

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE BIOTINA  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO  
DE LA CERDA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CESAR GUTIERREZ BAUTISTA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1984

040.536  
FA 19  
1984  
C.5

T

SF399

M6

G87

c.1



1080061412

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE BIOTINA  
SOBRE EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO  
DE LA CERDA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

CESAR GUTIERREZ BAUTISTA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1984

5775 *Pal*

T  
SF396  
M6  
G87

040.636  
FA19  
1984  
c.5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. TESIS



UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

EFEECTO DE LA SUPLEMENTACION DE BIOTINA SOBRE  
EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA CERDA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

CESAR GUTIERREZ BAUTISTA

MARIN, N.L.

JULIO DE 1984.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE BIOTINA SOBRE EL  
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE LA CERDA.

TESIS QUE PRESENTA COMO REQUISITO PARCIAL, CESAR GUTIE-  
RREZ BAUTISTA, PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRO  
NOMO ZOOTECNISTA.

COMISION REVISORA

ASESOR PRINCIPAL:



---

ING. ARNOLDO J. TAPIA V.

ASESOR AUXILIAR:

---

M.V.Z. M.C. JAVIER COLIN NEGRETE

FECHA: JULIO DE 1984.

A MIS PADRES :

SR. ENRIQUE GUTIERREZ ORTIZ

SRA. REFUGIO BAUTISTA DE GUTIERREZ

Quienes con amor y muestras de aliento  
contribuyeron decisivamente en la for-  
mación de mi carrera.

A MI HERMANA :

SRA. ROSA MA. GUTIERREZ DE SILVERIO

Con todo cariño por brindarme su  
apoyo en todo momento.

A MI CUÑADO :

SR. C.P. EMILIANO SILVERIO RAMIREZ

Con profundo afecto y agradecimiento  
por su ayuda recibida.

A MIS SOBRINOS :

CARLITOS Y QUIQUE

Con cariño.

MI AGRADECIMIENTO ESPECIAL A LOS DRS.

MANUEL LANDEROS Y

STEVE APOLANT

Por sus atenciones para conmigo y por su noble ayuda sin la cual no hubiera realizado éste trabajo.

Agradezco a Productos Roche, S.A. de C.V. al haberme facilitado el Rovimix-H2; el material bibliográfico y los análisis del alimento, con lo cual pude realizar esta tesis.

A MIS ASESORES:

ING. ARNOLDO J. TAPIA V.

Mi eterno agradecimiento por sus acertados  
consejos y ayuda recibida en la culminación  
de mis estudios.

M.V.Z. M.C. JAVIER COLIN NEGRETE

Mi agradecimiento por sus consejos en la  
revisión literaria del presente trabajo.

A TODOS MIS MAESTROS Y COMPAÑEROS:

# I N D I C E

	PAGINA
I N T R O D U C C I O N.....	1
L I T E R A T U R A R E V I S A D A.....	4
1.- Historia de la Biotina. ....	4
2.- Propiedades Químicas.....	5
3.- Funciones.....	7
3.1. Biotina en la Síntesis de Ácidos Gra- sos.....	7
3.2. Biotina en la Gluconeogénesis.....	7
3.3, Biotina en la Síntesis de Purinas.....	11
3.4. Biotina en el Metabolismo del Propio- nato.....	11
4.- Síntoma de Deficiencia de Biotina.....	12
4.1. Efecto de la Carencia de Biotina en la salud de los Animales.....	12
4.2. Efecto de la Carencia de Biotina en la Conducta Reproductiva.....	14
5.- Necesidades de Biotina y Factores que la Mo- difican.....	14
5.1. Aumento en la Productividad.....	15
5.2. Sistemas de Alojamiento.....	15
5.3. Microflora Intestinal.....	15

5.4. Variación en los Niveles.....	16
5.5. Biodisponibilidad.....	17
5.6. Criterios en cuanto a los Requerimien <u>tos</u> Biotínicos.....	17
6.- Evaluación del Contenido de Biotina en los Alimentos.....	19
6.1. Análisis Microbiológico.....	19
6.2. Análisis Biológico.....	19
6.3. Ventajas e Inconvenientes de los Méto <u>dos</u> de Bioanálisis de Biotina.....	20
7.- Suplementación con Biotina a dietas para Cerdas Reproductoras.....	21
7.1. Efecto de la Biotina sobre la Repro-- ducción.....	21
7.2. Efectos de la Biotina sobre la salud de las Cerdas.....	30
MATERIALES Y METODOS.....	35
RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
R E S U M E N.....	45
B I B L I O G R A F I A.....	47
A P E N D I C E.....	51

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		PAGINA
1	Contenido de Biotina y su disponibilidad en diversos ingredientes.....	18
2	Rendimiento reproductivo de las cerdas (a).....	27
3	Comportamiento reproductivo de las cerdas (a).....	37
4	Análisis de varianza para el número de lechones nacidos.....	47
5	Análisis de varianza para el número de lechones nacidos vivos.....	52
6	Análisis de varianza para el peso de la camada al nacer (Kg.).....	53
7	Análisis de varianza para el número de lechones destetados.....	53
8	Análisis de varianza para el peso de la camada al destete (Kg.).....	54
9	Análisis de varianza para el intervalo celo post-destete (días).....	54
<b>FIGURA</b>		
1	Estructura química de la Enzima-Biotina.	6
2	Carboxilación de Acetil CoA a Malonil CoA.....	8

FIGURA

PAGINA

- |   |   |    |
|---|---|----|
| 3 | Secuencia seguida en la formación de ácidos grasos.....   | 9  |
| 4 | El lactato forma piruvato, entra en las mitocondrias antes de convertirse en oxalacetato y en último término en glucosa.. | 10 |

## I N T R O D U C C I O N

La reproducción es uno de los puntos clave en la porcicultura, por lo que ciertos parámetros como el número de lechones vivos y destetados son el principal objetivo del productor.

Existe una serie de factores que conjugados entre sí, influyen en forma positiva o negativa en la eficiencia reproductiva del cerdo, estos factores son de tipo genético, ambiental, de manejo y nutricional; siendo este último factor uno de los más importantes, debido a que la cantidad y calidad de alimento puede modificar significativamente la tasa de fertilidad, condicionando en última instancia, el número de lechones nacidos y destetados por cerda por año.

Dentro de la alimentación, las vitaminas son tan importantes como las proteínas, minerales y otros nutrientes, y aunque son necesitadas en cantidades muy pequeñas, una deficiencia causa trastornos en el metabolismo y en la salud de los animales.

Aunque es considerable la información disponible sobre los requerimientos vitamínicos para cerdos en crecimiento, las necesidades vitamínicas para cerdos reproductores aún no

son bien conocidas. Una de las vitaminas que mayor interés ha despertado en los últimos años es la Biotina, la cual ha demostrado influir en la reproducción porcina, así como en la salud de dicha especie. Al principio se consideraba que las fuentes naturales de biotina eran suficientes para satisfacer las necesidades del ganado y que por lo tanto, ésta vitamina era de poca importancia. Sin embargo, los avances obtenidos en selección, manejo y alimentación de los animales han elevado la productividad, con las consiguientes modificaciones en las necesidades de esta vitamina, la cual, ya se está incluyendo en raciones para ganado y otras especies.

En los últimos años, reportes de muchas partes del mundo han contribuido a reafirmar la importancia de la biotina en la nutrición porcina, especialmente en cerdas reproductoras.

De ahí la inquietud de realizar el presente trabajo, cuyos principales objetivos son evaluar las siguientes variables:

- Número de lechones nacidos
- Número de lechones nacidos vivos
- Peso de la camada al nacer (Kg.)
- Número de lechones destetados

- Peso de la camada al destete (Kg.)
- Intervalo celo post-destete (días)

Como respuesta a la adición de biotina en dietas para cer~~das~~ reproductoras; además se observará la salud de la piel y pezuñas de dichos animales como efecto colateral a la suplementación.

## LITERATURA REVISADA

### 1.- Historia de la Biotina.

Esta vitamina ha sido "descubierta" por lo menos tres veces y le han dado media docena de sinónimos, posteriormente las diversas líneas de investigación coincidieron y se vio que dichos nombres correspondían a una única sustancia.

En 1901, el microbiólogo Wildiers, realizaba experimentos sobre el cultivo de levaduras; en sus ensayos vio que las células apenas si crecía, pero agregó mosto de cerveza o extractos de células muertas de levadura y se obtuvo en los cultivos un crecimiento normal; por lo que concluyó que estos extractos contenían un nutriente desconocido al cual llamó "Bios".

En 1933, Allison aisló una sustancia que intervenía en la respiración de la bacteria fijadora de nitrógeno Rhizobium trifolli; a dicha sustancia la llamó Coenzima "R". En 1936, Kogl y Tonnis aislaron aproximadamente un miligramo de finos cristales que estimulaban el crecimiento de la levadura, a estos cristales los denominaron Biotina (Hoff, 1975).

