

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

USO DE LA BIOTINA EN DIETAS  
A BASE DE SORGO Y SOYA  
PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

POR

JHONISEL VELÁZQUEZ GUMECINDO

**TESIS**

Presentada Como Requisito Parcial  
Para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Zootecnia

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre de 1999

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

USO DE LA BIOTINA EN DIETAS  
A BASE DE SORGO Y SOYA  
PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

POR

JHONISEL VELÁZQUEZ GUMECINDO

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN ZOOTECNIA

APROBADO POR:

M.C. RAMÓN F. GARCÍA CASTILLO  
Presidente

M.C. REGINO MORONES REZA  
Vocal

Dr. JORGE R. KAWAS G.  
Vocal

Dr. CARLOS DE LUNA VILLAREAL  
Coordinador de la División de Ciencia animal

Buнависта, Saltillo, Coahuila, México.  
Noviembre de 1999.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios todo creador por la ayuda espiritual que me diste en los momentos difíciles, y a la Virgen María por haberme dado la vida y la oportunidad de luchar y así formarme como profesionista.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" por abrirme las puertas para seguir preparándome como persona y profesionista, instruyéndome en el difícil camino de la vida del que no se tiene regreso y que ahora es mi propio destino.

Mi más sincero agradecimiento al Ing. M.C. Ramón F. García Castillo por el tiempo dedicado, su interés por ver culminar este trabajo, con sus conocimientos aplicados en el mismo.

Al Ing. M.C. Regino Morones Reza, cuyos conocimientos en el área de la estadística fueron base fundamental y punto de partida del presente trabajo.

Al asesor Jorge R. Kawas G. Ph. D. por su apoyo brindado para realización de este trabajo y así lograr un peldaño más de mi vida.

Al Dr. Luis Avelar Muñoz mis más sinceros agradecimientos por sus consejos por el camino del bien día con día.

Al Ing. J. Luis Jasso Pitol, MVZ. M.C. Patricio Ing. José Martínez, Ing. Silvia, Ing. Miguel Santiago, por sus consejos y apoyo moral para seguir adelante.

A todos mis amigos Ingenieros: Renán, Patricia, Erasmo, Gonzalo, Saul, Porfirio, Esauk, Dante, J. Antonio, Ricardo, Francisco, y principalmente al Ing. Carlos Avilez Velázquez, gracias por su amistad y apoyo en cada momento difícil de la vida.

A mis amigos futuros Ingenieros, gracias por brindarme su apoyo en los momentos difíciles y por los momentos compartidos en las buenas y en malas que quedarán grabados por siempre. Agustín, Victorio, Heber, Ventura, Saúl, Idalia.

Al personal técnico de la Unidad Metabólica por su amistad y apoyo.

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

## DEDICATORIA

### A MIS QUERIDOS PADRES:

Sr. Santano Velázquez García.

Sra. Carmela Gumecindo Martínez.

Gracias por haberme dado la vida, por haberme educado humildemente y guiarme por el buen camino de la vida y ahora por darme la oportunidad de llegar hasta donde estoy.

Porque gracias a su confianza, esfuerzo, sufrimiento y su amor de padres, he logrado uno de mis objetivos tan anhelados para mí y para ellos, y que a pesar de ser personas humildes se preocuparon por mi superación, de una forma desinteresada y hacer de mi un hombre de provecho.

### A MIS HERMANOS:

Erik

J. Venustiano

Megdalí

Ismael

Ilse Isela

Con respeto y gratitud: Quienes fueron motivo de mi superación, por luchar para ser el ejemplo del camino del bien.

### A MIS ABUELOS:

Omero Velázquez

Teresa García Juárez.

Columba Martínez

Por sus consejos, cariño que han demostrado, y su apoyo incondicional.

A todos mis tíos, especialmente al Sr. José G. Mtz. que siempre me apoyaron de alguna u otra manera.

### A MI NOVIA:

Mayra Gabriela Jaime Torres, con todo mi inmenso cariño y amor, de quien he recibido respeto, amor, comprensión y estímulo.

Gracias por estar siempre a mi lado compartiendo mis triunfos y derrotas, pero sobre todo por ser la persona con la que siempre conté en todo momento, en las buenas y en las malas.

Gracias por apoyarme a cada instante fuera y dentro de la realización de este trabajo. Mil gracias.

A la Sra. Ma. Del Rosario T. Rdz., al Sr. Jorge J. Arenas y a sus hijos Eduardo, Jorge, por haberme apoyado de manera desinteresada a cada momento difícil que se me presentaba, por su comprensión y estímulos.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	
DEDICATORIA.....	
INDICE DE CUADROS.....	
INDICE DE FIGURAS.....	
INTRODUCCIÓN.....	
ANTECEDENTES.....	
Aspectos generales sobre las vitaminas.....	
Metabolismo y Absorción.....	
Contenido y Disponibilidad de Biotina, Funciones, Necesidades y Síntomas Clínicos de Deficiencia...	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	
Ubicación del área de trabajo.....	
Tratamientos.....	
Unidades Experimentales y Manejo.....	
Alimento.....	
Análisis Estadístico.....	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	
Consumo.....	
Ganancia de peso.....	
Conversión alimenticia.....	
CONCLUSIONES .....	
RESUMEN.....	
LITERATURA CITADA.....	
APENDICE.....	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Clasificación de las vitaminas hidrosolubles.	
2	Contenido de biotina en diferentes ingre----- dientes utilizados en las dietas para cerdo.	
3	Biodisponibilidad de biotina en (%) en dife- rentes ingredientes.	
4	Características, contenidos y biodisponibi-- dad de biotina en varios alimentos comercia- les y naturales.	
5	Requerimientos de nutrientes del cerdo.	
6	Recomendaciones de biotina asignadas y suple- mentos para cerdos en sus diferentes etapas.	
7	Composición de la dieta experimental para cerdos a base de sorgo y soya en la etapa de crecimiento suplementada con 0, 50, 100 y 150 µg de biotina.	
8	Consumo de alimento de cerdos en crecimiento alimentados a base de sorgo y soya suplemen- das con diferentes niveles de biotina.	
9	Ganancia de peso de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.	
10	Ganancia de peso ( $\bar{X}$ ) de cerdos (hembras y machos castrados) en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.	
11	Conversión alimenticia de cerdos en creci-- miento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.	
12	Conversión alimenticia ( $\bar{X}$ ) de cerdos (hembras Y machos castrados) en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.	
13	Comportamiento de cerdos en la etapa de cre-	

cimiento, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de biotina.

"DE TODAS LAS OCUPACIONES  
DE LAS QUE SE DERIVA  
BENEFICIO ALGUNO,  
NO HAY NINGUNA TAN AMABLE,  
TAN SALUDABLE Y TAN MERECEDORA  
DE LA DIGNIDAD DEL HOMBRE  
LIBRE COMO LA AGRICULTURA"

CICERÓN





## INTRODUCCIÓN

El cerdo es un animal monogástrico y omnívoro, con especial predisposición al engorde, teniendo un rápido aumento de peso en los primeros meses de su vida. Como transformador de los alimentos que ingiere llena su función con una perfección que no alcanza ninguna otra especie de animales domésticos.

La tendencia actual en la producción del cerdo es la de lograr económicamente el máximo incremento de peso en el menor tiempo posible. Tomando en cuenta la tendencia de este animal al engorde o bien dicho a la conversión de alimento a carne.

Observando que el impulso máximo de su crecimiento y aumento de peso ocurre en los primeros meses de su vida, se ha tratado de aprovechar estas condiciones; para lograr el fin antes mencionado mediante el uso de ciertos productos estimulantes y aceleradores del crecimiento.

Normalmente cuando hablamos de nutrición, ponemos atención en forma general a la utilización de fuente proteínica y energética tratando de cubrir satisfactoriamente el requerimiento animal en determinada etapa. Sin embargo, otros nutrimentos esenciales en el organismo y que poca importancia se les ha dado, por necesitarse en bajas cantidades son las vitaminas.

Hasta hace unos años se pensaba que la suplementación con biotina en la alimentación porcina no era necesario, ya que las necesidades de dicha vitamina podrían ser cubiertas

con las propias materias primas y con la síntesis microbiana a nivel del intestino grueso. Sin embargo, las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, sobre todo a nivel de la biodisponibilidad de la biotina en los diferentes ingredientes utilizados en la alimentación animal, así como el uso inadecuado de antibióticos y en los que respecta a la biosíntesis y absorción, han puesto de manifiesto la necesidad de dicha suplementación. Además, esta biodisponibilidad puede estar afectada por compuestos químicos intrínsecos, manejo y almacenamiento del alimento, procesamiento, calor, humedad, tipo de secado, alteración física etc.

A lo anterior habría que añadir que las necesidades en biotina para cerdos sometidos a sistemas ultraintensivos son mayores debido al sistema de manejo particular, en donde los animales tienen cada vez menos acceso a sus heces, impidiéndose de este modo que la biotina microbiana, sintetizada en el intestino grueso, pueda ser absorbida en el intestino delgado.

Las dietas para cerdos en los EE.UU. se hacen en base a maíz y soya, debido a que en este país y Canadá son autosuficientes en la producción de maíz para la alimentación animal, ya que ellos lo utilizan poco en la alimentación humana. Por esta razón el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (NRC, 1988), contempla como ingredientes principales al maíz y la soya. Ingredientes con nutrimentos disponibles que cumplen con los requerimientos esenciales como lisina, metionina y biotina.

Es importante considerar que los costos por concepto de alimentación representan un rubro más significativo en la producción de cerdos; por lo que una utilización eficiente de los recursos alimenticios significará ahorros considerables, al productor como al consumidor.

En México el sorgo por su contenido de energía y la soya por su alto contenido proteico y además de ser los menos usados por el hombre para su alimentación, son los granos más utilizados para la formulación de dietas para cerdos, llegándose a incluir en cantidades que varían de 60 a 80%; dependiendo de la etapa de crecimiento. Pero evaluaciones de dietas a base de sorgo y soya, que quizás teóricamente cumplen los requerimientos del contenido de biotina, es necesario estudiarlos.

Una posible alternativa a considerar es precisamente, la utilización de biotina en dietas para cerdos a base de sorgo y soya para así estimular el aumento de peso en un menor tiempo y que no haya efectos detrimentales en su crecimiento.

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar y comparar dietas a base de sorgo y soya suplementadas con diferentes niveles de biotina en el comportamiento de cerdos en el período de crecimiento.

#### OBJETIVO ESPECÍFICO

Evaluar ganancia de peso, conversión alimenticia y estimar el consumo.

#### HIPÓTESIS

Dietas a base de sorgo y soya suplementadas con biotina para cerdos en la etapa de crecimiento (18.9 kg a 50 kg), mejora el comportamiento de los animales.

## ANTECEDENTES

Aspectos generales sobre vitaminas.

