-	-	-	-
Trigo	138	104	100	100	110	105
Avena	-	208	110	300	330	190

Cuadro No. 3 Biodisponibilidad de Biotina en (%) en Diferentes Ingredientes.

Ingredientes	Misir y Blair (1988)	Frigg (1976)
Harina de Canola	70.9	-
Harina de Soya	85.5	-
Cebada	24.4	20.2
Maíz	101.2	107
Sorgo	25.1	20
Triticale	25.9	-
Trigo	33.3	-
Avena	32.2	-

Cuadro No. 4 Contenido de Biotina ($\mu\text{g}/\text{Kg}$) de Varios Granos.

Granos	A	B	C	D	E	F
Maíz	0.108	0.125	0.048	0.045	0.080	0.094
Cebada	0.082	0.060	0.029	0.144	0.200	0.110
Sorgo	0.092	0.100	0.059	0.292	0.180	0.240
Trigo	0.043	0.090	-	0.104	0.100	0.110

Clave de las Columnas:

- a.- Bioensayos en pollos
- b.- Anderson y Warnick (1970) bioensayos en pollos
- c.- Frigg (1976) bioensayos en pollos
- d.- Frigg (1976) ensayo microbial
- e.- Allen (1976) ensayo microbiológico
- f.- Schiener y DeRitter (1975) ensayo microbiológico

Cuadro No. 5 Contenido de Biotina de Ingrediente.

Ingredientes	1*	2*	3*	4*	5*	6*
Maíz	45	60	80	60	90	94
Trigo	104	100	100	110	110	105
Cebada	144	200	200	170	130	110
Avena	208	110	300	330	-	190
Milo	292	-	180	-	-	234

Clave de las columnas:

1* Otros resultados, para el valor promedio tabla 2

2* NRC (1971).

3* Allen (1973).

4* Combs y Nott (1967).

5* Kirchgessner y Friesecke (1966).

6* Scheiner y DeRitter (1975)

Cuadro No. 6 Contenido y Disponibilidad de Biotina en Varios Alimentos.

Alimentos s y naturales	Niveles de biotina (µg/g)	Disponibilidad de biotina(%)
H. de Alfalfa deshidratada	0.33	75-100
Cebada	0.13-0.17	20-50
Maíz Amarillo	0.06-0.10	75-100
Avena	0.11-0.39	32
Sorgo	0.13-0.29	10-60
Harina de soya	0.18-0.50	100
Trigo	0.06-0.18	0
Salvado de trigo	0.09	18

Fuente: "Modificado por NRC (1982b)".

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Ubicación del Area de Trabajo.

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Porcina de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en los terrenos de la misma, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 km. al sur de la ciudad de Saltillo, por la carretera Saltillo-Zacatecas. Su localización geográfica se encuentra en los 25°22'44" de Latitud Norte y 100° 00'00" Longitud Oeste, con una Altura de 1770 msnm.

Con un clima BSo KX' (e) que se caracteriza por seco o árido el más seco de los BS, con un régimen de lluvias entre el verano e invierno, una precipitación media anual de 303.9 mm, temperatura anual media de 17.7°C. Según E. García (1973).

2. Alimento y Animales Utilizados

En este estudio se utilizaron 52 cerdos (32 machos castrados y 20 hembras) de craza comercial, destetados a los 28 días y de una edad similar, con un peso promedio de 6.075 Kg. de peso vivo, (6.425 Kg. para machos castrados y 6.175 Kg. para hembras). Los cuales se distribuyeron al azar en 8 corraletas de 2x3 m cada una, equipados con comederos y bebederos automáticos. Cada tratamiento ocupó (2) corraletas y en cada una se ubicaron 4 machos castrados y 3 hembras.

El consumo diario por los animales para cada tratamiento se obtuvo, de la diferencia del alimento ofrecido menos el alimento rechazado además se ofreció agua limpia disponible en forma continua.