En 1940, Gyorgy identifica a la vitamina "H", a la coenzima "R", al "Bios" y a la biotina como equivalentes.

En 1942, Du Vigneaud, caracterizó y determinó la estructura de la biotina y en 1943, Harris sintetizó esta vitamina (Roman, 1982).

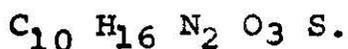
Así se demostró que Bios II b, coenzima "R", vitamina "H", biotina y otros sinónimos son la misma sustancia y un paso previo para comprender la función bioquímica de la biotina (Hoff, 1975).

En la actualidad el papel de la biotina en la nutrición porcina y avícola ha tomado auge debido a resultados satisfactorios obtenidos en muchos países (Comben, 1982).

## 2.- Propiedades Químicas.

La biotina es una vitamina incluida en el complejo vitamínico "B", siendo por lo tanto de naturaleza hidrosoluble (Goodhart, 1973).

Químicamente es el ácido Cis-Hexahidro-2-oxi-1H-tieno (3,4)-Imida-Zol-4-Valeriánico, con la siguiente fórmula:



En los sistemas biológicos, la biotina funciona como coenzima de las carboxilasas, enzimas que catalizan la "fijación" del Bióxido de Carbono o Carboxilación.

La coenzima biotina se une firmemente a la proteína enzimática (Apoenzima) probablemente por una ligadura amídica entre el radical carboxilo de la biotina y el nitrógeno terminal (épsilon) del residuo de una lisina en la proteína enzimática como se observa en la figura 1. Esta idea se apoya en el descubrimiento en productos naturales de una forma combinada de la biotina, "la Biocitina", identificada como un conjugado de lisina-biotina (E-N-Biotinil-Lisina). Obviamente, en el aislamiento de la biotina del complejo Biotina-Enzima natural, la vitamina puede separarse de la proteína enzimática junto con el aminoácido lisina, el cual está unido a la proteína (Harper, 1980).

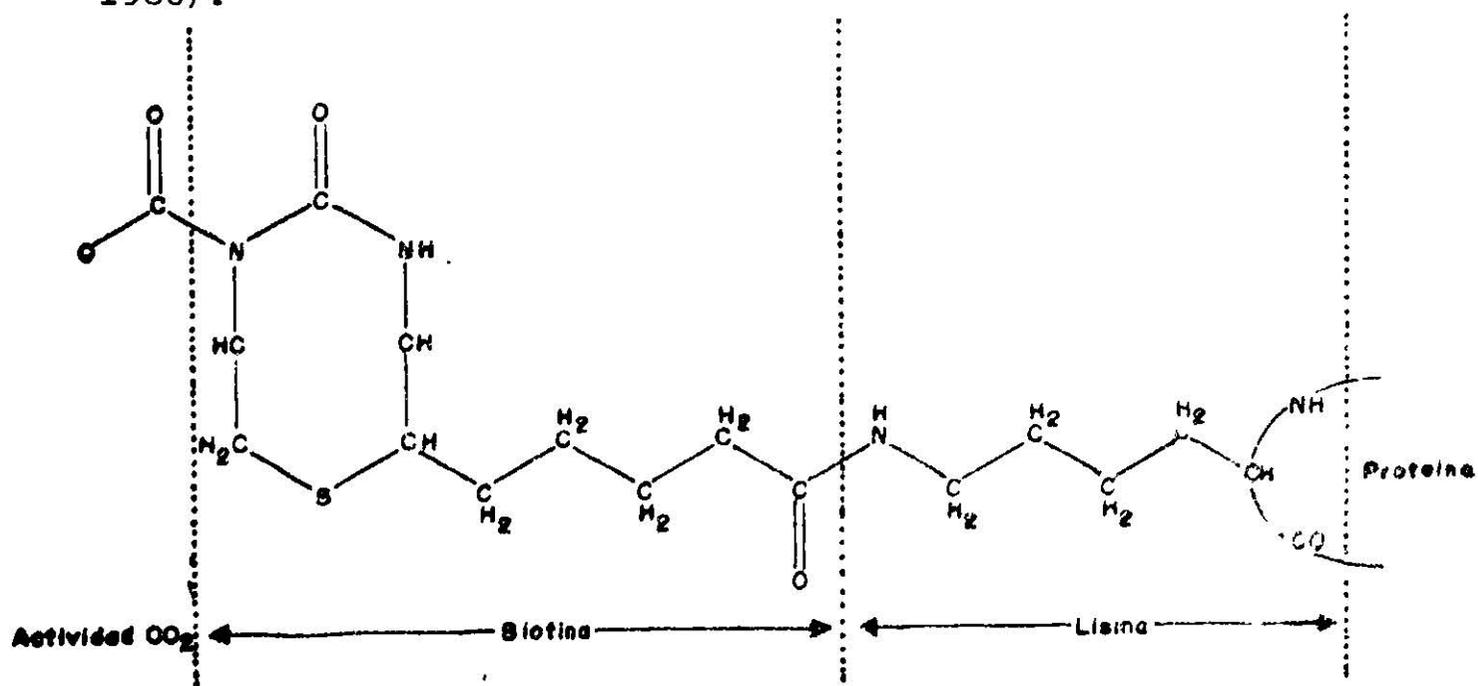


FIGURA 1.- Estructura química de la Enzima-Biotina (Harper, 1983).

En estado puro, éste compuesto es un polvo blanco cristalizado, estable a la luz (Roman, 1982). Funde con descomposición a los 230°C aproximadamente. Es ligeramente soluble en agua y en alcohol, pero insoluble en solventes orgánicos; es estable al calor y a los ácidos y álcalis débiles, pero los ácidos y álcalis fuertes la destruyen (Biotina, 1972).

### 3.- Funciones.

Es un nutriente esencial; ya que es la coenzima a varias enzimas que actúan principalmente en los procesos de carboxilación, los cuales son necesarios para la síntesis de ácidos grasos y para la gluconeogénesis (Tagwerker, 1983a), interviene en la síntesis de purinas y en el metabolismo de ácidos nucleicos (Hoff, 1975). A nivel más general, interviene en el crecimiento, en el mantenimiento de la piel, pelo, glándulas sebáceas, sistema nervioso y glándulas sexuales (Roman, 1982).

#### 3.1. Biotina en la Síntesis de Ácidos Grasos:

Cualquier compuesto que pueda degradarse a Acetil-Coenzima A, puede servir como precursor para los ácidos grasos, esto significa que los carbohidratos se están metabolizando a Acetil-Coenzima A y después a ácidos grasos.

El paso clave en la síntesis de ácidos grasos es la car-

boxilación (transporte de  $\text{CO}_2$  o "fijación" del mismo unido enzimáticamente) de acetil-CoA por acetil-CoA carboxilasa para formar Malonil CoA. Esta carboxilación consta de dos pasos mediada por Biotina (figura 2). El primer paso es una carboxilación ATP dependiente de un residuo de biotina unido a una enzima. El segundo paso es una transferencia de éste  $\text{CO}_2$  activo a Acetil CoA (Suttie, 1979).

El producto formado es el Malonil-CoA que es el precursor inmediato de 14 de 16 átomos de carbono del ácido palmítico. En la mayoría de los organismos, el producto final de la síntesis de ácidos grasos es el ácido palmítico que a su vez es precursor de todos los ácidos grasos saturados (Lenninger, 1975). (figura 3).

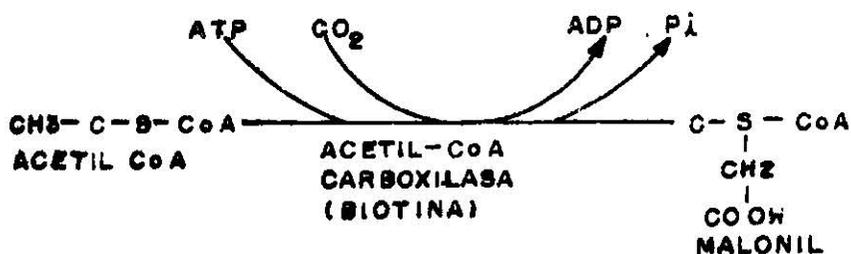


FIGURA 2.- Carboxilación de Acetil CoA a Malonil CoA.

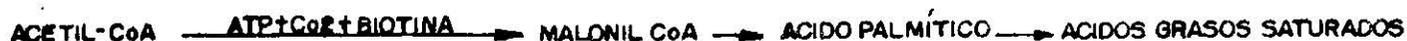


FIGURA 3.- Secuencia seguida en la formación de ácidos grasos.

### 3.2. Biotina en la Gluconeogénesis:

Otra importante enzima-biotina lo es la piruvato carboxilasa, que permite al animal producir glucosa entre comidas; a partir de grasas y proteínas (Tagwerker, 1983).

El cerebro, en particular, requiere de un suministro constante y abundante de glucosa debido a que el sistema nervioso y los eritrocitos dependen casi exclusivamente de los carbohidratos como fuente de energía (Biotina, 1972).