La naturaleza esencial de la vitamina B en la dieta recibió impulso cuando Eijkman, un médico Holandés en Java, en 1897 al observar que podía inducirse el beriberi experimentalmente en aves de corral. Encontrando que al adicionar arroz pulido o salvado de arroz evitaba el beriberi en las aves que desarrollaban la enfermedad (Mazur y Harrow, 1973).

En esa época no se reconoció la importancia de este hecho y no fue sino hasta 1911 que Funk y otros describieron un factor esencial de los alimentos que denominaron vitamina B, y en 1912 fue ideado el término vitamina por Casimir Funk para denominar los factores accesorios de los alimentos necesarios para la vida. Dichas sustancias recibieron el nombre genérico de vitaminas y a cada una de ellas se les asigna una letra para su identificación como vitamina A, vitamina C etc...

Estudios ulteriores demostraron que el factor antiberiberi sólo era una de las varias partes, de las cuales hasta la fecha se han identificado en total 10. Su agrupamiento bajo el término complejo B se basa en su fuente común de distribución, su relación estrecha en vegetales y tejidos animales y sus interrelaciones funcionales íntimas. La presencia en los alimentos de muchas sustancias nutritivas necesarias para la supervivencia y para el mantenimiento de la salud de los animales, fue descubierta mucho antes de que se conociera su naturaleza química (Crampton y Harris, 1974).

Debido a las interrelaciones estrechas entre las vitaminas B, la ingestión inadecuada de una de ellas puede deteriorar la utilización de las otras. En clínica rara vez se observan carencias discretas de vitamina B aisladas.

Al mismo tiempo las necesidades metabólicas son similares y las necesidades de vitaminas en la dieta son ampliamente diferentes entre especies.

Algunas vitaminas son esenciales en el metabolismo, pero no son esenciales en la dieta, para ciertas especies, porque pueden sintetizarse fácilmente de otro alimento o constituyente metabólico.

Las vitaminas son compuestos orgánicos no relacionados químicamente, que son esenciales para la vida y la tasa normal de crecimiento de los animales. Según McDonald, (1969). Las vitaminas se definen como compuestos orgánicos, que son necesarios, en pequeñas cantidades, para el normal crecimiento y mantenimiento de los animales. Por lo que, (De Alba, 1980), establece que las vitaminas son compuestos orgánicos indispensables para el desarrollo, mantenimiento y reproducción de la vida animal; que sus requerimientos dietéticos, son de cantidades muy pequeñas y que algunos de ellos son indispensables en la dieta de ciertos animales y de otros no. Son esenciales para el metabolismo normal y la carencia en la dieta causa enfermedades (McDowell, 1989).

Sin embargo, (Cunha, 1966) y Wahlstrom y Kortan, (1979) citado por Barreda (1986), afirman que las vitaminas son compuestos orgánicos que juegan un papel esencial en el organismo, aunque se necesiten en cantidades mucho más pequeñas que la mayoría de los otros nutrientes, ya que no son utilizadas ni como fuente de energía ni como componente estructural, algunas de estas vitaminas son sintetizadas por el organismo animal en cantidades suficientes para

satisfacer sus necesidades.

Estas actúan como catalizadores metabólicos, generalmente como coenzimas y todas producen fallas severas en el metabolismo si no se encuentran disponibles con suficientes cantidades para los tejidos.

Según Maynard et al., (1981), una vitamina reconocida en forma general es la que ha probado ser un componente esencial de la dieta para una o más especies animales. Algunas vitaminas son esenciales para el metabolismo pero no para la dieta de algunas especies, ya que se pueden sintetizar fácilmente a partir de otros componentes alimenticios o metabólicos.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos por su solubilidad que determina en algún grado su estabilidad, su presencia en alimentos, distribución en líquidos corporales y capacidad de almacenamiento en los tejidos (Mahan y Arlin, 1995).

VITAMINAS HIDROSOLUBLES: La biotina es una vitamina perteneciente a este grupo, al igual que otras presentes en la clasificación (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Clasificación de las Vitaminas Hidrosolubles.**

---

VITAMINA	SINÓNIMO
Tiamina-----	Vitamina B1
Riboflavina-----	Vitamina B2
Niacina-----	Vitamina B3
Piridoxina-----	Vitamina B6
Ácido Pantoténico-----	Vitamina B5
Biotina-----	Vitamina H
Folacina-----	Vitamina M
Cobalamina-----	Vitamina B12
Colina-----	Gossypine
Vitamina C-----	Ácido Ascórbico

---

Los miembros del complejo B tienen una acción esencial en los procesos metabólicos de las células vivientes, tanto de plantas como de animales. Actúan como coenzimas o grupos prostéticos unidos a apoenzimas o grupos prostéticos en los procesos metabólicos unidos a apoenzimas. Cuatro de ellos (tiamina, niacina, riboflavina y ácido pantoténico) son esenciales para la derivación de energía por glucólisis y el ciclo del ácido tricarboxílico.

En animales monogástricos, incluyendo a los humanos, la síntesis intestinal de algunas vitaminas del complejo B es considerable (Mickelsen, 1956) citado por McDowell, (1989) aunque no es utilizada eficientemente como en rumiantes. La baja eficiencia de utilización, está probablemente relacionada a varios factores. La síntesis intestinal en no rumiantes ocurre en el tracto intestinal inferior, un área de menor absorción.

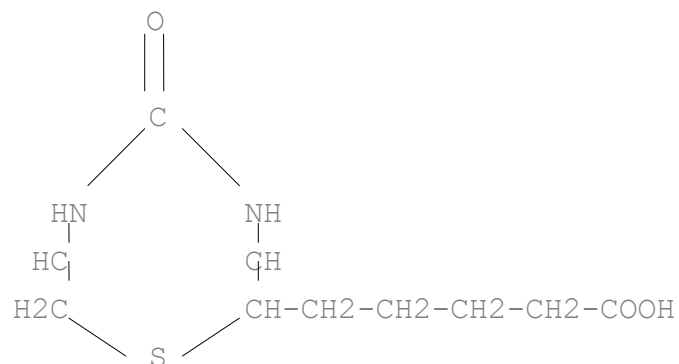
La producción intestinal de vitaminas está más disponibles para aquellos animales (conejos, ratas, y otros), que habitualmente practican coprofagia y así reciclan productos deficientes en el intestino. Esta conducta produce cantidades significantes de vitaminas del

complejo B para el animal hospedero o huésped.

Sin embargo, hasta hace algunos años se creía que no era necesario suplementar biotina en dietas para cerdos y pollos, por su amplia distribución en los alimentos y porque se conoce la síntesis de biotina por la microflora intestinal. Sin embargo, en la mitad de 1970, los casos de campo en estas especies fueron establecidas bajo modernos sistemas de producción. Estas condiciones, caracterizadas por signos clínicos específicos, responden al suplementar biotina.

Sobre los fundamentos de estos descubrimientos, los nutricionistas han tenido que reexaminar el papel de la biotina de las dietas para ganado y aves. Ya que la incidencia de biotina manifiesta una deficiencia ocasionalmente cuando humanos y animales consumen cantidades excesivas de huevo crudo, el cuál contiene un complejo del factor (avidina).

La estructura y propiedades de la biotina fueron establecidas por investigadores de Estados Unidos y Europa entre 1940 y 1943 (McDowell, 1989). La estructura química de la biotina en el metabolismo incluye un átomo de azufre en este anillo (como tiamina) y una ligadura transversal a través del anillo.



La biotina es el Acido 2-ceto-3, 4-imidazolido-2-tetrahydro-tiofeno-valérico. Este es un ácido



monocarboxílico con azufre como un tioeter encadenado. En su estructura contiene tres carbonos asimétricos y por eso son posibles 8 isómeros diferentes, de estos isómeros solo uno contiene la vitamina activa, D-biotina, y el estereoisómero L-biotina es inactivo.

Es un compuesto cristalino que posee gran estabilidad química y es soluble en alcohol y en agua.

Su punto de fusión es 232-233°C. La biotina libre es soluble en diluyentes alcalis y agua caliente y prácticamente insoluble en grasas y solventes orgánicos. Es completamente estable en condiciones ordinarias. Es destruida por ácido nítrico, otros ácidos fuertes, bases fuertes, y formaldehído, y es además, inactiva al lado de las grasas y colina (Scott et al., 1982). Esta es destruida al lado de la radiación ultravioleta.

Los antagonistas vitamínicos (antimetabolitos) interfieren con la actividad de otras vitaminas. Oldfield, (1987) ha resumido la acción de los antagonistas; el antagonista puede separar el metabolito e inactivarlo, como ocurre con la tiaminasa (vitamina B1); puede adherirse el metabolito, produciendo similares resultados, como ocurre entre la avidina y la biotina; o, debido a similitudes estructurales, puede ocupar medios de reacciones y consecuentemente, negárselos a los metabolitos, como la dicumarina y la vitamina k. Los antagonistas vitamínicos deben considerarse para determinar la reacción vitamínica, ya que estos reducen la utilización de la mayoría de las vitaminas.

Algunos de los antagonistas comunes son:

\*Tiaminasa, la cual se encuentra en pescado crudo y algunos alimentos, es un antagonista de la tiamina. La

piritiamina es otro antagonista de la tiamina.

\*Dicumarina, la cual se encuentra en ciertas plantas, interfieren con el proceso de coagulación bloqueando la acción de la vitamina k.

\*Avidina, la cual se encuentra en la clara de los huevos crudos entre ciertos hongos antimetabólicos de la biotina.

\*Grasas rancias desactivan la biotina y destruyen las vitaminas A, D y E, como probablemente otras también.

Otras sustancias estructuralmente similares a la biotina pueden tener actividad antibiotina. La oxidación moderada convierte biotina a sulfóxido y la oxidación fuerte la convierte a sulfone. Agentes fuertes reemplazan el azufre por el oxígeno, resultando en oxibiotina y destiobiotina. Tanto la destiobiotina como la biotina sulfone son activos para fermentar pero son inhibidores para bacterias. El ácido oleico y mezclas relativas en la presencia de ácido aspártico, satisface el requerimiento de biotina en algunos microorganismos pero son inactivos para algunos y realmente tóxicos para otros. (McDowell, 1985).

#### Metabolismo y Absorción.

La biotina y la biocitina (un fragmento natural grande liberado por degradación de enzimas biotinil) se absorben con facilidad. La biocitina se hidroliza en el plasma para liberar biotina, que es captada por hígado, músculo y riñones. La biotina es sintetizada por la microflora y contribuye de manera importante a las necesidades tisulares. La eliminación fecal y urinaria, es mucho más elevada que la ingestión dietética, indica la magnitud de la síntesis por la microflora. Una dieta veterinaria puede alterar la flora entérica aumentando la síntesis de biotina, promoviendo la absorción, o ambos (Lombard y Mock, 1989).

La biotina parece absorberse bien desde el intestino grueso (Marks, 1979), aun cuando la proteína ligada a los alimentos no es fácilmente disponible por los animales.