Los animales se les aplicó una dosis de vitaminas ADE antes de iniciar el trabajo experimental, antes del inicio del período experimental se les dió un período de adaptación de una semana, se pesaron al inicio, a los 14 días y a los 28 días atravez de la realización del experimento.

3. Definición de Tratamientos

Los tratamientos se formaron a partir de la combinación de los niveles de dos factores. Un factor consistió de cuatro niveles de biotina: 0, 75, 150 y 225 μg de biotina/Kg. de alimento. El otro factor fue el sexo: Machos castrados y Hembras. (Cuadro 7) Todo lo anterior se realizó en el diseño bloques al azar. En particular consistió el experimento de un experimento factorial con desbalanceamiento proporcional.

Cuadro No. 7 Método Utilizado

Niveles de biotina ($\mu\text{g}/\text{kg}$ dieta)	Machos Castrados	Hembras
0	0-M	0-H
75	75-M	75-H
150	150-M	150-H
225	225-M	225-H

El alimento ofrecido a los animales fue hecho a base de sorgo y soya conteniendo 19% proteína y 3245 kcal de EM/Kg. de MS.

Cuadro No. 8 Dieta para Cerdos en la Etapa de Iniciación Suplementada con 0, 75, 150 y 225 µg de Biotina/kg.

Ingredientes	Iniciacion	Composicion	Iniciacion
Aceite	30.00	Em. kcal/kg	3245
Pasta de soya-46	288.0	Proteina. %	19
Sorgo en grano	593.4	Lisina. %	1.15
Suero de leche	50.0	Metionina. %	0.31
Sal. nacl	3.0	Calcio %	0.95
Caco ₃	14.0	Fosforo %	0.71
Fosfato dicalcico	15.0	Calcio: fosforo	1.3:1
Micro-min cerdos	1.0		
Vita-mix cerdo i	1.0		
Vita- mix cerdo ii	-		
Lisina sintetica	1.0		
Cloruro de colina -60%	0.8		
Sulfato de cobre	0.8		
Saborizante	1.0		
Carbadox	-		
Total	1.000		

CAPITULO III

ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados de incremento de peso, y conversión alimenticia se analizaron por medio de un diseño completamente al azar con un arreglo factorial (2 x 4) para los diferentes niveles de biotina. Ostle, (1983).

Donde el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + R_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

$i=1, 2, \dots, a$ Niveles de biotina

$j= 1, 2, \dots, b$ Sexos (Machos castrados y hembras).

$K=1, 2, \dots, r$ Repeticiones.

donde:

Y_{ijk} : Variables de respuestas de la ij-ésimo combinación en su k-ésimo repetición

μ : Media general

R_k : efecto del k-ésimo bloque

α_i : Efecto del i-ésimo nivel del factor biotina

β_j : Efecto de j-ésimo nivel del factor sexo

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efecto conjunto o interacción del factor biotina con el factor sexo

E_{ijk} : Error experimental variable aleatoria a la cual se le asume distribución normal e independencia con prueba cero y variación constante σ^2 (suposición de homogeneidad de varianza).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo, al utilizar una dieta a base de sorgo y soya adicionada con diferentes niveles de biotina para cerdos en la etapa de iniciación (6.075 Kg. PV). Con los resultados obtenidos en el análisis de varianza se encontró que no existe significancia ($P>0.01$) ($P>0.05$) al evaluar, Incremento de Peso y Conversión Alimenticia.

1. Consumo de Alimento

Este no fue analizado estadísticamente, ya que este fue estimado por grupos. Pero este no manifestó tendencia en base al nivel de adición de biotina. Desde el punto de vista biológico no tiene explicación lógica. Los animales consumieron 0.493, 0.436, 0.560 y 0.428 kg/día de dieta, para los tratamientos contenido 0, 75, 150 y 225 μ g de biotina por kilogramo de alimento (cuadro 9).