Además, la glucosa es la precursora del azúcar de la leche (lactosa) en la glándula mamaria y es tomada activamente por el feto. En los mamíferos, el hígado y los riñones son los órganos responsables de la gluconeogénesis (Harper, 1980).

Las vías metabólicas implicadas en la gluconeogénesis, se encargan de la conversión de los aminoácidos gluconeogénicos y del lactato en glucosa; pero esta reversión no es tan -

simple, ya que hay barreras energéticas que lo obstruyen; dichas barreras son salvadas por cuatro reacciones especiales, en una de ellas (la primera) interviene la biotina en forma de enzima y es la piruvato carboxilasa, la cual se halla en las mitocondrias y en presencia de biotina,  $\text{CO}_2$  y ATP convierte al piruvato en oxalacetato (figura 4). La función de la biotina es ligar el  $\text{CO}_2$  del carbonato a la enzima antes de la adición del  $\text{CO}_2$  al piruvato (Harper, 1980).

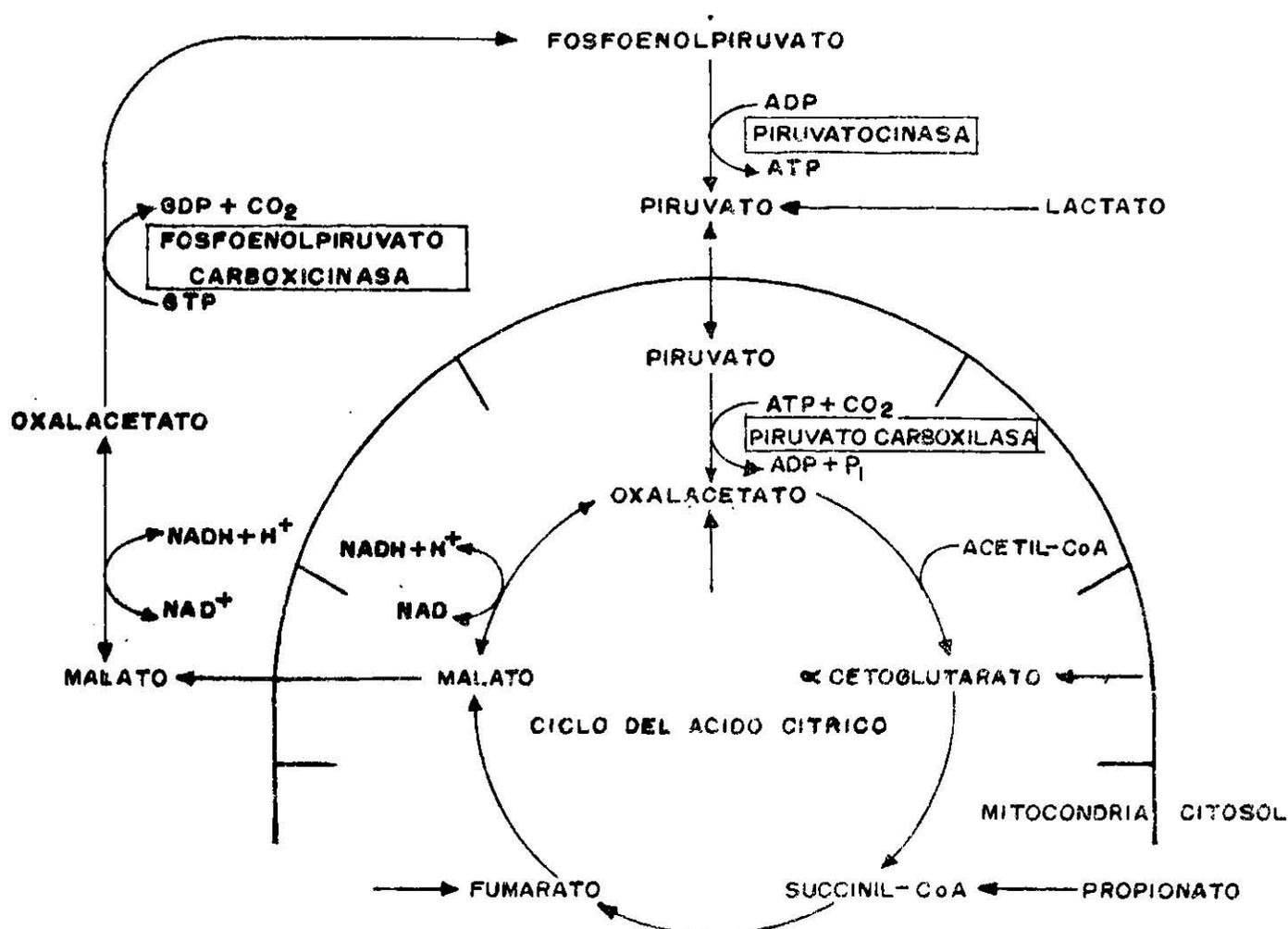


FIGURA 4.- El lactato forma piruvato, entra en las mitocondrias antes de convertirse en oxalacetato y en último término en glucosa (Harper, 1980).

### 3.3. Biotina en la Síntesis de Purinas:

Las purinas, componentes esenciales de los ácidos nucleicos y otros constituyentes, son compuestos que tienen un esqueleto formado por un doble anillo a base de átomos de carbono y nitrógeno con elementos comunes. A la mitad de la síntesis de purinas, se incorpora ácido aspártico al esqueleto en formación de la molécula. La levadura deficiente en biotina es incapaz de sintetizar suficiente ácido aspártico, pero si se añade éste ácido (es elaborado con la intervención de biotina) o la vitamina se reanuda la secuencia en forma normal (Hoff, 1975).

### 3.4. Biotina en el Metabolismo del Propionato:

El propionato, que es la fuente principal de glucosa en los rumiantes, entra en la ruta gluconeogénica principal por la vía del ciclo del ácido cítrico después de su conversión en Succinil-CoA.

El propionato, como otros ácidos grasos, es activado primero con ATP y CoA por una tiocinasa apropiada. La propionil-CoA, producto de ésta reacción, experimenta una reacción de fijación de  $\text{CO}_2$  para formar D-metil-malonil-CoA, catalizada por la propionil-CoA carboxilasa. Dicha reacción es similar a la fijación del  $\text{CO}_2$  en la acetil-CoA por la acción de la acetil-CoA carboxilasa en que forma un derivado malonilo y requiere

biotina como coenzima (Harper, 1980).

Todo lo anterior, indica que la biotina participa en el metabolismo de los tres componentes principales: Carbohidratos, Grasas y Proteínas (Hoff, 1975).

#### 4.- Síntomas de Deficiencia de Biotina.

En vista de las numerosas funciones metabólicas, no es sorprendente que una deficiencia de biotina tenga un profundo efecto en el animal y que sean diversos los síntomas clínicos en las diferentes especies (Balnave, 1977).

Las deficiencias pueden ser: inducidas experimentalmente y espontáneas, en ambas, la carencia afecta la salud de los animales, así como su rendimiento reproductivo.

##### 4.1. Efecto de la Carencia de Biotina en la salud de los Animales.

El síndrome de carencia en cerdos se presenta en forma de dermatitis en las orejas, cuello y cola y puede extenderse a todo el cuerpo; en las pezuñas se producen grietas transversales que conducen a hemorragias en la base y en la parte alta, produciendo cojera (Biotina, 1972). Además, la falta de biotina provoca lesiones en la lengua, notándose en ésta una

membrana blanca superficial y estrías transversales (Michel, 1981a).

Bulhmann, et al. (1973) citado por Brooks (1982a), señalan que los animales con deficiencia de biotina tienen procesos alterados en ácidos grasos que tienden al tipo insaturado, en particular, ácido palmitoléico; con lo cual los animales presentan tejidos grasos aguados y de color grisáceo u opaco (Tagwerker, 1982a). Bajo éstas condiciones, la piel deja de ser resistente a la fricción o humedad y las pezuñas no resisten los diversos traumas creados por los pisos rugosos y duros (Michel, 1982). Además, se pueden contraer infecciones secundarias a través de las pezuñas y piel dañadas, siendo esto un problema particular en cerdas reproductoras, ya que debido a esas condiciones pueden ser eliminadas de la piara (Brooks, 1982a).

Misir (1983) reporta que mediante una deficiencia de biotina inducida con clara de huevo en cerdas reproductoras, se obtuvo una significativa reducción de la densidad del pelo de 25.3 cm<sup>-1</sup> (0 mes) a 13.2 cm<sup>-1</sup> (12 meses), además la carencia se vio acompañada por un aumento en la sequedad de la piel y por lesiones dérmicas. La incidencia de las grietas de la pezuña aumenta a medida que el tejido córneo aparentemente se

hizo frágil. El análisis de la grasa del lomo reveló un aumento en el contenido de ácidos grasos monoinsaturados (16:1, 18:1 y 20:1) y una disminución de los ácidos grasos saturados (15:0, 16:0 y 18:0).