Los pocos estudios realizados en animales sobre el metabolismo de la biotina revelan que la biotina es absorbida a través de la molécula intacta en la primera y tercera semana por medio del Intestino Delgado (Bonjour, 1984). La información es muy limitada sobre el transporte de la biotina, deposición en tejidos y almacenamiento en animales y humanos.

McCormick y Olson, (1984) citado por McDowell (1989) reportan que la biotina es transportada como un componente del plasma de agua soluble libre, es tomada por la célula, y es adherida a estas apoenzimas.

Todas las células contienen un poco de biotina, con grandes cantidades en el hígado y riñones. La distribución intracelular de biotina corresponde a conocer la localización de biotina dependiente de enzimas (carboxilasas).

Investigaciones en biotina dentro del metabolismo en animales se dificulta para interpretar como producen biotina los microorganismos existentes en el tracto intestinal distal para el ciego.

Frecuentemente la cantidad de biotina excretada en la orina y excrementos juntos exceden el total de la dieta consumida, considerando que la excreción urinaria de biotina es casi siempre menos que la cantidad de biotina en la dieta consumida.

Contenido y Disponibilidad de Biotina, Funciones, Necesidades y Síntomas Clínicos de Deficiencia.

La biotina es una vitamina del complejo B que contiene azufre y se le encuentra en los alimentos en general, tanto en forma libre como combinada, siendo esta última forma poco aprovechable. Son ricas en biotina las levaduras, los subproductos de fermentación, órganos de animales como el hígado. Otros ingredientes altos en esta vitamina son la melaza, los subproductos lácteos y la parte aérea de las plantas verdes. Los siguientes alimentos son relativamente pobres en biotina: harina de carne y de pescado, maíz, trigo, subproductos de cereales (Shimada, 1983).

Aceite de semilla , harina de alfalfa, y levadura seca son excelentes fuentes de biotina disponible biológicamente.

Otros ingredientes ricos en biotina son jalea real, la leche, riñón, melaza de caña, pasta de cacahuate, pasta de cártamo y huevos (Maynard, 1981). La mayor parte en vegetales frescos y algunas frutas son fuentes no muy buenas.

Bajo las condiciones comerciales de hoy en día, no se pueden obtener rendimientos óptimos solamente fortificando las raciones de acuerdo a los niveles mínimos de requerimientos vitamínicos (McDowell, 1990). El contenido de esta vitamina en los alimentos varía y aún más su disponibilidad para el animal. En el (Cuadro 2) se presentan los contenidos de biotina de diferentes ingredientes, y esta varía en un mismo ingrediente y con mayor razón en ingredientes diferentes.

**Cuadro 2. Contenido de biotina en diferentes ingredientes utilizados en las dietas para cerdo.**

Ingredientes	CONTENIDO DE BIOTINA ( $\mu\text{g}$ )							
	Missir y Blair (1988)	Frigg (1976)	NRC (1971)	Allen (1973)	Combs (1966)	Scheiner Y Nott (1975)	De Ritter y Friesecke (1966)	Kirchgessner Anderson y warnick (1970)
H.Canola	1231	---	---	---	---	---	---	---
H.de Soya	286	---	---	---	---	---	---	---
Cebada	156	144	200	200	170	110	130	60
Maíz	79	45	60	80	60	94	90	125
Sorgo	196	292	---	180	---	234	---	100
Triticale	155	---	---	---	---	---	---	---
Trigo	138	104	100	100	110	105	110	90
Avena	---	208	110	300	330	190	---	---

La biotina contenida en los granos de cereales parece estar influenciada por la variedad, estación del año, y producción (en particular la proporción de endospermo/pericarpio) (Brooks, 1982).

Las condiciones de la cosecha, tratamiento de la postcosecha, y todas las condiciones de almacenaje parecen jugar una parte determinante en el contenido de biotina y asimismo poder afectar la disponibilidad. La biotina de los alimentos puede ser destruida por el calor, la extracción por solvente e inadecuadas condiciones de almacenaje, mientras que la forma del alimento tiene pequeños efectos sobre el contenido de biotina del alimento (McGinnis, 1986a y b).

Esta variación es considerable en el contenido de biotina dentro de la fuente individual. Por ejemplo; 62

muestras de maíz analizadas para la biotina variaron entre 0.012 y 0.072 mg/kg y 20 muestras de carne entre 0.008 y 0.20 mg/kg (Brooks, 1982). Molido de trigo o maíz, zanahoria, espinacas o tomates reducen las concentraciones de biotina (Bonjour, 1984).

Frigg (1976) reportó que el contenido de biotina de trigo y cebada es totalmente indisponible. La disponibilidad de la biotina en el sorgo, es de (10% a 20%) comparado a una disponibilidad de 75% a 100% por el maíz (Buenrostro y kratzer, 1984).

Por su parte, Frigg (1984), reporta un contenido de biotina de 90, 214, y 130  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en sorgo, trigo y cebada respectivamente.

Sauer et al., (1988), encontraron en el maíz 56  $\mu\text{g}$  de biotina/kg, y en el trigo y la cebada valores de 127 y 125  $\mu\text{g}$  de biotina/kg.

Anderson y warnick (1970) reportaron que 0.06 mg/kg representa una reducción de la estimación original permitido por el funcionamiento de los pollos no atribuible por biotina.

Los niveles de biotina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) fueron de: 184, 326 y 1153 en soya y canola respectivamente en suplemento a las diferencias entre el contenido alimenticio, el contenido de biotina entre las diferentes muestras del mismo contenido alimenticio puede variar considerablemente (Frigg, 1976, 1984), por ejemplo; el contenido de biotina en cebada y maíz de un rango de 110 a 200 y de 45 a 94  $\mu\text{g}/\text{kg}$  , respectivamente.

Los resultado de otros estudios sugieren que el nivel de biotina encontrado en la dieta de harina de maíz-soya (alrededor de 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de dieta) es inadecuado para el

funcionamiento normal de la alimentación en cerdos en crecimiento-finalización. Sin embargo, bajo estas condiciones de producción, el suplemento de biotina debe ser requerido para mantener una óptima integridad de la pezuña en el cerdo.

Las dietas usadas en el cerdo en el Oeste de Canadá están basadas principalmente sobre cebada y trigo suplementado con harina de canola. Aunque no hay datos sobre la biodisponibilidad de biotina para cerdos, estudios con pollos (Frigg 1984) y aves de corral (Misir y Blair 1987) demostraron que la biodisponibilidad de biotina fue baja en los granos de cereales, y moderadamente alta en las harinas de oleoginosas.

La disponibilidad estimada de biotina en granos determinada por bioensayos en pollos, o quizás constante actividad del piruvato carboxilasa hepático en algunos instantes, puede ser útil en la formulación de dietas para aves y cerdos.

Menos de la mitad de la biotina en varios alimentos naturales esta biológicamente disponible, como resultado con ensayos microbiológicos (Frigg, 1976, 1984). De acuerdo a Gadiant (1986), citado por McDowell, (1990) las vitaminas A, D, K, C y B1 son las que más pueden tener problemas de estabilidad en alimentos granulados. Sin embargo, la granulación de alimentos puede ser beneficiosa para la disponibilidad de vitaminas como la niacina y la biotina las cuales se encuentran muchas veces ligadas (Scott, 1973).

La concentración de biotina de los ingredientes reportada por algunos investigadores no es utilizada en su

totalidad por el animal, ya que su disponibilidad en algunos casos es muy baja (Cuadro 3). Los alimentos varían en cuanto

a la utilización de la biotina.

**Cuadro 3. Biodisponibilidad de biotina en (%) en diferentes ingredientes.**

INGREDIENTES	Missir y Blair (1988)	Frigg (1976)
Harina de canola	70.9	----
Harina de soya	85.5	----
- Cebada		24.4
20.2		
Maíz		101.2
107.0		
Sorgo		25.1
20.0		
Triticale	25.9	----
-		
Trigo	33.3	----
-		
Avena	32.2	----
-		

Anteriormente los ensayos de biodisponibilidad de la biotina se realizaban en aves, principalmente pollitos (Wagstaff et al., 1961; Frigg, 1976; 1984; Buenrostro y Kratzer, 1984) y éstos valores se aplicaban a otras especies



como el cerdo. Sin embargo, Misir y Blair (1988) determinan biodisponibilidad de biotina en cerdos, con rangos muy similares a los reportados en pollos por otros investigadores, otros reportan diferentes valores de biodisponibilidad.

Anderson y Warnick (1970), Frigg (1976), y Anderson et al., (1978) basados sobre resultados de bioensayos usando biotina en pollos, en los granos de cereales, la biodisponibilidad de biotina es alto (>100%) mientras que en trigo, cebada y sorgo es bajo (alrededor del 50%).

Generalmente en la lista de las tablas de los ingredientes de alimentos comerciales, la concentración de biotina en harina de soya es 0.30 mg/kg. Sin embargo, Buenrostro y Kratzer (1984), reportan que la biotina esta 100% disponible en la harina de soya y 86% disponible en la harina de carne y hueso.

En las harinas de alfalfas, algodón, soya y en el maíz, la disponibilidad biológica de la biotina es estimada a ser 100% (Cunha, 1984) citado por McDowell, (88-1990). Sin embargo la disponibilidad de la biotina es variable en otros alimentos, por ejemplo; 20% a 50% en cabeza, 62% en harina de glúten de maíz, 30% en harina de pescado, 20% a 60% en sorgo, 32% en avena, 0% a 62% en trigo.

No toda la biotina presente en algunos ingredientes alimenticios son nutricionalmente disponibles para el animal (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Características, contenidos y biodisponibilidad de biotina en varios alimentos comerciales y naturales.**

Alimentos comerciales y naturales.	Niveles de biotina (ug/g)	Biotina disponible (%)
H. de alfalfa deshidratada	0.33	75-100
Tocino	0.07	-----

Cebada	0.13-0.17	20-50
Carne, bistec	0.04	-----
Col o repollo	0.02	-----
anahorias	0.03	-----
Pollo	0.10	-----
Maíz amarillo	0.06-0.10	75-100
Harina de Gluten de maíz	0.11-0.19	62
Harina de extracto de semilla de algodon (solvente)	0.08-0.47	100
Destilados de secado	0.44-1.1	90
Huevo, total	0.25	-----
Harina de pescado	0.20-0.55	30
Higado de res	1.00	-----
Harina de carne y hueso	0.07-0.31	85
Leche de vaca	0.05	-----
Melazas, (caña de azúcar)	0.7	-----
Avena	0.11-0.39	32
Harina de cacahuete	1.63	53
Salvado de arroz	0.42	-----
Arroz pulido	0.38	23
Leche descremada	0.33	-----
Sorgo	0.13-0.29	10-60
Harina de soya	0.18-0.50	100
Trigo	0.06-0.18	-----
Salvado de trigo	0.09	18

-----  
" Modificado por NRC (1982)."