De acuerdo a la NRC, (1988), los valores de consumo obtenidos en el presente trabajo de investigación son inferiores a los que reportas este. Consejo siendo el consumo del grupo testigo (0.493) kg/día y el tratamiento conteniendo 150 μ g de biotina (0.560 kg/día) respectivamente, los de mejor consumo. El consumo en los tratamiento conteniendo biotina a niveles de 75 y 225 μ g/kg se vió mayormente afectados que los otros tratamientos. Los animales tuvieron problemas de diarrea y respiratorios, a estos se les dio tratamiento con antibiótico pero no pudieron superarse y hubo necesidad de

eliminar animales. De allí la razón de presentar que un menor consumo (0.436 y 0.428 kg/día) en estos tratamientos.

Es de esperar que la adición de la vitamina a la dieta debe mejorar el consumo o al menos mantenerlo. Pero esto se observa en el tratamiento contenido 150 μg de biotina por kg de alimento en donde el consumo mejoró con respecto al grupo testigo.

2. Ganancia de Peso.

Los valores que se encontraron no representan una tendencia de respuesta al nivel de biotina. Por el contrario el nivel de la vitamina en la dieta disminuye la ganancia de peso. Al realizar el análisis estadístico, se encontró que el nivel de biotina no afecta ($P>0.05$) los incrementos(x 0.285kg) de peso/día. De igual manera no se obtiene diferencia ($P>0.01$) entre los machos castrados y hembras. No hay significancia ($P>0.05$) para la interacción sexo-biotina. Lo que nos indica que estos factores actúan independientemente en la variable incremento de peso. Las ganancias de peso son el reflejo del consumo que fue afectado en los tratamientos (75 y 225 μg biotina), por problemas respiratorios y de diarrea principalmente. Incluyendo el tratamiento (150 μg) con mayor consumo (0.560 kg/día) el cual presentó menor incremento (0.279 kg) de peso que el testigo y el tratamiento conteniendo 75 μg cuyo incremento fue de 0.300 kg/día. (Cuadro 9)

Lo anterior coincide con McRobert y Hogan (1944), al reportar que no hay evidencias de que el cerdo necesite biotina para su crecimiento. Sin embargo, la NRC (1988), que con una concentración de 110 a 880 $\mu\text{g}/\text{Kg}$. de dieta, no mejora el desempeño de los lechones destetados a los 21 a 28 días de edad o para cerdos en la etapa de desarrollo y engorda. Similares resultados nos presenta (Lewis et al., 1991 y Walkin; et al., 1991), al utilizar mayores niveles de biotina.

Por su parte, Hamilton y Veum (1986), reportan que al adicionar 250 y 500 μg de biotina por kilogramo de alimento 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 del alimento.

Bryant et al., (1985b) señala no haber encontrado diferencias significativas respecto al peso de los lechones destetados al adicionar 440 μg de biotina por kilogramo de alimento de lactancia, pero señalan que la adición de biotina mejora ligeramente el peso al destete a los 21 días de edad.

Vázquez, (1993) reportó un efecto aditivo con la inclusión de CuSO_4 (250 ppm) y biotina sobre la ganancia de peso de cerdos en finalización.

Para que los cerdos tengan un adecuado crecimiento y una eficiente conversión alimenticia deben de tener una disponibilidad de biotina 90 a 150 $\mu\text{g}/\text{Kg}^{-1}$ La NRC (1988), considera que un nivel de 80 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ es adecuado para cubrir los requerimientos de cerdos en crecimiento y en reproducción.

NRC (1988), menciona que la biotina mejora en el crecimiento y la eficiencia alimenticia.

Halmilton y Veum (1986), reportan que el adicionar 250 y 500 μg de biotina por kilogramo 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

Trabajos que aparentan un contenido adecuado de biotina (rangos desde 187 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para una dieta inicial a 103 $\mu\text{g}/\text{kg}$ para una dieta final) para promover una alimentación adecuada, resultan concordar con otros reportes en cada suplemento de biotina (rangos de 55 a 720 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de dieta) esto no mejora el funcionamiento del

crecimiento de los cerdos, con dietas de harina de maíz y soya (Meade, 1971; Washam et al., 1975; Easter et al., 1978; Simmins y Brooks, 1980).