#### 4.2. Efecto de la Carencia de Biotina en la Conducta Reproductiva:

Brooks (1977) reporta que las cerdas primerizas pueden parir significativamente menos lechones vivos, destetados y con menor peso corporal bajo una insuficiencia de biotina.

Misir (1983) encontró que mediante una deficiencia de biotina inducida se produjeron menos lechones nacidos (7.88 Vs. 9.81 y 8.15 Vs. 10.27), destetaron menos lechones (7.19 Vs. 8.93 y 7.58 Vs. 9.27) y se demoraron más tiempo en presentar el celo post-destete (en muchos casos más de 21 días), en comparación con cerdas suplementadas con biotina (250 Mcg/Kg. de alimento).

#### 5.- Necesidades de Biotina y Factores que la Modifican.

Los actuales requerimientos de biotina para cerdas reproductoras no han sido establecidos con claridad (Brooks, 1982c) debido principalmente a una serie de factores que pueden modificar notablemente los requerimientos alimenticios, o bien -

que pueden conducir a una deficiencia (Biotina, 1972). Algunos de estos factores son:

#### 5.1. Aumento en la Productividad:

Este aumento en el rendimiento de la cerda no va a la par con el consumo de éstas, el cual ha disminuido, y aunque la composición de las dietas se ha ajustado en ciertos micronutrientes (la provisión de vitamina "A" se ha incrementado en 140% y la vitamina "D" en 59%), el contenido de biotina ha decrecido en un 29% (Brooks, 1978, citado por Brooks, 1980).

#### 5.2. Sistemas de Alojamiento:

La mayoría de las cerdas son confinadas totalmente en su vida reproductiva por lo que no tienen acceso a forrajes, los cuales son una buena fuente de biotina; además, los modernos sistemas de alojamiento reducen al mínimo el contacto de los animales con sus heces, haciendo casi imposible el acceso a la coprofagia, de modo que el animal no cuenta para nada con la biotina producida endógenamente (Michel, 1982).

#### 5.3. Microflora Intestinal:

Se sabe que los cerdos y aves, para fines prácticos, no absorben la biotina sintetizada por la microflora intestinal, ya que ocurre en la porción final del tracto, no dando oportunidad a su obtención (Michel, 1982).

#### 5.4. Variación en los Niveles:

De acuerdo a los análisis realizados, los niveles de biotina de los ingredientes usados en las raciones, varían desde casi cero hasta 2600 Mcg/Kg aproximadamente (Cuadro 1). El contenido de biotina de los granos es influenciado por la variedad, tipo de clima donde se cultivaron, métodos de procesamiento y tipos de almacenamiento. En partes de clima frío, por lo general, se producen granos bajos en biotina, en cambio, en países de temperaturas cálidas se obtienen granos con alto contenido biotínico (Tagwerker, 1983b).

Los granos presentan una amplia variación en el contenido de biotina, por ejemplo, el maíz, tiene un promedio biotínico de 60 Mcg/Kg, pero los niveles pueden variar desde 20 hasta 150 Mcg/Kg. (Biotina, 1972). El sorgo presenta una amplia variación, esta va desde 172 hasta 304 Mcg/Kg; las harinas de granos de aceite son una buena fuente de biotina total, por ejemplo, la soya tiene un contenido promedio de 250 Mcg/Kg y una variación pequeña.

Las proteínas animales no son fuentes confiables de biotina por el contenido altamente variable de ésta vitamina. Por ejemplo, la harina de pescado promedia 130 Mcg/Kg, pero tiene un rango de variación desde 11 a más de 400 Mcg/Kg. (Tagwerker, 1983).

### 5.5. Biodisponibilidad:

Aparte de ser altamente variable en el contenido de los alimentos, no toda la biotina es disponible para el animal (Cuadro 1), ya que esta disponibilidad se ve afectada por el uso de algunas drogas sulfas, tales como la sulfatalidina, la cual induce deficiencias. Además, se han observado carencias en dietas que contienen granos mohosos (Howard, 1981).

Se han detectado otros antagonistas a la biotina, tales como la avidina, que es una proteína de la clara de huevo y la estreptavidina, que forman complejos con esta vitamina haciéndola no disponible (Brooks, 1982b).

### 5.6. Criterios en cuanto a los Requerimientos Biotínicos:

El N.R.C. (1979) reporta un requerimiento "total" de biotina entre 180 y 500 ppm. Brooks (1980) señala que para cerdas de reemplazo y hembras en lactación, el nivel de biotina óptimo puede exceder de 350 Mcg/Kg. de alimento.

Howard (1981) presenta una tabla de requerimientos vitamínicos elaborada por Jensen (1979) en la que los niveles de biotina para cerdas gestantes y lactantes son de 0.05 Mg/lb. de dieta.

Brooks (1982b) concluye que niveles menores de 175 Mcg/Kg

de dieta pueden ser insuficientes para un buen comportamiento reproductivo.

CUADRO 1.- Contenido de Biotina y su disponibilidad en diversos ingredientes.

Ingrediente	Total de Biotina (a) Mcg/Kg.	(Brooks, 1982)
		Disponibilidad (b) %
Trigo	82 - 136	0
Cebada	84 - 239	0 - 20
Avena	202 - 307	30
Sorgo	172 - 304	20
Maíz (USA)	12 - 72	100
Harina de soya	200 - 266	100
Harina de colza	907 - 965	76
Harina de cacahuete	1128 - 1613	54
Harina de pescado	59 - 235	100
Harina de carne	8 - 200	100
Levadura de cerveza	90 - 836	100
Gluten de maíz	48 - 156	100
Germen de trigo	276 - 285	40
Alfalfa	299 - 642	100

(a) = Muestras analizadas de 1975-1977 (Tagwerker, 1978).

(b) = Disponibilidad determinada usando pruebas en pollos (Frigg, 1976,1977).

## 6.- Evaluación del Contenido de Biotina en los Alimentos.

Las investigaciones sobre el contenido de biotina disponible en los alimentos no han presentado resultados concluyentes (Anderson, 1978). La determinación de la cantidad vestigial de biotina en los piensos ha de hacerse por su acción biológica en los microorganismos y los animales (Biotina, 1972).

### 6.1. Análisis Microbiológico:

Es el método más sencillo para determinar el contenido de ésta vitamina. Este análisis emplea cultivos de células de levadura, y puede detectar una concentración de biotina de tan solo una parte por 500,000 millones. A medida que aumenta la concentración de biotina aparecen más células de levadura en el cultivo y la suspensión se enturbia. Una fuente luminosa (izquierda) suministra luz que pasa a través de un diafragma, de un filtro y del cultivo en el tubo de ensayo, hasta que alcanza una fotocélula que detecta los cambios en la intensidad de luz. La cantidad transmitida por el cultivo se registra en un amperímetro, indicando la cantidad de biotina (Hoff, 1975).

### 6.2. Análisis Biológico:

La respuesta al crecimiento de ratas y pollos con racio-

nes diferentes en biotina se emplea para analizar la potencia de las fuentes de biotina. Los animales pueden aprovechar tanto la biotina libre como la ligada, que es liberada por las enzimas digestivas. De éste modo es posible un análisis seguro de la potencia biológica real. Sin embargo, todos los análisis en animales presentan una amplia variación biológica y exigen tiempo y dinero (Biotina, 1972).

### 6.3. Ventajas e Inconvenientes de los Métodos de Bioanálisis de Biotina:

Los dos métodos presentan diferencias en los resultados al valorar los alimentos. Wagner (1961) citado por Anderson (1978) reportan que la cebada y el trigo contienen bajas cantidades de biotina disponible para el pollo en contraste con los altos niveles biotínicos encontrados con ensayos microbiológicos. Anderson y Warnick (1978) citados por Anderson (1978) publicaron resultados donde muestran que el sorgo provee al pollo con menos biotina que la determinada microbiológicamente, pero la disponibilidad biotínica del maíz se observó que es cercana al 100%. Aunque el método microbiológico sea sencillo y conste de muchas muestras, los resultados han de confrontarse con frecuencia con los datos obtenidos con pruebas en ratas y pollos.

## 7.- Suplementación con Biotina a dietas para Cerdas Reproductoras.

Se han observado en diversas granjas de muchos países, estados patológicos, parecidos a la carencia de biotina. En muchos casos, estos estados han desaparecido al administrar un suplemento de biotina, que ha tenido como consecuencia el convertirlo en práctica común en las raciones para cerdos de cría y reproductores. Se ha confirmado que la suplementación con biotina mejoró la producción de cerditos y redujo los intervalos desde el destete al estro. Además, trabajos europeos muestran que la biotina reduce significativamente la incidencia de lesiones en las pezuñas de cerdos adultos (Tagwerker, 1983).