Wagstaff et al., (1961) reportó que el trigo y cebada contienen muy bajas cantidades disponibles para los pollos en contraste a los niveles de biotina indicados por ensayos microbiológicos. Frigg (1976) reportó estimaciones de la disponibilidad del contenido de biotina que fueron cercanos de acuerdo con aquellas publicada por Wagstaff et al., (1961) y Anderson y Warnick (1970).

Wagstaff (1961) reportó un bajo valor de 0.035 mg/kg para cebada y la disponibilidad no se incrementó al remojar el grano en agua o por adición de una amilasa bacterial a el alimento. El sorgo también tiene una baja disponibilidad de biotina. Por otro lado, Misir y Blair (1988), encontraron una baja disponibilidad (25.1%) de biotina, el maíz tiene 79 µg de biotina/kg, con una disponibilidad más alta (101.2%) y el trigo 138 µg de biotina/kg, con una disponibilidad de (33.3). Otros autores, Anderson et al., (1978), reportan que la biotina disponible por kilogramo en el sorgo es de 92 µg/kg, para el maíz es de 108 µg/kg y 43 µg/kg para el caso

del trigo.

Resultados de varios estudios de campo sugieren que las dietas comerciales del cerdo pueden contener niveles inadecuados de biotina, quizás debido a la baja biodisponibilidad de esta vitamina (Comben 1978).

Tanto las harinas de oleoginosas, harina de canola son la fuente rica en biotina, seguidas por la harina de soya (Smith 1983). Sin embargo, existen o hay escasos datos sobre la disponibilidad biológica de la biotina en alimentos naturales para cerdos.

La biodisponibilidad de biotina estimada en (%) fue alta para maíz (101.2) seguido por la harina de soya (85.5), harina de canola (70.9), y trigo (33.3), triticale (25.9), sorgo (25.1) y cebada (24.0) (Misir y Blair, 1987) . Por lo tanto, dentro de estos valores y el contenido de biotina de respectivos ingredientes de prueba, es aparente que la harina de canola mejora la alta cantidad de biodisponibilidad de biotina (873 $\mu$ g kg), seguida por la harina de soya (244 $\mu$ g kg); en contraste, los granos de cereales tienen muy bajos niveles, maíz (80  $\mu$ g kg) y cebada (37  $\mu$ g kg).

Estos resultados demuestran que la harina de canola es una buena fuente de biodisponibilidad de biotina para cerdos destetados.

Cerdos en crecimiento tiene un requerimiento para biodisponibilidad de biotina rangos de 90 a 159  $\mu$ g/kg, como medida por tasa de crecimiento y conversión alimenticia (Hamilton et al., 1983; Easter et al., 1983; Bryant et al., 1985b). En el presente estudio, los cerdos tuvieron similares tasas de crecimiento (493 ó 495 g) cuando la dieta base fue suplementada con 100 o 150  $\mu$ g biotina/kg,

respectivamente; sin embargo, la conversión alimenticia fue optimizada a el alto nivel. Estas observaciones con las respuestas en la concentración de biotina en plasma indican que los cerdos jóvenes tienen un requerimiento de 150 a 180  $\mu\text{g}$  de biodisponibilidad de biotina kg de dieta.

Casi todas las vitaminas hidrosolubles son componentes de sistemas enzimáticos esenciales. Muchas participan en las reacciones que apoyan el metabolismo energético. Estas vitaminas normalmente no se almacenan en el cuerpo en cantidades apreciables y suelen eliminarse en pequeñas cantidades por la orina; en consecuencia, es aconsejable su administración diaria para evitar su agotamiento y la interrupción de funciones fisiológicas normales.

La biotina es una coenzima esencial en el metabolismo de carbohidratos, grasas, proteínas y vitaminas. Desde el punto

de vista metabólico es importante como un cofactor de diferentes enzimas (NRC, 1988).

Está involucrada en la conversión de carbohidratos a proteínas y viceversa como también la conversión de proteínas y carbohidratos a grasas (McDowell, 1989). La biotina juega un papel importante en el mantenimiento normal del nivel de glucosa en la sangre, del metabolismo de proteína y grasa cuando la dieta de entrada de carbohidrato es diferente. Como un componente de varias enzimas carboxilasa tiene la capacidad para transportar unidades carboxilos y para fijar bióxido de carbono (como bicarbonato) en tejido.

La biotina sirve como un grupo prostético en un número de enzimas en donde la biotina desempeña funciones como un acarreador de carboxilos.

Reacciones específicas de la biotina en el metabolismo de carbohidratos son:

- \*Carboxilación de ácido pirúvico a ácido oxaloacético
- \*Conversión de ácido málico a ácido pirúvico
- \*Interconversión de ácido succínico a ácido propiónico
- \*Conversión de ácido oxalosuccínico a ácido alfa-cetoglutarico.

La biotina es requerida para la transcarboxilación en la degradación de varios aminoácidos. La diferencia de la vitamina en mamíferos es que impide la deaminación de la cadena de leucina a oxaloacetato. La capacidad del hígado para incorporar homogéneamente CO<sub>2</sub> es realmente directo a el nivel de biotina en el animal (Terroine, 1960)

La acetil CoA carboxilasa cataliza la adición de CO<sub>2</sub> para acetil CoA para formar malonil CoA. Esta es la primera reacción en la síntesis de ácidos grasos. Un citosólico multienzima complejo, sintetiza ácidos grasos, después termina en la síntesis de palmitato desde malonil CoA. La biotina es necesaria para la síntesis de los ácidos grasos insaturados y es importante en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales (Kramer et al; 1984). Las enzimas donde la biotina participa como cofactor, son importantes en la síntesis de la proteína, la deaminación de aminoácidos, la síntesis de purinas y el metabolismo de ácidos nucleicos (McDowell, 1989).

Hamilton y Veum (1986), consideran que la intensificación de la industria del cerdo trae como resultado un incremento en la densidad de nutrientes de las dietas típicas del cerdo. Así como vemos la necesidad de incrementar grasas, carbohidratos y niveles de proteína, las necesidades de biotina por el cerdo pueden incrementarse.

Sin embargo, a pesar de que teóricamente su contenido de biotina debe satisfacer los requerimientos nutricionales

del cerdo, debido a su baja disponibilidad por los factores antes mencionados, se presentan signos clínicos de deficiencia de esta vitamina y un menor crecimiento de los cerdos.

McRobert y Hogan en (1944), reportan que no hay evidencias de que el cerdo necesite biotina para crecimiento, pero encontraron al trabajar con cerdos jóvenes la necesidad de una vitamina hidrosoluble contenida en el hígado o en las levaduras. Esto es complementado por el NRC, (1980), ya que la administración de una ración deficiente en biotina a lechones de dos días puede producir síntomas deficitarios. Los cerdos producen poca biotina para satisfacer sus necesidades a través de la síntesis intestinal (Lindley y Cunha, 1946). Sin embargo, Lehrer et al., (1952), reportan que lechones muy jóvenes no pueden cubrir sus necesidades con las síntesis de biotina. Agregan que es posible que en los lechones jóvenes de más de 1.8 kg exista algo de síntesis pero puede resultar insuficiente como para cubrir las necesidades. El lechón no recibe suficiente biotina de la producción microbiana, hasta desarrollar una flora intestinal capaz de sintetizarla. No se sabe a ciencia cierta cuando ocurre esto pero las pruebas existentes indicarían que se produce a las tres semanas de vida (NRC,1980). Las dudas que presenta la necesidad de la biotina es tan marcada que el NRC (1980) no contempla en las tablas de requerimientos las necesidades nutritivas de biotina del cerdo. Sin embargo, una deficiencia de biotina es citada entre las vitaminas que presentan síntomas clínicos por carencias nutricionales. El NRC, (1988) presenta los requerimientos de esta vitamina para las diferentes etapas de producción del cerdo (Cuadro 5). Por otro lado, Tagwerker (1983) también presenta los requerimientos nutricionales de biotina para cerdos en sus diferentes etapas (Cuadro 6).

**Cuadro 5. Requerimientos de nutrientes del cerdo. (90 % MS) .**

Niveles de Consumo y Comportamiento	1-5	5-10	10-20	20-50	50-110
Ganancia de peso esperada (g/día)	200	250	450	700	820
Consumo de alimento esperado (g/día)	250	460	950	1900	3110
Eficiencia alimenticia esperada	0.800	0.543	0.474	0.368	0.264
Conversión alimenticia esperada	1.25	1.84	2.11	2.71	3.79
Requerimiento (% o cantidad/Kg de dieta)					
Biotina (mg)	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05

NRC, (1988).

**Cuadro 6. Recomendaciones de biotina asignadas y suplementos para cerdos en sus diferentes etapas (Tagwerker, 1983) citado por Whitehead, (1988) .**

	Consumo de alimento	Asignación del total de la bio- tina dispo- nible (µg)	Por Kg de alimento	Suplementos de biotina (ug/kg de alimento)
Cerdo destetado en jaula	0.6	150	240-280	150
Lechón destetado sobre piso	1.0	200	200	100
Cerdo en creci- miento	2.0	250	125	30-70
Cerdo en engorda	3.0	300	100	0-50

Microorganismos que producen significantes cantidades de biotina para más especies evidentemente abastecen una variable y una cantidad insuficiente de biotina para pollos (Scott, 1981) citado por McDowell, (1989). Lo que no es conocido para varias especies es el grado de síntesis microbial o disponibilidad de biotina para el huésped. Esta concluido que esos microorganismos contribuyen en los requerimientos para el animal y el humano porque el uso de algunas sulfa-drogas, tal como sulfatalidina, puede inducir la deficiencia bajo algunas circunstancias. Sin embargo, Sunde et al., (1950) citado por McDowell (1989) establece que la deficiencia de biotina es menor en pollos cecoctomizados que en pollos normales, indicando que los microorganismos del ciego no abastecen a los pollos con cantidades significantes de biotina pero en lugar de ello compite con el organismo del animal por la dieta con biotina; de este modo incrementan el requerimiento.

Es poca información directa sobre la disponibilidad de biotina en diferentes ingredientes o alimentos para cerdos. Posibles interacciones de biotina con otros nutrientes , tal como cobre, pero son aún incontables. Por lo tanto no es posible conseguir declaraciones definitivas respecto a los requerimientos mínimos para cerdos. Los requerimientos de biotina son difíciles para establecer porque hay variabilidad en el contenido y biodisponibilidad en los alimentos. Asimismo se dificulta para obtener una cantidad de requerimiento de biotina porque la vitamina es sintetizada por muchos microorganismos que se encuentran en la parte mas baja de el tracto intestinal, una región en que la absorción de nutrientes es generalmente reducida. Sin embargo, se cree que esa microflora intestinal hace una significativa contribución de biotina disponible a el cuerpo.