Adams, et al., (1967) reportó un mejoramiento en la ganancia diaria cuando una dieta a base de maíz, milo y soya (280 μg biotina/kg.) fue suplementado con 110 μg biotina /kg de dieta.

Resultados de Peo et al., (1970). También indican un mejoramiento (10%) en ganancia diaria de cerdos con destete temprano cuando las dietas fueron suplementadas con biotina (440 ó 880 μg /kg). El NRC (1988). Considero que el nivel de 80 μg /kg es adecuado para cubrir los requerimientos de cerdos en crecimiento y reproducción.

Adams et al., (1967) encuentran valores de 0.570 kg para ganancia de peso, muy similar al grupo control. Sin embargo, el grupo de la dieta control contenía 286 μg de la vitamina.

3. Conversión Alimenticia.

Al analizar estadísticamente los kilogramos necesarios para producir una unidad de peso, no se encontró diferencia ($P < 0.01$) entre las medias de nivel de biotina, como tampoco hubo respuesta ($P > 0.05$) para las medias de sexo (Machos castrados y Hembras), así como en la interacción sexo biotina (cuadro 9).

Al alimentar hembras de 6.7 a 92 Kg de peso, suplementadas con y sin biotina la conversión alimenticia no fue afectado. (Bryant et al., 1985a) estos autores consideran que la dieta sin biotina contenía una cantidad adecuada de la vitamina, ya que presentó rangos de 187 μg por kilogramo en la dieta para iniciación y 103 μg por kilogramo en la dieta de finalización. Lo que nos indica que el consumo de dicha vitamina fue superior a

las recomendaciones establecidas por la NRC, (1988); ya que en animales de 20 a 50 Kg de peso, es de 50 a 100 μg .

Frigg, (1976) reporta que el contenido de biotina en el trigo no produjo una respuesta en crecimiento, siendo su disponibilidad baja. por otro lado, los valores de conversión alimenticia reflejaron los consumos de biotina disponible en los cereales disponibles.

Missir y Blair (1988), reportaron diferentes resultados al alimentar cerdos de 10 a 20 Kg de peso. Estos autores utilizaron dietas a base de harina de canola y harina de soya y diversos cereales (maíz, trigo, triticale, sorgo y cebada), agregando biotina en niveles de 0, 50, 100, 150 y 250 μg por kilogramo. En este estudio se observó un efecto lineal entre la tasa de crecimiento y nivel de biotina en al dieta con 447 gramos de ganancia con la dieta sin biotina hasta 523 gramos con la dieta que contenía 200 μg de biotina por kilogramo. De igual manera conforme incremento el nivel de biotina disminuyó el alimento requerido para producir una unidad de incremento de peso.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se muestra a continuación.

NRC, (1988). Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se observa que los tratamientos con 0 y 150 μg de biotina son mejores que los reportados o establecidos por la NRC, (1988), con excepción a los tratamientos con 75 y 225 μg de biotina que fueron afectados en su consumo.

Adams et al., (1967) encuentra valores de 3.17 kg para conversión alimenticia, muy similar al grupo control contenía 286 μg de (biotina, Bryant et al., 1985a), al alimentar hembras de 6.7 a 92 kg de peso, suplementados con biotina la conversión alimenticia no fue afectada.

(Tagwerker,1974 de jong y Sistema 1983) al alimentar cerdos con cereales de maíz , sorgo y soya encuentran una eficiencia de conversión alimenticia

Los resultados de los pesos de los animales suplementados con biotina en la etapa de iniciación se presenta en el (cuadro 8) Lo que principalmente se busca en los cerdos en iniciación, es que aumenten el mayor peso posible en un corto tiempo. Los principales componentes de una dieta para cerdos en relación con el sistema de alimentación son: Energía o aminoácidos, vitaminas, y minerales, para que el efecto de una buena alimentación se refleje en los animales. En general los insumos que se utilizan para elaborar alimento para cerdos y la síntesis microbiana del intestino provee suficiente cantidad de biotina, el resto de las vitaminas hidrosolubles.