### 7.1. Efecto de la Biotina sobre la Reproducción:

Brooks, et al. (1977) llevaron a cabo un estudio con cerdas de segundo y tercer parto, las cuales fueron suplementadas con 250 Mcg de D-Biotina por kilogramo de alimento en la fase de gestación y con 150 Mcg/Kg. en la fase de lactación. Las cerdas suplementadas con esta vitamina produjeron más lechones nacidos que las cerdas del lote testigo, pero estas diferencias no fueron significativas. Sin embargo, las cerdas de segundo parto y suplementadas con biotina produjeron significativamente más lechones vivos al nacer que las

no suplementadas ( $1.64 \pm 0.77$ ,  $P < 0.05$ ). La diferencia en el número total de lechones nacidos y en el número de destetados, así como en sus respectivos pesos promedio, no presentan significancia estadística, pero los resultados indicaron una tendencia favorable a la suplementación con biotina.

El intervalo del destete a concepción fue significativamente más largo para los lotes testigos que para las cerdas suplementadas con biotina ( $9.08 \pm 4.0$  días,  $P < 0.05$ ).

Estos autores aclaran que 4 cerdas del lote testigo presentaron extensos intervalos de tiempo para entrar en celo, por lo que fueron tratadas con hormonas exógenas para estimular el estro. Cuando estas 4 hembras fueron excluidas de los datos en el intervalo del destete a concepción, el rango de intervalos fue similar para ambos grupos. Sin embargo, el intervalo promedio fue significativamente más corto en las cerdas suplementadas ( $P < 0.02$ ). Además, el porcentaje de cerdas que exhibieron celo dentro de los 7 días después del destete fue mucho más grande en las hembras suplementadas (88.9%) que en las no suplementadas (55.6%).

Halama (1979) citado por Brooks y Simmins (1980) realizaron un trabajo en Australia, en una granja de 170 vientres, los cuales eran alimentados con dietas que se calculó tenían

de 145 a 220 Mcg de biotina disponible por día en gestación y de 300 a 450 Mcg disponibles por día en lactación. La suplementación con biotina fue introducida debido a la pobre condición de la piel de los animales y a la alta incidencia de lesiones. El consumo de biotina se incrementó entonces a 330 - 500 Mcg/día en gestación y a 750 - 1170 Mcg/día en lactación. Los resultados mostraron una reducción de 2-3 días en el intervalo del destete a la remonta, un incremento en la tasa de concepción de 76 a 85% y una reducción en la incidencia de camadas pequeñas (8 lechones o menos).

Brooks y Simmins (1980) suplementaron biotina a razón de 350 Mcg/Kg de alimento en dietas para cerdas lactantes y gestantes. El experimento se inició cuando las cerditas pesaban 25 Kg y lo condujeron durante 4 partos consecutivos; dicho estudio tuvo resultados positivos ya que las cerdas suplementadas retornaron al estro 2.9 días más pronto que los animales testigos (datos de los primeros tres destetes). Además, la mayoría de las suplementadas entró en celo y concibió dentro de los 10 días posteriores al destete (83.2 Vs. 74.6% y 80.6 Vs. 71.8%) y muy pocas cerdas fueron tratadas por anestro (7.3 Vs. 17.0%). Observando el comportamiento de las cerdas a través de los 4 partos se encontró que la suplementación de biotina incrementó el número de lechones/cerda/año,

siendo la producción acumulada para el lote testigo de 18.7 lechones/cerda/año y de 20.5 lechones/cerda/año para el grupo suplementado, obteniéndose una diferencia de 1.8 lechones por cerda por año.

Pedersen y Udesen (1980) citados por Tagwerker (1982) reportan que en Dinamarca, la suplementación con biotina mejoró el tamaño de las camadas, además el porcentaje de mortinatos se redujo en 34%, el número de destetados fue superior al lote testigo en 8% y el intervalo del destete a la concepción fue de 11 días más corto para las cerdas suplementadas.

En Canadá, Grandhi y Strain (1980) usaron 237 cerdas de las razas Lacumbe y Yorkshire, en un experimento conducido durante el invierno y primavera para estudiar el efecto de la suplementación de biotina (200 y 300 Mcg/Kg) en dietas para gestación y lactación basadas en cebada, trigo y soya sobre el comportamiento reproductivo. Los testigos y los grupos suplementados no difirieron significativamente en los cambios de peso durante la gestación y la lactación.

El número de lechones nacidos vivos, el peso promedio al nacer (Kg.), la ganancia de peso a los 21 días (Kg.) y el número de cerditos destetados por camada (5 semanas) fue de 9.18, 1.38, 4.15, 8.0 y 8.97, 1.35, 4.14 y 7.6 respectivamen-

te para testigos y suplementados, no habiendo diferencia significativa entre tratamientos.

El intervalo celo post-destete fue similar (7.62 Vs. 7.72 días) para ambos grupos. Grandhi y Strain (1980) concluyen que la suplementación de biotina no mejoró significativamente el rendimiento productivo.

Otra prueba de suplementación con biotina fue realizado en España. La duración del experimento fue de 547 días, comenzándose a analizar los resultados 114 días después del inicio de la suplementación, con lo cual todas las cerdas del lote biotina recibieron el aporte durante la gestación. Tanto para el lote testigo como para el lote biotina, las raciones fueron iguales, diferenciándose solamente por la adición o no de biotina, a la dosis de 200 Mg/ton. Este trabajo realizado por Robres y García (1981) reporta que el aporte continuado de biotina no provocó diferencias significativas estadísticamente en ninguno de los parámetros analizados; no obstante, existe una tendencia favorable a la suplementación en relación al testigo. Esto se basa en el hecho de que en el lote biotina hubo una reducción de 9.2%. En el número de lechones nacidos muertos, un mayor número de lechones nacidos vivos (+4.27%) y conservados a las 24 horas de vida.

El intervalo del destete a la concepción no mejoró (15.24 días Vs. 14.97 días), las raciones usadas fueron relativamente altas en su contenido natural de biotina (100-150 mg/ton.).

Mastachi, et al. (1980) desarrollaron en México un experimento basado en el uso de la biotina suplementaria. Dicho trabajo empleó 30 cerdas híbridas ( Y x H x D) de edad variable y con un peso promedio de 163.5 Kg al inicio de la investigación. Las cerdas eran multiparas, con un mínimo de 2 y un máximo de 4 partos, y estuvieron en experimentación del día 30 al 109 de gestación. Las cerdas fueron asignadas, en grupos de 9 cada uno, a los tres tratamientos experimentales:

- 1) testigo o dieta basal,
- 2) testigo más 100 Mcg. de biotina,
- 3) Control más 200 Mcg de biotina.

Los criterios evaluados fueron la ganancia de peso materna (día 30 al 110 de gestación), tamaño y peso de la camada al nacer. Los resultados obtenidos indican una tendencia favorable a la biotina suplementada, por ejemplo, la adición de 100 Mcg/Kg de biotina (tratamiento 2), permitió una ganancia de peso significativamente superior a los tratamientos 1 y 3. La eficiencia reproductiva mostró la siguiente tendencia: el tratamiento 3 (200 Mcg de biotina adicional) fue significativamente superior a los otros tratamientos en términos

de lechones nacidos, mientras que, en términos de lechones nacidos vivos los tratamientos 2 y 3 fueron superiores al tratamiento 1 (Cuadro 2).

En cuanto al peso total de la camada, el tratamiento 3 fue significativamente superior a los otros dos tratamientos (Cuadro 2).

CUADRO 2.- Rendimiento reproductivo de las cerdas (a).

Tratamiento	Total lechones nacidos	Lechones nacidos vivos	Peso total de la camada (Kg.)	% Mortalidad temprana
1	8.88 <sup>b</sup>	8.00 <sup>b</sup>	11.872 <sup>b</sup>	2.50 <sup>bb</sup>
2	9.43 <sup>b</sup>	8.14 <sup>c</sup>	11.257 <sup>b</sup>	1.72 <sup>c</sup>
3	10.11 <sup>c</sup>	8.44 <sup>c</sup>	14.183 <sup>c</sup>	1.65 <sup>c</sup>

(a) Valores promedio para 9 cerdas por tratamiento

b, c = Valores seguidos por diferente literal difirieron significativamente (P 0.05).

Bryant, et al. (1981) emplearon 76 cerdas en un diseño factorial 2 x 2 para evaluar el efecto de dietas con maíz (C) y con trigo (W) suplementadas con 0 (NB) o 440 Mcg/Kg de DOBiotina sobre el rendimiento reproductivo. Las tasas de concepción no fueron afectadas (P > .10) por el tipo de grano o por la suplementación de biotina. Sin embargo, las tasas de

de concepción favorecieron a las hembras del grupo C y del grupo B. Aunque las diferencias no fueron significativas ( $P > .10$ ), todos los criterios reproductivos favorecieron al grupo B. Las cerdas alimentadas con trigo (W) tuvieron lechones más ligeros ( $P < 0.05$ ) al nacer (1.25 Vs. 1.38 Kg) y a los 21 días (4.78 Vs. 5.33 Kg) comparadas con las hembras del grupo C.