Siendo el sorgo el ingrediente básico en las dietas



para cerdos; por lo tanto, una deficiencia de esta vitamina es posible debido a la baja disponibilidad de la biotina, además de no incluirse la biotina en la dieta, asumiendo que el cerdo sintetiza esta vitamina por acción intestinal para sintetizar sus necesidades (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.

McDowell, (1990) sugiere que al utilizar alimentos de alta energía para proveer dietas de mayor concentración nutritiva y consecuentemente adquirir mayores rendimientos, requiere una concentración vitamínica más alta. Esto es importante debido a que los animales consumen menos alimento al aumentarse la densidad energética de la dieta.

El suplemento de biotina para el cerdo es afectado por el contenido de biotina en la dieta, como bien para la digestibilidad y disponibilidad de la biotina en el ingrediente del alimento y el nivel de síntesis por la microflora intestinal.

Experiencias han sugerido suplementaciones de 1 a 1.5 mg/kg de alimento equivalente para un consumo diario de 2.5 a 4 mg/día, acabado a 2 a 4 meses período mayor requerido al permitir curarse de las lesiones del pie en crianza de cerdas.

Newport (1981) reportó ningún mejoramiento en la eficiencia alimenticia de 2 a 28 días en cerdos adultos utilizando una dieta de leche descremada filtrada conteniendo aproximadamente 10  $\mu\text{g}$  de biotina/kg de materia seca. Otros trabajos reportan que la adición de 55 a 880  $\mu\text{g}$  de biotina/kg de dieta ha sido demostrado no tener ningún efecto benéfico en cerdos en crecimiento y finalización

(Meade 1971; Simmins y Brooks 1980; Easter et al., 1983; Bryant et al., 1985b; Hamilton y Veum 1986). En contraste a estas investigaciones (Peo et al., 1970) asimismo, reportó una repuesta a la suplementación de biotina en una prueba utilizando 440  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de dieta.

El NRC (1979), estableció un requerimiento de biotina de 100  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de dieta para toda clase de cerdos. Sin embargo. El NRC, (1988), recomienda 200  $\mu\text{g}$  de biotina/kg de alimento, pero está cantidad es sólo una aproximación, pues los requerimientos de biotina no están totalmente determinados.

Como un ejemplo de dieta adecuada por medio de los ingredientes comunmente usados, soya, maíz, y menhaden pescado no hay necesidad de suplementar biotina (Lovell y Buston, 1984). Si existen problemas de pezuñas, la suplementación de biotina debe sugerirse (Comben et al., 1984).

Estudios con aves y cerdos indican una seguridad de tolerancia de 4-10 veces su requerimiento, con un nivel máximo tolerable probablemente muy elevado (NRC, 1987).

Por muchos años y hasta hace poco tiempo se creía que suplementar biotina no era necesario o solamente se debe suplementar lo que recomiendan las tablas de requerimientos, sin tomar en cuenta el contenido y 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 ser sintetizada en el intestino del animal.

La administración de una ración deficiente en biotina a

lechones de 2 días puede presentar síntomas deficitarios.

Aparentemente, el lechón no recibe suficiente biotina de la producción microbiana hasta desarrollar una microflora intestinal capaz de sintetizarla.

Se conoce que la biotina es una vitamina importante para la función normal de las glándulas tiroideas y adrenal, el tracto reproductivo y el sistema nervioso. Una deficiencia puede afectar el sistema cutáneo y causar dermatitis severa, el cual es el mejor signo clínico obvio de deficiencia de biotina (McDowell, 1989). Los resultados de una deficiencia de biotina es reducir el crecimiento proporcional y dañando la conversión alimenticia, así como producir una gran variedad de signos clínicos.

Los primeros signos clínicos son generalmente pérdida de pelo excesivo y dermatitis, con pérdida de pelo completo en casos severos. Primero aparece una dermatitis escamosa de la piel, frecuentemente sobre la salida de los oídos, cuello, hombro y cola y eventualmente cubriendo casi todo el cuerpo entero.

Histológicamente las lesiones dermales son caracterizadas por hiperqueratosis y paraqueratosis (Pohlenz, 1974; Glattli et al., 1975).

Sin embargo, los síntomas de deficiencia de biotina incluye decaimiento del funcionamiento alimenticio, el bajo contenido de biotina plasmático, alopecia (caída de pelo), resequedad, 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; Tagwerker, 1974; Brooks et al. 1977; de Jong y Sytsema, 1983).

La disminución de crecimiento puede hacerse evidente en la deficiencia de biotina en el cerdo antes que los signos clínicos sean visibles. Después de 5-7 semanas, una deficiencia de biotina en la dieta los cerdos muestran mayores defectos en la pezuña, se hace blanda y elástica.

Cunha et al. (1946) y Lyndley y Cunha (1946) reportan una deficiencia de biotina en cerdos causada por la presencia de sulfatidina y clara de huevo en dietas purificadas, encontrando síntomas de alopecia, espasticidad de la piel en las patas, agrietamiento entre las pezuñas y dermatosis de la piel, caracterizada por resequedad, rugosidad y exudado parduzco, este síndrome se previno con 100 ug de biotina por cerdo por día (Cunha et al.; 1946). Posteriormente (Cunha et al.; 1948; y Cunha, 1977) confirmaron una deficiencia de biotina que se evitó cuando se ofreció dietas conteniendo ácido fólico y extracto de hígado anti-anemia perniciosa. Por otro lado, Cunha (1977) agrega que la deficiencia de biotina también afecta al crecimiento y la utilización del alimento.

Penny et al., (1963) consideró las lesiones de las patas o pezuñas como una causa común de cojera en los cerdos y notó que la condición puede ocurrir relativamente a edad temprana esto fue una hipótesis entre una reducción en la lesión de la pezuña que al suplementar biotina podía ayudar a disminuir la cojera como es indicada por el mejoramiento en las muestras de sanidad. (Brooks et al., 1977; Comben, 1978; Simmins y Brooks, 1980) reportaron una pezuña blanda como deficiencia de biotina en el cerdo, la cual puede incrementar en las pezuñas la susceptibilidad de contraer lesiones y daños traumáticos (Brooks y Simmins, 1981).

De Jong y Sytsema (1983) también reportaron que la suplementación de biotina tiene un efecto preventivo en el desarrollo de lesiones en las pezuñas en lechones jóvenes

(de 2 a 7 meses de edad). Ya reportado por Brooks y Simmins, (1981) quienes afirmaron este descubrimiento.

(Tagwerker 1974; de Jong y Sistema 1983), establecen que la suplementación dietaria de biotina restaura la buena salud de las patas y reduce la incidencia de cojera en cerdos en crecimiento.

Peo et al., (1970) no encontró respuesta de la biotina en ganancia de peso y utilización del alimento al utilizar niveles de 440 y 880  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en dietas conteniendo 16% de PC a base de soya, maíz, clara de huevo deshidratada y leche deshidratada en polvo. En otro experimento, estos mismos investigadores, al agregar una combinación de penicilina-clorotetraciclina, con y sin sulfametazina, encontraron diferencias en comportamiento en peso al comparar las dietas con y sin antibiótico (0.180 vs 0.240 kg). Sin embargo, Misir 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, harina de soya y diversos cereales (maíz, trigo, triticale, sorgo y cebada), agregando biotina en niveles de 0, 50, 100, 150, 200, y 250  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . En este estudio se encontró un efecto lineal entre la tasa de crecimiento y nivel de biotina en la dieta, con 477 g de ganancia con la dieta sin biotina hasta 532 g con la dieta que contenía 200  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . De igual manera, conforme aumentó el nivel de biotina en la dieta, disminuyó el alimento requerido para producir una unidad de incremento de peso. Ellos consideran que los granos de cereal proveen bajos niveles de biotina disponible para el cerdo y en especial las dietas que contienen trigo y cebada proporcionan niveles inadecuados de biotina disponible. Además, la harina de canola y soya son fuente de biotina de alta disponibilidad.

Otros investigadores (Kornegay et al., 1989) evaluaron

el efecto de la suplementación de biotina (220, 440 y 880 ppb) y cobre (0, 220 y 440 ppm) sobre el comportamiento de lechones (peso promedio de 6.9 kg). Los investigadores reportaron que la suplementación de biotina (sin  $\text{CuSO}_4$ ) no afectó el comportamiento de los animales. Sin embargo, se observó una interacción significativa ( $P < 0.01$ ) entre biotina y  $\text{CuSO}_4$  durante el estudio.

Los consumos de alimento y la ganancia de peso fueron diferentes ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos. La interacción  $\text{CuSO}_4$  x biotina fue significativa ( $P < 0.01$ ) para ganancia de peso y consumo de alimento diario durante las primeras dos semanas del estudio. Las ganancias de peso y el consumo de alimento fueron mayores ( $P < 0.01$ ) para lechones consumiendo dietas con 200 y 400 ppm de  $\text{CuSO}_4$  en combinación con 440 y 880 ppb de biotina que para lechones consumiendo 200 y 400 ppm de  $\text{CuSO}_4$  en combinación con 0 y 200 ppb de biotina. El comportamiento como respuesta de los animales a las diferentes dietas quizás se debió a que la presencia del cobre disminuye la síntesis bacteriana de la biotina y aumenta la necesidad de biotina exógena en el cerdo.

Un trabajo similar fue realizado por Vázquez (1993). En este estudio, cerdos con un peso inicial de 72 kg, se alimentaron durante 35 días con dietas a base de sorgo y soya con 13% de PC y 3,350 Kcal ED/kg MS. En este estudio se evaluaron los siguientes tratamientos: 1. Testigo; 2. Testigo + 100  $\mu\text{g}$  de biotina/kg; 3. Testigo + 250 ppm de  $\text{CuSO}_4$ ; y 4. Testigo + 100  $\mu\text{g}$  de biotina/kg + 250 ppm de  $\text{CuSO}_4$ . La suplementación de biotina mejoró la ganancia de peso y el consumo con respecto al testigo y al grupo suplementado con cobre (0.847 vs 0.740 y 0.811 kg respectivamente). La conversión alimenticia mejoró con la suplementación de biotina. Además, se encontró una interacción biotina  $\text{CuSO}_4$ . Con cerdos suplementados con ambos, biotina y  $\text{CuSO}_4$ , se obtuvo una ganancia de peso de 0.871 kg/día y un mayor

consumo de alimento (3.395 kg).

Al alimentar hembras de 6.7 a 92 kg de peso, suplementadas con o sin biotina, la ganancia de peso diario, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no fueron afectadas (Bryant et al., 1985a). Sin embargo, los autores consideran que la dieta sin biotina contenía una cantidad adecuada de la vitamina, ya que presentó rangos de 187  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en la dieta para iniciación y 103  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en la dieta para finalización. El NRC (1988) considera que el nivel de 80  $\mu\text{g}/\text{kg}$  es adecuado para cubrir los requerimientos de cerdos en crecimiento y en reproducción.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área 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, la cual su localización geográfica se encuentra en los 25°22'44" 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 303.9mm, temperatura anual media de 17.7°C. Según García (1973).