Cunha (1977), agrega que la deficiencia de biotina también afecta el crecimiento y la utilización del alimento.

Adams et al., (1967) o la razón del crecimiento del ganado basada en sus dietas alimentarias con soya.

Peo et al., (1970). Otros reportes indican que la complementación de biotina no tiene efecto en el crecimiento del ganado mejorando esto cuando los datos fueron manejados con maíz y soya (Washam et al., 1975; Easter et al., 1978, 1983; Bryant et al., 1985a). (Whitehead et al., 1980) y la concentración de plasma biotina es buen indicio de estado de biotina de cerdos jóvenes.

Cuadro No. 9 Comportamiento de Cerdos en la Etapa de Iniciación Alimentados con Dietas Suplementados con Biotina.

Niveles μg	0	75	150	225
Días del experimento	28	28	28	28
Núm. De animales	14	11	14	13
Peso inicial (x)m y h (kg)	6.5	6.4	5.3	6.1
Peso inicial (m) (kg)	6.7	6.4	6.9	5.7
Peso inicial (h) (kg)	6.3	6.3	5.6	6.5
Peso final (m y h) (kg)	14.9	14.8	13.11	13.44
Peso final (m) (kg)	14.96	14.04	15.72	12.61
Peso final (h) (kg)	14.87	16.35	12.06	14.48
Ganancia de peso (kg)	8.400	8.400	7.81	7.34
Machos castrados y hembras (kg)	0.301	0.328	0.255	0.274
Machos castrados (x) (kg/día)	0.299	0.300	0.279	0.262
Hembras (kg/día)	0.306	0.356	0.231	0.285
Consumo (x) (kg/día)	0.493	0.436	0.560	0.428
Conversión alimenticia				
Machos castrados y Hembras (x)	1.637	1.329	2.196	1.562
Machos castrados	1.648	1.453	2.007	1.633
Hembras	1.611	0.956	2.428	1.501

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye:

La suplementación de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdos (machos castrados y hembras) en la etapa de iniciación no mejora la ganancia de peso diario y la conversión alimenticia.

Los factores sexo y nivel de biotina no interactúan.

Se recomienda realizar más investigación al respecto.

LITERATURA CITADA

Adams, C. R., C. E. Richardson and T.J. Cunha. 1967. Supplemental biotin and vitamin B-6 for swine. J. Anim. Sci. 26:903 (Abstr.).

Allen, D. R. 1973. Ingredient analysis table. Feedstuffs. 45(38) : 2430.

Allen, D. R. 1976. Ingredient analysis Table. Feedstuffs.

Anderson, J. O., and R. E. Warnick. 1970 Studies of the need for supplemental biotin in chick rations. Poultry Sci. 49:569-578

Anderson, P.A., D. H. Baker, and S.P. Mistry. 1978. Biossay determination of the biotin content of corn, barley, soughum and wheat. J. Anim.Sci 47:654.

Balhave, D. 1975. The development of a biotin deficiency in domestic fowl given wheat-based diets. Brit. J. Nutr. 34:83-90.

Barth, C. A. M. Frigg and H. Hagameister.1986. Biotin absorption from the hindgut of the pig. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. 55:128.

Bernar, O. estadística aplicada 1983., limusa 8ª reimpresión pp 460.

Bonjour, J. P. (1984), In "Handbook of Vitamins; (L.J. Machilin, de.), Pp. 403- 435. Dekker, Nw Yor.

Buenrostro, J.L.,Kratzer, F.H. 1984 Poultry Science 63, 1563-1570.

Buenrostro, J. L. and Krstzer, F. H. 1984, Use of plasma and egg yolk biotin of white leghorn hens to asses biotin availability from feedstuffs. Poultry Sci. 63 : 156370.

Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight, K. E. Weeb, JR.. and D. R. Notter. 1985a. Supplemental biotin for swine. 1. Influence on feedlot performance, plasma biotin and toe lesions in developing gilts. J. Anim. Sci. 60: 136- 153. U.S.A 1985.