El intervalo celo postdestete fue más corto para el grupo C (11.7 días) que para el grupo W (14 días) y más corto para las cerdas B (12.4 días) que para los del grupo NB (14 días). Las respuestas reproductivas fueron más favorables cuando el grupo B fue adicionado a W en comparación con C, pero no se observaron interacciones de grano por biotina ( $P > .10$ ). Los datos sugieren que el rendimiento reproductivo es mejorado cuando el maíz es usado en comparación con el trigo; y que existe una tendencia favorable de la biotina suplementada a mejorar el comportamiento reproductivo .

Penny, et al. (1981) llevaron a cabo un estudio para evaluar el efecto de la biotina sobre la reproducción, para esto emplearon 116 cerdas (con lesiones persistentes en las extremidades) que fueron divididas en dos grupos: los animales del grupo A fueron suplementadas con 1160 Mcg de biotina por

día en gestación y con 2320 Mcd/día en lactación; el grupo B fue el testigo, dichos grupos se basaron en el número de parto de las cerdas, en el peso vivo y en el número y severidad de lesiones popales.

Los resultados indican que las cerdas de segundo y cuarto parto suplementadas con biotina, tuvieron significativamente más lechones vivos al nacer que los animales del lote testigo. Aunque las cerdas de tercer parto suplementadas con biotina fueron superiores, esta diferencia no fue significativa.

En cuanto al intervalo cerdo post-destete, esto solo fue significativamente más corto ( $P \leq 0.05$ ) en las cerdas de tercer parto y suplementadas con biotina. De todos modos, los resultados indican que una continua suplementación con biotina puede incrementar el número de lechones vivos en segundas y subsecuentes pariciones.

Misir (1983) usando 16 primerizas provocó una deficiencia de biotina suministrando una ración baja en la vitamina y agregando clara de huevo en polvo, esto se continuó hasta el segundo parto. Se compararon los datos del rendimiento de las cerdas deficientes en biotina (menos biotina) con las que recibieron el mismo alimento pero sin clara de huevo y con

una adición de 250 Mcg de biotina por kilogramo.

Durante los partos I y II las cerdas deficientes en biotina produjeron menos lechones (7.88 Vs. 9.8 y 8.15 Vs. 10.27) destetaron menos lechones (7.19 Vs. 8.93 y 7.58 Vs. 9.27); - además demoraron más tiempo en presentar el primer celo después del destete (en muchos casos, más de 21 días).

#### 7.2. Efectos de la Biotina sobre la salud de las Cerdas:

Varios estudios en gran escala reportados recientemente por investigadores europeos, muestran que la biotina reduce significativamente la incidencia de lesiones en pezuñas en los cerdos adultos. La cojera es un problema en numerosas granjas. En Europa, del 4 al 8% de todos los entresaques de cerdas se debe a los trastornos del aparato locomotor, primordialmente debidos a la cojera por lesiones en las pezuñas.

El efecto de la suplementación de biotina en dietas para cerdas reproductoras fue investigado en una piara donde las cerdas sufrían de una alta incidencia de lesiones por cojera (Brooks, et al. 1977). La suplementación de estas dietas se hizo con 250 Mcg de D-Biotina por kilogramo de alimento en gestación y 150 Mcg de D-Biotina por kilogramo en lactación, por un período de 6 meses obteniéndose una reducción del 28% en el número de lesiones podales mientras que los

animales testigo mostraron un 1% de incremento en el número de lesiones.

Brooks (1980) llevó a cabo un largo estudio con el objeto de investigar el efecto de la biotina suplementaria sobre la salud de las pezuñas y el rendimiento reproductivo en cerdas que estaban clínicamente sanas al principio del experimento.

Los tratamientos fueron iniciados cuando las cerdas pesaban 25 Kg. y continuaron durante 4 partos consecutivos. El lote suplementado recibió la dieta basal más 350 Mcg de D-Biotina por kilogramo de alimento. Los resultados indican que la suplementación tuvo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en el mantenimiento de las pezuñas. Al día 170 de iniciado el experimento se notaban muy pocas diferencias en la incidencia de lesiones en las pezuñas, pero hacia el final de la primera lactación, las diferencias entre los dos grupos era claramente visible, ya que el número de pezuñas lesionadas y el número de lesiones por cerda fue superior en las hembras no suplementadas. Dichas tendencias persistieron a lo largo de los cuatro partos.

Triebel y Lohsiger (1979) observaron una sustancial reducción en el porcentaje de pezuñas afectadas con grietas y

y con lesiones necróticas o ulcerativas cuando las primerizas fueron suplementadas con biotina. En su experimento la dieta basal se calculó contenía 55 Mcg de biotina por kilogramo de alimento y ésta fue suplementada con 500 Mcg de biotina por kilogramo durante 4 meses.

Penny, et al. (1980) reportaron que cuando un grupo de primerizas fue incorporado a la piara y se les suplementó con 1160 Mcg de biotina por día en gestación y con 2320 Mcg/día en lactación, tuvieron significativamente menos lesiones de línea blanca, menos erosiones y confusiones en los jarretes que los animales no suplementados. Además el número y grado de todo tipo de lesiones se redujo en 18 y 17% respectivamente.

En este experimento, las cerdas de reemplazo entraron a la piara con un mínimo de lesiones podales; se beneficiaron significativamente con la suplementación, no ocurriendo esto con los animales viejos que presentaban al inicio una alta incidencia de lesiones, ya que no mostraron una mejoría en la condición de sus extremidades aún después de 12 meses de suplementación.

Grandhi (1980) encontró que suplementando con biotina (200 Mcg/Kg) raciones basales en cebada-trigo-soya, había una

reducción en la severidad de lesiones en cerdas Lacombe y Yorkshire durante preñez y lactación.

Mastachi y Michel (1981) realizaron un experimento en México con cerdas reproductoras, suplementando biotina a dos niveles: 100 y 200 Mcg/Kg de alimento en una dieta a base de sorgo-soya; estos autores no encontraron ninguna ventaja significativa en la adición de biotina sobre la reducción de la incidencia de lesiones podales o cutáneas, atribuyendo esto al buen manejo llevado en la granja utilizada.

Misir (1983) provocó una deficiencia de biotina en cerdas primerizas suministrando una ración baja en la vitamina y agregándole clara de huevo en polvo.

Se compararon los datos de las cerdas deficientes en biotina (B-) con las que recibieron el mismo alimento pero sin clara de huevo y con una suplementación de 250 Mcg de biotina por kilogramo. Al comienzo de la deficiencia de biotina se observó una marcada disminución del nivel sérico de la vitamina y una significativa ( $P < 0.05$ ) reducción de la densidad del pelo de  $25.3 \text{ cm}^{-1}$  (0 mes) a  $13.2 \text{ cm}^{-1}$  (12 meses). La pérdida de pelo, también se vio acompañada por un aumento de la sequedad de la piel y lesiones dérmicas.

La incidencia de las grietas de la pezuña aumentó a medida que el tejido córneo se hizo aparentemente más frágil.

Se presentó un reblandecimiento del tejido del cojinete plantar resultando en erosión de la superficie. Esta condición se hizo más severa cuando las cerdas fueron alojadas en jaulas de gestación, las cuales eran lavadas a diario comparadas con las jaulas de lactación que eran limpiadas sin lavarlas.

El análisis de la grasa del lomo reveló un aumento en el contenido de ácidos graso-monoin saturados (16:1, 18:1 y 20:1) y una disminución de los ácidos grasos saturados (15:0, 16:0 y 18:0).

Los anteriores trabajos consitutyen una clara evidencia del valor de la biotina en la fertilidad del ganado porcino y en la salud del mismo.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se inició en Julio de 1983 y se concluyó en Marzo de 1984, llevándose a cabo en una granja porcina en el Municipio de Marín, N.L.

**Material:** 60 cerdas híbridas con un mínimo de dos y un máximo de 5 partos. Biotina al 2%.

**Métodos:** Las cerdas entraron al experimento en forma alternada de acuerdo a su número de parto, siendo sometidas a una suplementación con biotina durante tres etapas, iniciándose con una lactancia, se continuó durante la gestación y comprendió por último una segunda lactancia. Los datos fueron recolectados al final de la gestación y al término de la segunda lactancia, siendo las variables a medir:

- Número de lechones nacidos.
- Número de lechones nacidos vivos.
- Peso de la camada al nacer (Kg.)
- Número de lechones destetados.
- Peso de la camada al destete (Kg.)
- Intervalo celo post-destete (días).

Además se observó el estado de la piel y pelo de los animales como respuesta a la adición de biotina.

El manejo dado a los animales fue el propio de la granja y tanto para el lote testigo como para los dos grupos suplementados, las raciones a base de sorgo-soya y con 14% de proteína fueron iguales, diferenciándose solamente por la adición o no de biotina a razón de 220 y 440 Mcg de biotina por kilogramo de alimento.