Tratamientos

Los tratamientos fueron formulados en base a las combinaciones de los niveles de dos factores: Factor Biotina y Factor Sexo.

El factor Biotina (Factor B) consistió de los niveles: 0, 50, 100 y 150  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de dieta.

El factor Sexo (Factor A) los niveles son Macho y Hembra: De esta forma las combinaciones o tratamientos son:



		Nivel de sexo	
		-----	
		M	H
		-----	
Nivel	0	0-M	0-H
de	50	50-M	50-H
Biotina	100	100-M	100-H
( $\mu$ g/kg)	150	150-M	150-H

#### Unidades experimentales y manejo

Para el presente trabajo se utilizaron 72 cerdos (36 machos castrados y 36 hembras) de craza comercial (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace) de una edad similar (cada unidad experimental consistirá de hembra o macho), con un peso promedio de 18.9 Kg, (19.0 Kg para machos castrados y 18.8 Kg para hembras). Los cuales se distribuyeron al azar en 12 corraletas. Cada tratamiento ocupó 3 corraletas y en cada una se ubicaron 3 machos castrados y 3 hembras. Los animales se alojaron en corraletas de 3x4 m equipadas con comederos y bebederos automáticos.

Estos animales fueron desparasitados y vitaminados antes de iniciar el trabajo experimental; tuvieron un periodo de adaptación al manejo y a la dieta de una semana; y se pesaron individualmente cada 14 días a través de la realización del experimento. Se realizó la evaluación de variables productivas:

- Consumo de alimento (estimación)
- Incremento de peso
- Conversión alimenticia

## Alimento

Se utilizaron dietas isoproteicas e isocalóricas (16% PC y 3166 Kcal EM/Kg MS) a base de sorgo y soya. Suplementadas con cuatro diferentes niveles de biotina (0, 50, 100 y 150  $\mu\text{g}$ ) por un período de 62 días (cuadro 7). La información obtenida en el período experimental se analizó estadísticamente en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2x4 dos para sexo y cuatro para el nivel de biotina en un diseño completamente al azar con 3=repeticione de 6 unidades experimentales con 4 tratamientos cada uno.

**Cuadro 7. Composición de la dieta experimental para cerdos a base de sorgo y soya en la etapa de crecimiento suplementada con 0, 50, 100 y 150  $\mu\text{g}$  de biotina/kg.**

INGREDIENTES	Contenido de biotina en la dieta ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )			
	T1 (0)	T2 (50)	T3 (100)	T4 (150)
Pasta de soya-46%	205.0	205.0	205.0	205.0
Sorgo en grano	764.0	764.0	764.0	764.0
NaCl	3.0	3.0	3.0	3.0
Carbonato de Calcio	12.0	12.0	12.0	12.0
Fosfato Dicálcico	12.0	12.0	12.0	12.0
Micro-min cerdos	1.0	1.0	1.0	1.0
Vita-Mix cerdo II	1.0	1.0	1.0	1.0
Lisina Sintética	0.6	0.6	0.6	0.6
Cloruro de Colina-60%	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulfato de Cobre	0.8	0.8	0.8	0.8
Biotina	---	50	100	150
-----				
EM Kcal/Kg	3166	3166	3166	3166
Proteína %	16.0	16.0	16.0	16.0
Lisina %	0.85	0.85	0.85	0.85
Metionina %	0.27	0.27	0.27	0.27
Calcio %	0.76	0.76	0.76	0.76
Fósforo %	0.60	0.60	0.60	0.60
Calcio-Fósforo	1.3-1	1.3-1	1.3-1	1.3-1
-----				

Se utilizó la misma dieta isoproteica (16% PC), e isocalórica (3166 Kcal EM/kg MS) en el transcurso del experimento hasta su finalización (62 días).

Análisis estadístico.

Para analizar los resultados obtenidos de las variables de producción: Incremento de peso, Conversión alimenticia. Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con un arreglo factorial de 2x4 dos para sexo y cuatro para el nivel de biotina, con igual número de repeticiones por tratamiento, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, a \quad \text{sexo}$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, b \quad \text{biotina}$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, r \quad \text{repeticiones}$$

$$\epsilon_{ijk} = \text{NI } (0, \sigma^2)$$

DONDE:

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria correspondiente al i-ésimo nivel del factor sexo en combinación del j-ésimo nivel de biotina en la k-ésima repetición

$\mu$  = Media general o efecto general.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo sexo.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo nivel de biotina.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto conjunto del i-ésimo sexo y el j-ésimo nivel de biotina.

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental o variable aleatoria a la cual se le supone distribución normal con media cero y varianza.

La significancia que se detecta para el efecto de tratamientos será interpretada mediante un ajuste polinomial

o evaluación de tendencia. Considerándose un nivel de significancia de un 5% (Steel y Torrie 1980)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de acuerdo a los objetivos planteados, se discutirán a continuación.

### Consumo

Aunque el consumo de alimento por animal no fue analizado estadísticamente, sin embargo, se observó que conforme se incrementó el nivel de biotina en la dieta, aumentó el consumo de alimento (Cuadro 8).

Se estimó el alimento consumido, tomando en cuenta el alimento ofrecido menos el que se retiró de los comederos al final del trabajo. Dividiendo esta diferencia entre los días que tomó la investigación y el número de animales (machos castrados y hembras) por corraleta, por ser valores promedio no se analizaron estadísticamente. Los animales consumieron 1.560, 1.567, 1.686 y 1.743 kg/día para los respectivos tratamientos 0, 50, 100, y 150  $\mu\text{g}$  de biotina por kg de dieta. De acuerdo a la NRC, (1988), estos consumos son inferiores a los reportados por este Consejo. O sea que el consumo de alimento para animales de esta edad no se vio incrementado con el nivel de vitamina agregado, de acuerdo a los valores reportados por la NRC, (1988). Sin embargo, comparados con el tratamiento testigo ( $T_1$ ), la biotina si aumentó el consumo de alimento. Teóricamente, de acuerdo a los niveles de suplementación y al consumo, los animales sometidos a la dieta suplementada consumieron 78.4, 168.6 y 261.5  $\mu\text{g}$  de biotina/día. Lo que nos indica que el consumo de dicha vitamina a excepción del tratamiento que contiene 50  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  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  $\mu\text{g}$  /kg.

La adición de biotina en el alimento, puede corregir problemas de las lesiones en las patas o de la piel reseca, otros investigadores consideran que la actividad de esta vitamina es más preventiva que correctiva; porque no se ha encontrado respuesta a la suplementación de la biotina en el alimento. En un trabajo realizado por Vázquez, (1993) al suplementar cerdos con biotina y  $\text{CuSO}_4$ , se obtuvo un mayor consumo de alimento (3.395 kg).

Tagwerker (1974) propuso que una concentración de más de 40 ng/dl indican un adecuado estado de biotina para el crecimiento-finalización del cerdo. Por otro lado, Peo et al., (1970) no encontró respuesta de la biotina en ganancia de peso y utilización del alimento al utilizar niveles de 440 y 880  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en dietas conteniendo 16% de PC a base de soya, maíz, clara de huevo deshidratada y leche deshidratada en polvo.

**Cuadro 8. Consumo de alimento de cerdos en crecimiento alimentados a base de sorgo y soya suplementadas con diferentes niveles de biotina.**

TRATAMIENTOS	CONSUMO (X) Kg.
T1 (0 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	1.560
T2 (50 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	1.567
T3 (100 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	1.686
T4 (150 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	1.743

Ganancia de peso.

De los cuadros de medias (Cuadro 9, 10) se obtiene que:

a) No existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) de las medias de los niveles del factor sexo:  $\bar{Y}_{1..} = 0.52639$ ,  $\bar{Y}_{2..} = 0.49949$ .

b) No existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre las medias de los niveles del factor biotina:  $\bar{Y}_{.1} = 0.48527$ ,  $\bar{Y}_{.2} = 0.48750$ ,  $\bar{Y}_{.3} = 0.54300$ ,  $\bar{Y}_{.4} = 0.53388$ .

Sin embargo, como se observa cierta tendencia en la respuesta, se realizó una prueba de tendencia (ajuste polinomial) y se detectó una tendencia lineal. La ecuación de predicción para esta variable es:

$$Y_i = 0.4822168 + 0.0004026X_i \text{ con } 0 \leq x \leq 150 \text{ y } R^2 = 0.736$$

Donde:

$Y_i$  : Media estimada de respuesta para el  $i$ -ésimo nivel de biotina.

$X_i$  : Nivel  $i$ -ésimo de biotina para valores de 0 a 150  $\mu\text{g}$  de biotina.

$R^2$  : Coeficiente de determinación, indica la proporción de la variación de la variable ganancia de peso ( $Y$ ) que es explicada por biotina ( $X$ ).

De acuerdo a la ecuación de predicción y su gráfica



(Fig. 1), es claro que a medida que incrementa el nivel de biotina también aumenta el peso promedio por animal.

c) No existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para el efecto de interacción. Esto es, los factores sexo y biotina se comportan independientes (no hay efecto conjunto o interacción).

**Cuadro 9. Ganancia de peso de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T1 (0 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	0.4855
T2 (50 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	0.4875
T3 (100 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	0.5430
T4 (150 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	0.5365

**Cuadro 10. Ganancia de peso ( $\bar{X}$ ) de cerdos (hembras y machos castrados) en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS
MACHOS CASTRADOS	0.528
HEMBRAS	0.499

Adams et al., (1967) reportó un mejoramiento en la ganancia diaria cuando una dieta base en maíz, milo y soya (286  $\mu\text{g}$  biotina/kg) fue suplementada con 110  $\mu\text{g}$  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 o 880  $\mu\text{g}$  /kg). El NRC (1988) considera que el nivel de 80  $\mu\text{g}$ /kg es adecuado para cubrir los requerimientos de cerdos en crecimiento y reproducción.

Hamilton y Veum (1986), reportan que el adicionar 250 y 500  $\mu\text{g}$  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. Trabajos reportados por 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  $\mu\text{g}$  de la vitamina. De igual manera, Bryant et al., (1985a), al alimentar hembras de 6.7 a 92 kg de peso, suplementadas con o sin biotina, la ganancia de peso diario, no fue afectada. En otro estudio se evaluó efecto del complejo proteínato de zinc y/o biotina en cerdos Yorkshire de 12.30 kg de peso, utilizando dietas conteniendo 18% de PC. 1. Control 90 ppm de zinc, sin biotina; 2. Ración 1 + 165  $\mu\text{g}$  de biotina/kg y 3. Ración 1 + 0.1% de complejo proteínato de zinc. En este trabajo, los suplementos agregados a cada dieta no mejoraron la ganancia de peso (Washam et al., 1975).