Bryant, K. L. E. T. Kornegay, J. W. Knight, H. P. Veit and D. R. Notter. 1985c. Supplemental biotin for swine. 111. Influence of supplementation to corn- and wheat-based diets on the incidence and severity of toe lesions, hair y skin characteristics and structural soundness of sows housed in confinement during four parities. J. Anim. Sci. 60: 154-162.

Brooks, P. H. D. A. Smith and V. C. R. Irwin, 1977. Biotin Supplementation of diets. The incidence of foot lesions and the reproductive performance of sows. Vet. Rec. 101:46.

Blair, R. y F. Newsome. 1985. Involvement of water-soluble vitamins in disease of swine. J. Anim. Sci. 60:1508-1517.

Comb, G. F. and Nott, H. 1966. Improved nutrient composition data of feed ingredient ; amino acids and other nutrient specifications for linear Programming of broiler rations. Feedstuffs. 21 :36.

Cunha, T.J. 1977 Swine Feeding and Nutrition. Academic Press, N. Y., U.S.A.

Cunha T. J., C. R. Adams and C. E. Richardson. 1968. Observations on the biotin needs of the pig Feedstuffs 40 (32):22

Cunha. T. J., D. C. Lindley and M. E. Ensminger 1946. Biotin deficiency syndrome in pig feed desiated egg white. J. Anim. Sci. 5: 219.

Comben, N. 1978. Biotin for breeding Sows. Field experiences 1976-78. Roche Symposium, London. Roche Information Service, Basle, Switzerland. Publ.no. 1979-270-79 955.

Church, D. C. 1991. *Livestock Feeds and Feeding*. Thir. Edition. Prentice-Hall Inc. U.S.A.

Jong, de M. F. and J. R. Systema. 1983. Field experience with de biotin supplementation to gilt and sow feed. *Vet. Quart.* 5:58.

Drochner, W. 1984. Iron and vitamin deficiencies of sucking pigs. Selected aspects of recent research. In: *Proc. 2nd TAD vet. Symp. Cattle and Pig Diseases*. p. 99 Cuxhaven-Wingst. FRG

Easter, R. A., E. J. Michel, P. A. Anderson and J. R. Corley. 1978. Effect of a vitamin B-6 and biotin additions to corn-soybean meal diets for growing- finishing swine. *J. Anim. Sci* 47(suppl. 1):3001.

Easter, R. A., P. A. Anderson, E. J., Michel, and J. R. Corley 1983 Response of gestating gilts and starter, grower and finisher swine to biotin, pyridoxine, folacin and thiamine additions to corn-soybean diets. *Nutr. Rept. Int.* 28: 945-954.

Fraenkel-Conrat, J., y H. Fraenkel-Conrat. 1952. Metabolic fate of biotin and of avidin-biotin complex upon parental administration. *Biochem. Biophys. Acta*: 8:66.

Frigg, M. 1976. Bio-availability of biotin in cereals. *Poul. Sci.*55: 2310-18.

Frigg, M. 1984. Available biotin content of various feed ingredients. *Poult. Sci.* 63:750-53.

Frigg, M. and Brubacher, A.1976. Biotin deficiency in chicks feed a wheat-based diet. *Int. J. vit. Nutr. Res.* 46.

Garcia, E. 1973. Modificado al Sistema de Clasificación Climatológica de Koppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía. UNAM. México.

García, L. R. 1986. Alimentación del cerdo del destete hasta los 25 kg de peso. II Simposium Internacional "Avances en la Nutrición del cerdo". AMENA, AMVEC. México D.F. 164-85 pp.

Hamilton, C. R., T. L. Veum, D. E. Jewell, and J. A. Siweki, 1983. The biotin status of weanling pigs fed semipurified diets as evaluated by plasma and hepatic parameters. *Int. J. Vit. Nut. Res.* 53:44-50.

Hamilton, C. R. and T. L. Veum. 1986. Effect of biotin and (or) Lysine additions to corn-soybean meal diets on the performance and nutrient balance of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 62:155.