El alimento fue analizado microbiológicamente para conocer el contenido total de biotina y se obtuvo un promedio de 353 Mcg/Kg siendo éste valor relativamente alto. Al hacer la inclusión de biotina suplementaria en el alimento, el análisis reportó para el tratamiento 2 (220 Mcg/Kg) un contenido total de 593 Mcg de biotina/Kg. y para el tratamiento 3 (440 Mcg/Kg) un total de 778 Mcg de biotina/Kg; con esto se comprobó que la premezcla y la adición de biotina al alimento fue correcta.

Diseño Estadístico: El diseño usado fue el de bloques al azar (se bloqueó por parto) el cual constó de tres tratamientos y cuatro bloques con diferente número de repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el presente trabajo, la suplementación con biotina en la ración, no provocó efectos estadísticamente significativos ( $P \geq 0.05$ ) sobre el peso y tamaño de la camada al nacer y al destete, así como en el intervalo celo post-destete. Sin embargo, existe una tendencia favorable hacia los grupos suplementados en relación con el grupo testigo, tal como se muestra en el cuadro 3. Dicha tendencia se mantuvo constante a través de todo el experimento, lo que hace suponer que esas diferencias se deben al efecto de la biotina. En cuanto al número de parto de los animales, no se presentaron efectos significativos estadísticamente ( $P \geq 0.05$ ) y no se observaron tendencias favorables al bloqueo realizado por lo que se descarta algún posible efecto de la edad del animal sobre alguno de los criterios evaluados.

CUADRO 3.- Comportamiento reproductivo de las cerdas. (a).

Tratam.	No. Lechones nacidos	No. Lechones nacidos vivos	Peso de camada al nacer Kg	No. Lechones destetados	Peso camada al destete (Kg)	Intervalo celo post-destete (días)
Testigo	10.34	9.87	14.51	7.31	52.30	8.77
220 Mcg.	11.24	10.35	15.99	7.60	49.84	6.20
440 Mcg.	10.82	10.72	17.18	8.58	59.56	6.16

(a) = No hubo efectos estadísticamente significativos ( $P \geq 0.05$ )

En el número de lechones nacidos no hubo efectos estadísticamente significativos entre tratamientos ni entre bloques ( $P \geq 0.05$ ) como se observa en el cuadro 4. Sin embargo, el cuadro 3 muestra que el tratamiento de 220 Mcg obtuvo un promedio de 11.24 lechones siendo por lo tanto, superior en 0.90 lechones al testigo y en 0.42 lechones al tratamiento suplementado con 440 Mcg.

El número de lechones nacidos vivos no provocó efectos estadísticamente significativos entre tratamientos ni entre bloques ( $P \geq 0.05$ ) como se observa en el cuadro 5. Sin embargo, el cuadro 3 muestra que la suplementación con 440 Mcg. de biotina provocó una diferencia de 0.85 y 0.48 lechones más que los tratamientos suplementados con 0 y 220 Mcg respectivamente.

English (1981) menciona que la adición de vitaminas al momento del destete puede ser útil para obtener un buen tamaño subsiguiente, y cita que trabajos recientes hechos en Inglaterra mejoraron este criterio, así como una reducción en el intervalo celo post-destete, por lo que suponemos que dichas diferencias se atribuyen a la suplementación con biotina en la dieta de las cerdas.

Los resultados de este trabajo fueron superiores a los

reportados por Robres y García (1981), los cuales fueron obtenidos al suplementar a las cerdas con 200 Mcg de biotina por kilogramo, dichas diferencias se pueden atribuir al nivel usado de biotina en la dieta, el cual fue más bajo en el trabajo citado. Similares resultados fueron reportados por Grandhi (1980). Aún así, diversos autores ya sea con resultados estadísticamente significativos o no significativos concuerdan en que la suplementación con biotina mejora el tamaño de la camada.

En lo referente al peso de la camada al nacer, en este trabajo se obtuvieron resultados estadísticamente no significativos entre tratamientos ni entre bloques ( $P \geq 0.05$ ) como se observa en el cuadro 6. Aún así, los tratamientos suplementados con 440 y 220 Mcg de biotina fueron superiores al lote testigo por una diferencia de 2.67 y 1.48 Kg/camada respectivamente. De estos resultados podemos suponer que fue la biotina la causante de estas diferencias; ya que tendencia parecida, solo que significativa, fue reportada por Mastachi (1981) al suplementar biotina a razón de 100 y 200 Mcg/Kg. En dicho trabajo hubo una diferencia de 2.311 Kg/camada más a favor del tratamiento suplementado con 200 Mcg/Kg en relación al testigo, y al comparar el tratamiento suplementado con 100 Mcg/Kg contra el de 200 Mcg, éste último fue supe-

rior por un margen de 2.26 Kg/camada.

Robres y García (1981) obtuvieron resultados no significativos en su trabajo, sin embargo, los pesos promedios por lechón fueron mayores para el lote suplementado con biotina (200 Mcg/Kg) que para el testigo.

En cuanto al tamaño y peso de la camada al destete (30 días), los análisis de varianza (cuadros 7 y 8) muestran que no hubo significancia estadística entre bloques ni entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). Sin embargo, los tratamientos suplementados con biotina (440 y 220 Mcg) fueron superiores al testigo (Cuadro 3); en términos de lechones destetados, ya que las cerdas del tratamiento 3 (440 Mcg) destetaron 1.27 más lechones que las no suplementadas, también el tratamiento 2 (220 Mcg) fue superior al testigo en 0.29 lechones.

El peso al destete fue superior para el tratamiento 3 (440 Mcg) en relación al testigo como se puede observar en el cuadro 3.

Las diferencias anteriores en tamaño y peso de camada al destete se pueden atribuir al efecto de la biotina durante la lactancia y al hecho de que las camadas de cerdas suplementadas fueran mayores en peso y número de lechones al nacer que las camadas de cerdas testigas.

En lo referente al intervalo celo post-destete, no se encontraron efectos estadísticos significativos entre tratamientos ni entre bloques ( $P \geq 0.05$ ) como se muestra en el cuadro 9. Pero el cuadro 3 muestra que las cerdas de los tratamientos suplementados con biotina tardaron menos tiempo en retornar al estro, siendo la diferencia de 2.61 días y de 2.57 días menos para los tratamientos 3 (440 Mcg) y 2 (220 Mcg) respectivamente con relación al testigo. Estos resultados muestran una tendencia similar a la obtenida por Brooks (1980) ya que al suplementar biotina en dosis de 350 Mcg/Kg, las cerdas retornaron al estro 2.9 días más rápido que las no suplementadas y concibieron 6.1 días más pronto.

Si referimos el celo post-destete a la prontitud con que se presentó éste en los primeros 7 días encontramos: En el grupo testigo el 66.33%, el suplementado con 220 Mcg fue de 87.50% y el tratamiento suplementado con 440 Mcg fue de 83.34%, lo que muestra que el grupo testigo, un mayor número de cerdas tardó más de 21 días para presentar celo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Brooks (1980), en este trabajo el porcentaje de cerdas que presentaron celo dentro de los 10 días posteriores al destete fue mayor en el grupo suplementado (83.2 Vs. 74.6% y 80.6 Vs. 71.8%), así mismo, el lote tuvo un bajo porcentaje de cerdas tratadas

por anestro (7.3 Vs. 17.0%).

English (1981) señala que hay evidencias de que la adición de biotina en el destete puede ser útil, este autor cita trabajos llevados a cabo en el Seale College (Inglaterra), sobre la administración de mayor cantidad de biotina a cerdas durante la lactancia y estos mostraron que hubo reducciones en el intervalo del destete a la concepción.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo y los reportados por otros autores, muestran que con la adición de biotina hay tendencia a mejorar los intervalos del destete al estro y a la concepción.

En cuanto a la salud de los animales, aunque no se hicieron evaluaciones cuantitativas, si se notó casi al final de la gestación una mejora en la piel de las cerdas, así como una mayor densidad en el pelo de las mismas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque no se obtuvieron resultados estadísticamente -  
significativos en este trabajo, la suplementación con biotina  
en ambos niveles (220 y 440 Mcg/Kg) produjo mejores resulta-  
dos que el grupo testigo en aquellos parámetros relacionados  
con la reproducción; además, las diferencias se mantuvieron  
constantes y en forma jerárquica, viéndose por lo tanto, que  
la adición de 440 Mcg de biotina en la dieta fue la que mejo-  
res resultados tuvo; esto hace suponer que existe una clara  
tendencia a favor de la suplementación biotínica en raciones  
para cerdas reproductoras.

No obstante haber tenido resultados no significativos es-  
tadísticamente, si se reflejó un efecto económico positivo ya  
que con la suplementación el peso y tamaño de las camadas fue-  
ron mejoradas, traduciéndose esto en mayores ingresos para el  
productor.

Así mismo se vio que la adición de biotina provocó una  
mejoría en la piel y en la densidad del pelo de los animales,  
notándose estas mejoras casi al final de la gestación.

Aún y cuando la dieta fue relativamente alta en su conte-  
nido natural de biotina, se recomienda seguir suplementándola

ya que dicha adición compensaría la posible baja disponibilidad de biotina en dietas a base de sorgo soya.