Trabajos que aparentan un contenido adecuado de biotina (rangos desde 187  $\mu\text{g}$ /kg para una dieta inicial a 103  $\mu\text{g}$ /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  $\mu\text{g}$ /kg de dieta) esto no mejora el funcionamiento del crecimiento de los cerdos, con las dietas de harina de maíz y soya (Meade, 1971; Washam et al., 1975; Easter et al., 1978; Simmins y Brooks, 1980).

Conversión alimenticia.

Al analizar estadísticamente los kilogramos necesarios para producir una unidad de peso, (Cuadro 12, 13), se encontró que:

a) No existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre las medias de los niveles del factor sexo:  $Y_{1..} = 3.1522778$ ,  $\bar{Y}_{2..} = 3.3450278$

b) No existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) entre las medias de los niveles del factor biotina: Machos castrados y Hembras;  $\bar{Y}_{.1.} = 3.267444$ ,  $\bar{Y}_{.2.} = 3.285944$ ,  $\bar{Y}_{.3.} = 3.130555$ ,  $\bar{Y}_{.4.} = 3.310666$ .

c) No existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) de las medias para el efecto de interacción. Esto es, los factores sexo-biotina se comportan independiente (No hay efecto conjunto o interacción).

Adams et al., (1967) encuentra valores de 3.17 kg para conversión alimenticia, muy similar al grupo control. Sin embargo, el grupo de la dieta control contenía 286  $\mu\text{g}$  de la vitamina. De igual manera, Bryant et al., (1985a), al alimentar hembras de 6.7 a 92 kg de peso, suplementadas con o sin biotina, la conversión alimenticia no fue afectada. En otro estudio se evaluó el efecto del complejo proteínato de zinc y/o en cerdos Yorkshire de 12.30 kg de peso, utilizando dietas conteniendo 18% de Pc. 1.-Control 90 ppm de zinc, sin biotina; 2.-Ración 1 + 165  $\mu\text{g}$  de biotina/kg y 3.-Ración 1 + 0.1% de complejo de proteínato de zinc. En este trabajo, los suplementos agregados a cada dieta no mejoraron la

conversión alimenticia (Washam et al., 1975).

**Cuadro 11. Conversión alimenticia de cerdos en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS
T1 (0 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	3.267444
T2 (50 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	3.285944
T3 (100 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	3.130555
T4 (150 $\mu\text{g}$ de biotina en la dieta)	3.310666

**Cuadro 12. Conversión alimenticia (X) de cerdos (hembras y machos castrados) en crecimiento alimentados con dietas a base de sorgo y soya con diferentes niveles de biotina.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS
MACHOS CASTRADOS	3.1522778
HEMBRAS	3.3450278

(Tagwerker 1974 de Jong y Sitsema 1983), al alimentar cerdos con cereales de maíz, sorgo y soya, encuentran una eficiente conversión de alimento.

Adams et al., (1967), establece que la suplementación de biotina en la dieta demuestra el mejoramiento diario en el aumento de peso y la conversión alimenticia de los cerdos alimentados con harina de maíz, sorgo y soya; sin embargo (Peo et al., 1970) confirma estos resultados a razón de crecimiento del cerdo basado en sus dietas alimenticias de harina de soya.

En contraste, otros reportes indican que la suplementación de biotina no tiene efecto en el crecimiento del cerdo mejorando cuando las dietas fueron basadas sobre harina de maíz y soya (Washam et al., 1975; Easter et al., 1978, 1983; Bryant et al., 1985b).

Además, Radnai y Radnai (1976) reportó que 0.71 kg más en alimento fue requerido por unidad de aumento en los cerdos que sufrían de lesiones en las patas.

Adams et al., (1967) reportó un mejoramiento en la eficiencia alimenticia con una dieta base de maíz, milo, soya (286  $\mu\text{g}$  de biotina/kg) fue suplementada con 110  $\mu\text{g}$  de biotina/kg de dieta.

**Cuadro 13. Comportamiento de cerdos en la etapa de crecimiento, alimentados con dietas suplementadas con diferentes niveles de biotina.**

BIOTINA

( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )

	0	50	100	150
DIAS DE EXPERIMENTO	62	62	62	62
No. DE ANIMALES	18	18	18	18
PESO INICIAL X (kg)	18.1	19.4	18.8	19.2
PESO INICIAL DE MACHOS X (kg)	18.0	19.9	17.8	20.2
PESO INICIAL DE HEMBRAS X (kg)	18.2	18.9	19.8	18.1
GANANCIA DE PESO X (kg)				
MACHOS CASTRADOS Y HEMBRAS	0.486	0.488	0.543	0.534
MACHOS CASTRADOS	0.482	0.528	0.556	0.544**
HEMBRAS	0.489	0.447	0.530	0.524**
CONSUMO X (kg)	1.560	1.567	1.686	1.743
CONVERSIÓN ALIMENTICIA X (kg)				
MACHOS CASTRADOS Y HEMBRAS	3.267	3.285	3.131	3.310
MACHOS CASTRADOS	3.298	3.039	3.037	3.235
HEMBRAS	3.237	3.533	3.224	3.386

\*\* Significancia ( $P < 0.01$ ).

## CONCLUSIONES

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

La suplementación de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdos (hembras y machos castrados) en crecimiento en el período de crecimiento no mejora la ganancia de peso diario y la conversión alimenticia. Sin embargo, se observa un efecto lineal significativo ( $P < 0.05$ ) de la variable ganancia de peso en el factor biotina, lo que indica que a medida que se incrementa la biotina aumenta la ganancia de peso promedio por animal.

Los machos castrados tuvieron mejor comportamiento en ganancia de peso y la conversión alimenticia, con respecto a las hembras.

Los factores sexo y biotina no son dependientes en las variables incremento de peso y conversión alimenticia. Esto es, los factores sexo y biotina no interactúan.

Al estimar el consumo de alimento la suplementación de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdos (hembras y machos castrados) en el período de crecimiento mejora el consumo de alimento. Sin embargo, estos valores son inferiores a los reportados NRC (1988).

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó acabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Se utilizaron 72 cerdos (36 machos castrados y 36 hembras) de cruza comercial (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace) de edad similar, con un peso promedio de 18.9 kg (19.0 kg para machos castrados y 18.8 kg para hembras); los cuales fueron alimentados en el período de crecimiento con dieta isoproteica e isoenergética a base de sorgo y soya suplementadas con diferentes niveles de biotina 0, 50, 100, 150  $\mu\text{g}$  de biotina/kg.

El objetivo fue evaluar la ganancia de peso, conversión alimenticia y estimar el consumo. Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x4, 2 para sexo y 4 para el nivel de biotina, con igual número de repeticiones.

Se realizó una prueba de tendencia (ajuste polinomial) para las medias de los niveles del factor biotina de la variable ganancia de peso.

La suplementación con diferentes niveles de biotina en la dieta de cerdos en crecimiento no tuvo efecto significativo en ninguna de las variables evaluadas.

Sin embargo, se detecta un efecto lineal en la variable ganancia de peso de los niveles del factor biotina, al realizar una prueba de tendencia (ajuste polinomial), lo que nos indica de acuerdo a la ecuación de predicción y su gráfica, que a medida que se incrementa la biotina tambien aumenta el peso promedio por animal.



## 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.)
- 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. Bioassay determination of the biotin content of corn, barley, sorghum and wheat. J. Anim. Sci 47:654.
- Allen, D. R. 1973. Ingredient analysis table. Feedstuffs. 45(38):24-30, Yearbook.
- Barreda R. F. J. 1986. Nutrición, Alimentación y Manejo de cerdos del Nacimiento a los 20 kg de peso vivo. Monografía de Licenciatura Ingeniero Agrónomo Zootecnista. UAAAN. Saltillo, coahuila, México.
- Bonjour, J. P. 1984. In "Handbook of Vitamins". National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D. C.
- 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.
- Brooks, P. H., and P. H. Simmins. 1981. The effect of supplementing breeding pig diets with biotin on the maintenance of hoof integrity. In: D. Gieseche, G. Dirksen and M. Stangassinger (Ed.) Proc. of the 4<sup>th</sup>. Int. Conf. on production diseases in farm animals. Pp. 1-4. Munich, W. Germany.
- Brooks, P. H. 1982. Biotin in pig nutrition. Pig News Info. 3(1):29-32.
- Bryant, K. L., Kornegay, E. T., Knight, J. W., Webb, Jr. K. E. and Notter, D.R. 1985a. Supplemental biotin for swine. I. Influence in feedlot performance, plasma, biotin and toe lesions in developing gilts. J. Anim. Sci. 60:136-144.

- Bryant, K. L., E. T. Kornegay, J. W. Knight, K. E. Webb, Jr. and D. R. Notter. 1985b. Supplemental biotin for swine. 11. Influence of supplementation to corn-and wheat-based diets on reproductive performance and various biochemical criteria of sows during four parities. J.Anim. Sci. 60:145.
- Buenrostro, J. L. And Kratze, F. H. 1984. Use of plasma and egg yolk biotin of white leghorn hens to asses biotin availability from feedstuffs. Poultry Sci. 63:1563-70.
- Comben, N., Clark, R. J., and Sutherland, D. J. B. 1984. Clinical Observations on the Response of Equine Hoof Defects to Dietary Supplementation with Biotin. Veterinary Record. 115, 642-645.
- Comben, N. 1978. Biotin for breeding sows. Field experiences 1976-1978. In: Proceedings, Roche Symposium. London, October 1978. Pp. 1-22.
- Combs, G. F., and H. Nott, 1966. Improved nutrient composition data of feed ingredients; amino acids and other nutrient specifications for linear programming of broiler rations. Feedstuffs, Oct. 21:36-37.
- Crampton, E. W. and L. E. Harris. 1974. Nutrición Animal Aplicada. Ed. 2a. Ed. Acribia, zaragoza.
- Cunha, T. J., D. C. Lindley., and M. E. Ensminger. 1946. Biotin Deficiency Syndrome in pigs fed desicated egg white. J.Anim. Sci. 5:219.
- Cunha, T. J., Colby, R. W., Bustad, L. K. and Bone, J. F. 1948. The need for and interrelationship of folic acid, antipernicious anemia liver extract, and biotin in the pig. J. Nutr. 36:215-19.
- Cunha, T. J. 1966. Alimentacion del Cerdo. Ed. Acribia. Zaragoza.
- 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. 1977. Swine Feeding and Nutrition. New York. Academic Press.
- De Alba, J. 1980. Alimentación del Ganado en América Latina. 4a. Reimpresión. Ed. Registro de la Cámara Nacional de la Industria. Editorial No. 00106.