Lenhner, W. P., Jr., A. C. Wiese and P. R. Moore 1952. Biotin deficiency in suckling pigs. *J. Nutr.* 47:203.

Kirchgessner, M., and H. Frieseke. 1966. *Wirkstoffe in der praktischen Tierernahrung*. Bayerischer landwirts. Schaftsverlag. Munchen, Basel, Wien.

Lindley, D. C. and T. J. Cunha. 1946. Nutritional significance of inositol and biotin for the pig. *J. Nutr.* 32:47.

Lindley, D. C. and T. J. Cunha, and M. E. Esminger, 1946. Biotin deficiency syndrome in pigs fed desiccated egg white. *J. Anim. Sci.* 5:219.

Lewis, A. J., G. L. Cromwell and J. E. Pettigrew. 1991. Effects of supplemental biotin during gestation and lactation on reproductive performance of sows a cooperative. *J. Anim. Sci.* 69:207-214. U. S. A.

Lombard K. A. and DM Mock 1989 Biotin nutritional status of vegans, lactoovovegetarians and nonvegetarians. Am J Clin Nutr 50:486, 1989. Tomado de Krause. 1996. 8a. ed. Ed. Interamericana McGraw-Hill. Pg. 99.

Maynard, A. M., J. F. Loosli, H. F. Hitz y R. G. Warner. 1981. Nutrición Animal. Séptima Edición McGraw-Hill. México.

Maynard, L. A., J. K. Loosli, H.F. Hintz y R.G. Warner 1981. Nutrición Animal. Séptima ed., 4a en español. Trad. Alfonso Ortega. Ed. Mc. Graw-Hill Book Co. México.

Mc Dowell L. E. 1989 Vitamins in Animal Nutrition Comparative Aspects to Human Nutrition. ed. T. J. Cunha. Academic. Press, Inc.

McDowell, L. E. 1990 Suplementos de Vitaminas en Nutrición Animal. En Memorias Tercera Reunión de Nutrición Animal. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila México.

Marks, J. 1979; A. Guide to Vitamins. Lancaster, England: Medical and Technical Publishing.

Meade. R. J. 1971. Biotin and Pyridoxine supplementation of diets for growing pigs. Swine Res. Rep. Univ. Of Minnesota pp45-46.

Missir, R. and R. Blair, 1988. Biotin Bioavailability from protein supplments and cereal grains for weanling pigs. Can. J. Anim. Sci. 68:523.

Miller, E. R., D. E. Ullrey and A. J. Lewis. 1991. Swine Nutrition. Butterworth-Heinemann. U.S.A.

Mc Roberts, R. F. and Hogan H. G. 1944. Adequacy of simplified diets for the pig. J. Nutr. 28:165.

NRC, 1971. Nutrient Requirements of Poultry, Number 1. National Academy of Sciences, Washington D.C.

NRC. 1979. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 2 Nutrient Requirements of Swine. Eighth revised Ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, DC.

NRC. 1980. Necesidades Nutritivas del Cerdo. Necesidades Nutritivas de los Animales Domésticos. 2da. Edición. Ed. Hemisferio Sur S.a. Buenos Aires, Argentina. 22pp.

NRC. 1982. B "United States-Canadian Tables of Feed Composition" Tercera Ed. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington, D. C.

NRC. 1987. Vitamin Tolerance of Animals. National Academy Press. Washington, D.C. U.S.A.

NRC, 1988. Nutrient Requirements of Swine. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Ninth Revised Edition. National Academic Press Washington, D.C.

Ostle B, 1996. Estadística aplicada. Editorial Limusa. Octava Reimpresión. Pp460.

Osborne, H. G. and C. R. Ensor 1955. Some Aspects of the Pathology and Therapeutics of Foot-Rot in Pigs. New Zealand Vet. J. 3:91.

Peo, E.R. Jr. G. F. Wehrbein. B. Moser P. J. , Cunningham, and P. E. Viperman, Jr. 1970. Biotin supplementation of baby pig diets J. Anim. Sci. 31:209.