Es recomendable además, seguir haciendo trabajos de suplementación con biotina en cerdas primerizas. Así mismo es conveniente pesar los animales al parto y al momento del destete.

## R E S U M E N

Se llevó a cabo un trabajo de suplementación con biotina en una granja porcina ubicada en el Municipio de Marín, N.L. Se utilizaron 60 cerdas híbridas multiparas, entrando éstas al experimento en forma alternada de acuerdo a su número de parto. La suplementación con la vitamina se hizo a razón de 220 y 440 Mcg de biotina por kilogramo de alimento durante tres etapas: 1 lactancia (30 días), una gestación y por último una segunda lactancia. Los datos fueron tomados al final de la gestación y al término de la segunda lactancia midiéndose las siguientes variables: Número de lechones nacidos, número de lechones nacidos vivos, peso de la camada al nacer (Kg), número de lechones destetados, peso de la camada al destete (Kg) e intervalo celo post-destete (días). Se observó además, el estado de la piel y pelo de los animales como respuesta a la adición de biotina.

El diseño estadístico usado fue el de bloques al azar (haciendo el bloqueo por parto) constando por lo tanto de tres tratamientos y cuatro bloques (2º a 5º parto) con diferente número de repeticiones.

Los análisis de varianza indican que no hubo efectos estadísticamente significativos en ninguno de los parámetros.

evaluados. Sin embargo, existe una tendencia favorable a la biotina en relación al grupo testigo, ya que en términos de lechones nacidos vivos los lotes suplementados con 440 y 220 Mcg de biotina, fueron superiores al testigo por una diferencia de 0.85 y 0.48 lechones. Además el número de lechones destetados también fue superior para los grupos suplementados (440 y 220 Mcg de biotina) en relación al testigo por un margen de 1.27 y 0.29 lechones.

Así mismo se notó una mejoría en la piel y en la densidad del pelo hacia el final de la gestación.

## B I B L I O G R A F I A

- Anderson, P.A., Baker, D.H. and Mistry, S.P. 1978. Bioassay determination of the biotin content of corn, barley, sorghum and wheat. *J. Anim. Sci.* 47(3):654-659.
- Balnave, D. 1977. Clinical symptoms of biotin deficiency in animals. *American Journal of Clinical Nutrition* 30:1408-1413.
- Biotina. 1972. La biotina en nutrición animal. Productos Roche, S.A. Madrid. p. 14.
- Brooks, P.H., Smith, D.A. and Irwin, V.C.R. 1977. Biotin-supplementation of diets; the incidence of foot lesions, and the reproductive performance of sows. *Vet. Rec.* 101: 46-50.
- Brooks, P.H. and Simmins, P.H. 1980. Recent findings on the effect of biotin supplementation on reproductive performance and the maintenance of hoof integrity in the female pig. *Proc. of Roche Symposium. London. Animal Nutrition Events.*
- Brooks, P.H. 1982a. Most swine breeding stock diets need biotin added. *Feedstuffs.*

Brooks, P.H. 1982b. Biotin in pig nutrition. Commonwealth Agricultural Bureaux. 3(1).

Brooks, P.H. 1982c. A boost from biotin. Pig International 12(7):24-30.

Bryant, et al. 1981a. Effects of type of grain and supplemental biotin on reproductive performance of gilts and sows housed in total confinement through two parties. J. Anim. Sci. 53, Supplement 1 Abstracts.

De Jong, M.F. and Sytsema, J.R. 1983. Field experience with a d-biotin supplementation to gilt and sow feed. Vet. Quarterly 5:58-67.

English, P.H., Smith, W.J. and MacLean, A. 1981. La Cerda: Como mejorar su productividad. Ed. El Manual Moderno, S.A. pp. 236-237.

Goodhart, R.S. 1973. Biotin in: Modern Nutrition in Health and Disease. R.S. and H.S. Shils Oubl. nea and febiger. Ed. Philadelphia.

Grandhi, R.R. and Strain, J.H. 1980. Effect of biotin supplementation on reproductive performance and foot lesions in swine. Can. J. Anim. Sci. 60(4):961-969.

Harper, H.A. 1980. Manual de Química Fisiológica. 7a. Edición.

Ed. El Manual Moderno. pp. 189, 191, 345-347.

Hoff, J.E. 1975. Los Alimentos. Selecciones de Scientific

American. Ed. Herman Blume. pp. 71-76.

Howard, M.S. and Jimmy, L. 1981. Current Veterinary Therapy

(Food Animal Practices) W.B. Saunders Co. pp. 336-337.

Lehninger, A.L. 1975. Biochemistry (The Molecular basis of

cell structure and function) 2nd Edition. Worth Publishers,

Inc. pp. 345-346. 659-660.

Michel, E.J., Mastachi, J.D. and Sckinca, R. 1981. La biotina

en la Nutrición de la cerda gestante. Agrosíntesis 12(2).

Síntesis Porcina (1). pp. 3-10.

Michel, E.J. 1982. La biotina en la nutrición del puerco. Síntesis

Porcina 1(7):19-23.

Misir, R. and Blair, R. 1983. Effect of biotin deficiency in

the sows. Proc. Fourth Western Nutrition Conference.

Saskatoon, Saskatchewan. pp. 176-183.

Penny, et al. 1981. Influence of biotin supplementation on

sow reproductive efficiency. Vet. Rec. 109:80-81.

- Penny, et al. 1980. Foot rot of pigs. The influence of biotin supplementation on foot lesions in sows. Vet. Rec. 107: 350-351.
- Robres Serrano, A. y García De la Calera, F. 1981. Influencia de un aporte continuo de biotina en la alimentación sobre la fertilidad en cerdas reproductoras. Paper presented to 32nd. European Association of Animal Production Meeting Zagreb.
- Roman Kutsky, J. 1982. Handbook of Vitamins, Minerals and Hormones, Second Edition. pp. 261-268.
- Suttie, J.W. 1979. Fundamentos de Bioquímica. 2da. Edición. Ed. Interamericana, S.A. México. pp. 322-325.
- Tagwerker, F.J. 1983a. Biotin in poultry and swine nutrition. Feed International.
- Tagwerker, F.J. 1983b. Biotina para Cerdos. Ind. Porcina 3(5):38-43.
- Tribel, D.F. and Lobsiger, B. (Prevention of hoof lesions in young sows by supplementation of feed with biotin). Vorbeuge gegen Klaenslasionen bei jungsau en durch biotin-zulage zum futter. Kraftfutter 62:5-2-505.

A P E N D I C E

CUADRO 4.- Análisis de varianza para el número de lechones nacidos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.6217	0.81085	0.666 N.S.	5.14	10.92
Bloques	3	1.2255667	0.4085222	0.33356 N.S.	4.76	9.78
Error	6	7.3028333	1.2171389			
Total	11	10.1501				

N.S. = No Significativo ( $P \geq 0.05$ )      % C.V. 10.212035

CUADRO 5.- Análisis de varianza para el número de lechones nacidos vivos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	1.437625	0.7188125	0.7165147 NS	5.14	10.92
Bloques	3	1.5837333	0.5279111	0.526223 NS	4.76	9.78
Error	6	6.0192417	1.003207			
Total	11	9.0406				

N.S. = No significativo ( $P \geq 0.05$ )      % C.V. 9.7077993

CUADRO 6.- Análisis de varianza para el peso de la camada al nacer (Kg.)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	14.2605	7.13025	3.07844 NS	5.14	10.92
Bloques	3	7.0203333	2.3401111	1.01032 NS	4.76	9.78
Error	6	13.897117	2.3161862			
Total	11	35.178				

N.S. = No significativo ( $P \geq 0.05$ )      % C.V. 9.5727152

CUADRO 7.- Análisis de varianza para el número de lechones destetados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	2	3.54782	1.77391	2.25 N.S.	5.14	10.92
Bloques	3	6.12377	2.0412567	2.58 N.S.	4.76	9.78
Error	6	4.72978	0.7882967			
Total	11	14.40137				

N.S. = No significativo ( $P \geq 0.05$ )      % C.V. 10.06

CUADRO 8.- Análisis de varianza para el peso de la camada al destete (Kg.).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.		F.Teórica	
						0.05	0.01
Tratamientos	2	204.39823	102.19912	4.3887384	NS	5.14	10.92
Bloques	3	72.6641	24.221367	1.0401377	NS	4.76	9.78
Error	6	139.72015	23.286692				
Total	11	416.7825					

N.S. = No significativo ( $P \geq 0.05$ )                      % C.V. 8.95

CUADRO 9.- Análisis de varianza para el intervalo celo post-destete (días).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.		F.Teórica	
						0.05	0.01
Tratamientos	2	17.874615	8.9373075	1.2527945	NS	5.14	10.92
Bloques	3	4.39749	1.46583	0.2054739	NS	4.76	9.78
Error	6	42.803385	7.1338975				
Total	11	65.07549					

N.S. = No significativo ( $P \geq 0.05$ )                      % C.V. 37.89