- De Jong, M.F. and J.R. Sytsema. 1983. Field experience with D-biotin supplementation to gilt and sow feed. *Vet, Quart.* 5:58
- Easter, R.A., E.J. Michel, P.A. Anderson and J.R. Corleys. 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., Anderson, P.A., Michel, E. J. and Corleys J.R. 1983. Response of gestatin gilts and starter, grower and finisher swine to biotin, pyridoxine, folacin and thiamine additions to corn-soybean diets. *Nutr. Rept. Int.* 28: 945-954.
- Frigg, M. 1976. Bio-availability of biotin in cereals. *Poul. Sci.*55:2310.
- Frigg, M. 1984. Available biotin content of various feed ingredients. *Poult. Sci.* 63:750-753.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climatológica de Köppen. Segunda Edición. Instituto de Geografía. UNAM. México.
- García, L. R. 1986. Alimentación del cerdo del destete hasta los 25 kg de peso. 11 Simposium Internacional "Avances en la nutrición del cerdo". AMENA, AMVEC. México D.F. 164-85 pp.
- Glatti, H. R., J. Pohlenz., K. Streiff and F. Ehrensperger. 1975. Clinical and Morphological Findings in Experimental Biotin Deficiency In Pigs. *Zentralblatt Vet. Med. A.* 22:102.
- Hamilton, C. R., Veum, T. L., Jewell, D. E. and Siwecki, J.A. 1983. The biotin status of weanling pigs fed semipurified diets as evaluated by plasma and hepatic parameters. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 53:44-50.
- Hamilton, C. R. and Veum, T. L. 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.* 62:155-62.
- Kirchgessner, M., and H. Friesecke. 1966. Wirkstoffe in der praktischen tierernahrung. Bayrischer Landwirtschaftverl, Munchen., Basel, Wien.
- Kornegay, E. T., Van Heugten, P. H. G., Lindermann, M. D. And blodgett, D. J. 1989. Effects of biotin and high copper levels on performance and immune response of weanling pigs. *J. Anim. Sci,* 7:1471-77.

- Kramer, T. R., Briske-Anderson, M., Johnson, S. B., and Holman, R. T. 1984. Influence of reduced food intake on polyunsaturated fatty acid metabolism in zinc-deficient rats. *J. Nutr.* 114, 2047-2052.
- Lenhrer, W. P., Jr. Wiese, A. C. and Moore, P. R. 1952. Biotin deficiency in sucklin pigs. *J. Nutr.* 47:203-12.
- Lindley, D. C. and T.J. Cunha. 1946. Nutritional significance of inositol and biotin for the pig. *J. Nutr.* 32:47-59.
- Lombard K. A. and Mock, D. M. 1989. Biotin nutritional status of vegans, lactoovovegetarians and nonvegetarians. *AM. J. Clin. Nutr.* 50:486.
- Lovell, R. T., and Buston, J. C. 1984. Biotin supplementation of practical diets for channel catfish. *J. Nutr.* 114,1092- 1096.
- Marks, J. 1979. *A Guide to Vitamins.* Lancastre, England: Medical and Technical Publishing.
- Mahan, L. K. y Arlin M. T., 1995. *Biotina. Nutrición y Dietoterapia Ed. 8a. Ed. Interamericana. McGraw-Hill. pp. 72.*
- Mazur, A. y Harrow B. 1973. *Bioquímica Básica. Ed. 3a. Ed. Interamericana.*
- Maynard, L. A., J.K. Loosli., H. F. Hintz and R. G. Warner. 1981. *Nutrición Animal. 2a. Ed. Mc. Graw-Hill. Pp. 355.*
- McDonald, J. P., R. A. Edwards and J. F. D. Greenhalgh. 1969. *Nutrición Animal. 1a. Ed. Acribia, Zaragoza.*
- McRoberts, R.F. and Hogan H.G. 1944. Adequacy of simplified diets for the pig. *J. Nutr.* 28:165.
- McDowell, L. R. 1985. "Vitamin lecture notes". Dept. of Animal Science, University of Florida, Gainesville.
- McDowell L. E. 1989. *Vitamins in Animal Nutrition. Comparative aspects to human nutrition. Ed. Academic Press, Inc.*
- McDowell, L. R. 1990. *Suplementos de Vitaminas en Nutrición Animal. (Memorias) Tercera Reunión de Nutrición Animal, UAAAN, Saltillo, Coahuila, Mexico. 15-22 pps.*
- McGinnis, C. H. 1986a. "Water soluble vitamins". Rhone Poulenc, Atlanta.

- McGinnis, C. H. 1986b. "Bioavailability of nutrients in feed ingredients", pp. 1-52. National Feed Ingredient Association (NFIA), Des Moines, Iowa.
- Meade, R. J. 1971. Biotin and pyridoxine supplementation of diets for Growing pigs. Swine Res., Univ. of Minnesota. Pp 45-46.
- Misir, R. And Blair, R. 1988. Biotin Bioavailability from protein supplments and cereal grains for weanling pigs. Can. J.Anim. Sci. 68:523-523.
- Misir, R. And Blair, R. 1987. Biotin bioavailability from protein supplements, canola meal, and cereal grains for statig turkey. Poults, poultry, Science (In Press).
- Newport, M. J. 1981. A note on the effect on low nivels of biotin in milk subtitutes for neonatal pigs. Anim. Prod. 33:333.
- NRC. 1971. Nutrient Requirements of Poultry, number1. National Academy of Sciences, Washington, D. C.
- NRC. 1979. Nutrrient Requirements of Swine (8 th Rev. Ed.) National Academy Press, Washington, D. C.
- NRC. 1980. Necesidades Nutritivas del Cerdo. Necesidades utritivas de los Animales Dómesticos. Ed. 2a. Ed. Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 22 pp.
- NRC. 1982. "United States-Canadian Tables of Feed Composition".3rd Ed. National Academy of Sciences-National Research Council, Washington, D. C.
- NRC. 1987. Vitamin Tolerance of Animals. National Academy of Sciences. National Research Council, Washington, D. C.
- NRC, 1988. Nutrient Requeriments of Swine. Nutrient requerimient of domestic animals. Ninth revised edición. National Academic Press, Washinton, D. C.
- Oldfield, J. E. 1987. History of Nutrition: Development of the Concept of Antimetabolites. J. Nutr. 117,1322-1323.
- Penny, R. H. C., A. D. Osborne and A. I. Wright. 1963. The causes and incidence of lameness in store and adult pigs. Vet. Rec. 75:1225.
- Peo, E. R. Jr., G. F. Wehrbein, B. Moser, P. J. Cunningham, and P. E. Vipperman, Jr. 1970. Biotin supplementation

of baby pig diets J. Anim. Sci.31:209 (Abstr.).

- Pohlenz, J. 1974. Fortschritte der veterinar medezin, Heft 20,10. Kongressberi Cht, 249.
- Poppe, S. H., Meier, H. J., Bennke and E. Stuwe. 1983. Zur Protein and Aminosauernverdaulichkeit in Verschiedenen Darmabschnitten beim Schasein. Arch. Tierernahr. 33:743.
- Radnai, I. and I. Radnai. 1976. Genetical, physiological and anatomical factors contributing to foot and limb disorders in growing and adult. Pigs. Proc. Pig vet. Soc. 4:85
- Scheiner, J. and E. De Ritter. 1975. Biotin content of feedstuffs. J. Agr. Food Chem. 23. 1157.
- Sauer, W. C., Mosenthin, R. and Ozinuk, L. 1988. The digestibility of biotin in protein supplements and cereal grains for growing pigs. J. Anim. Sci. 66:2583-2589.
- Scott, M. L. 1973. Effect of processing on the nutritional value of feeds, pp. 119-130. Academy of sciences, Washington, D. C.
- Scott, M. L., Nesheim, M. C., and Young, R. J. 1982. "Nutrition of the chicken", pp. 119-276. Scott, Ithaca, New York.
- Shimada, A. S. 1983. Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa. Ed. A. S. Shimada. Impreso en México.
- Simmins, P.H. and P.H. Brooks. 1980. The effect of dietary biotin level on the physical characteristics of pig hoof tissue. J. Anim. Prod. 30:469.
- Smith, M. W. 1983. New horizons in vitamin nutrition. Proceedings of the Roche nutrition Symposium, Saskatoon, Saak, pp. 32-50.
- Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A biometrical aproach (2<sup>nd</sup> Ed.). McGRAW-HILL Book Co., New York.
- Tagwerker, F.J. 1974. Recent Research on biotin in the Nutrition Of Pigs and Chickens. Roche Information Service (No.1494), Basle, Switzerland.
- Terroine, T. 1960. Physiology and biochemistry of biotin. Vitam. Horm. 18, 1-42 pp.

- 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, conversión alimenticia y grosor de la capa de grasa dorsal. Tesis de Licenciatura, FMV y Z, UANL.
- Wagstaff, R.K., D. C. Dobson, and J. O. Anderson. 1961. Need for biotin in certain chick rations. Poultry Science. 40:503.
- Washam, R. D., J.E. Sowers and L.W. DeGoey. 1975. Effect of zinc proteinate or biotin in swine starter rations. J. Anim. Sci. 40:179 (Abstr).
- Whitehead, C. C. 1988. Requirements of Pigs. Biotin in Animal Nutrition. Roche. Printend in Switzerland. pp. 35-36.

**APENDICE:**

**Cuadro A-1. Análisis de varianza para el incremento de peso de cerdos en crecimiento por el diseño completamente al azar.**

F.V.	G.L.	Sc	CM	Fc	0.05F 0.01
Tratamientos	7	0.084	0.012	1.791NS	2.43 3.50
Sexo	1	0.016	0.016	2.388NS	4.26 7.82
Biotina	3	0.050	0.016	2.388NS	3.01 4.72
SexoXBiotina	3	0.018	0.006	0.895NS	3.01 4.72
Error	64	0.238	0.0037		
Total	71	0.322			

NS= No significativo

**Cuadro A-2. Análisis de varianza para la conversión alimenticia de cerdos en crecimiento por el diseño completamente al azar.**

F.V.	G.L.	SC	CM	Fc	0.05F 0.01
Tratamientos	7	1.7242	0.2463	1.21NS	2.43 3.50
Sexo	1	0.6687	.0.6687	3.299NS	4.26 7.82
Biotina	3	0.3516	0.1172	0.578NS	3.01 4.72
SexoXBiotina	3	0.7038	0.2346	0.078NS	3.01 4.72
Error	64	12.9708	0.2026		
Total	71	14.6950			

NS= No significativo



**Cuadro A-3. Comparación de medias por Polinomios Ortogonales del factor biotina.**

EFFECTOS	SC	CM	FC	0.05 F 0.01
LINEAL	0.0364816	0.0364816	9.85989**	4.00 7.08
CUADRÁTICO	0.000578	0.000578	0.156216NS	4.00 7.08
CÚBICO	0.012508	0.012508	3.38054NS	4.00 7.08

—  
 Ecuación  $Y_i = 0.4822168 + 0.0004026X_i$   
 $R^2 = 0.736$

NS= No significativo

\*\*= Altamente significativo

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Respuesta de incremento de peso (kg) a la Aplicación de niveles de biotina ( $\mu\text{g}$ ).	