Popper, S. H. Meier, H.J. Bennke and E. Stuwe. 1983. Zur Protein- und Aminosäureverdaulichkeit in Verschiedenen Darmabschnitten beim Schwein Arch. Tierernähr. 33:743.

Sauer, W. C., R. Mosenthin 1988 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.

Simmins, P. H. and P.H. Brooks. 1980. The effect of dietary biotin level on the physical characteristics of pig hoof tissue. Anim. Prod. 30:469.

Schiener, J. and E. DeRitter, 1975. Biotin content of feedstuffs. J. Agr. Food Chem. 23:1157.

Shimada, A. S. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Ed. A.S. Shimada, Impreso en México.

Smith, M. W. 1983. New horizons in vitamin nutrition. Proceeding of the Roche Nutrition Symposium, Saskatoon, Sask, pp. 32-50.

Scott, R. H. 1981. Chondrodystrophy in Broiler Chicks fed Manganese, Biotin and choline chloride Deficient Diets, Thesis, Ohio State University, 1981.

Tagwerker, F.J. 1974. Recent research on the biotin in the nutrition of pigs and chickens. Roche information. Service number (1994), Balse, Switzerland.

Vázquez, M. M. 1993. Efecto de la inclusión de biotina y/o cobre en la ración de cerdos en finalización sobre la ganancia de peso. C. D. y grosor de la capa de grasa dorsal. Tesis de licenciatura, F.M.VyZ. U. A. N. L. Monterrey, N.L. México.

Wagstaff, R. K. D. C. Dobson, J. O. and Anderson, 1961. Available biotin content of barley. Poultry Sci. 40:503-09.

Washam, C. R., J. E. Sowers and L. W. De Goey. 1975. Effect of zinc protienate or biotin in swine starter rations. J. Anim. Sci. 40:179 (Abstr.).

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 Tesis. Maestria en Ciencias, Dpto. de Nutrición Animal, UAAAN, Saltillo, Coah., México. Pp 10,11,12 y 13.

Whitehead, C. C., D. W. Bannister, J. P. F. and D'Mello, 1980. Blood pyruvate carboxilase activity as a criterion of biotin status in young pigs. Res. Vet. Sci. 29. 126-128.

Whitehead, C. C., J. A. Armstrong and D. Waddinton. 1982. The determination of the availability to chicks of biotin in feed ingredients by bioassay based on the response of blood pyruvate carboxilase (EC.6.41.1) activity. Br. J. Nutr. 48:81.

Wright, A. I., A. D. Osborne, R. H. C., Penny and E. M. Gray. 1972. Foot-rot in pigs: Experimental production of the disease. Vet. Rec. 90:93.

ANEXO. 1

Apéndice 1

Cuadro A-1. Análisis de Varianza para la Conversion Alimenticia de Cerdos en Etapa de Iniciación por el Diseño Bloques al Azar .

					F α	
Fv	Gl	SC	CM	Fc	0.05	0.01
Sexo (A)	1	0.06699	0.06699	0.000NS	4.06	7.24
Biotina (B)	3	3.99934	11.99802	0.01563NS	2.82	4.26
SxB (AxB)	3	18.14617	54.43851	0.07891NS	2.82	4.26
EE	44	15.992	767.616			
Total	51	22.2125	1133.8375			

ATRIBUTOS:

NS=No significativo

Cuadro A-2 Análisis de Varianza para la Ganancia de Peso de Cerdos en la Etapa de Iniciación por el Diseño Bloques al Azar

					F α	
Fv	Gl	SC	CM	Fc	0.05	0.01
Sexo (A)	1	0.0074	0.0074	0.0000 NS	4.06	7.24
Biotina (B)	3	0.0141	0.0423	0.0025 NS	2.82	4.26
SxB (AxB)	3	0.05576	0.16728	0.0100 NS	2.82	4.26
EE	44	0.34825	16.716			
Total	51	0.418851	21.361			

ATRIBUTOS:

NS=No significativo

