

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON DISTINTOS NIVELES
DE COBRE Y PROBIOTICO EN LA RACION DE CERDOS
DESTETADOS

P O R

Luis Eduardo de la Cruz Calderón

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROFIS:	6436
FECHA:	2/sept/93
ENCARGADO:	VUARBEAL

EL ZAMORANO, HONDURAS

Abril, 1993

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON DISTINTOS
NIVELES DE COBRE Y PROBIOTICO EN LA
RACION DE CERDOS DESTETADOS

Por:

LUIS EDUARDO DE LA CRUZ CALDERON

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana los derechos para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos del autor.



LUIS EDUARDO DE LA CRUZ CALDERON

Abril de 1993.

SIBLIOTECA WILSON FOFENGI
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
ASPIRANTE 22

iii

DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Marco Esnaola, por su gran ayuda y paciencia que me brindo en este trabajo.

Al Doctor Abel Gernat por su amistad, consejos y ayuda que me brindo en este trabajo.

A la Doctora Beatriz Murillo por sus consejos y conocimientos dados en la realización de este trabajo.

A David Martínez por su amistad y buenos momentos que pasamos juntos.

A Amalia Gallardo por su amistad y cariño que me brindo en todo momento.

A Nick Menzel, Rodolfo Leiva, Ivette Avendaño, Oscar Bercian y Diego Sandoval por su amistad, buenos y malos momentos compartidos.

A todo el personal Docente y Administrativo, así como a mis compañeros del departamento de Zootecnia, por su amistad brindada.

INDICE DE CONTENIDO.

I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
1. La necesidad de cobre de los cerdos	3
1.1 Manifestaciones de la deficiencia de cobre	3
1.1.1. Desórdenes metabólicos	4
1.1.2. Alteraciones serológicas	4
1.1.3. Daño a órganos internos y alteraciones óseas.	5
1.2. Fuentes de cobre usadas como promotor de creci- miento en cerdos	5
1.3. El cobre como promotor de crecimiento en cerdos	7
1.4. Resultados del cobre como promotor de creci- miento en cerdos recién destetados.	9
1.4.1. Acción sinérgica del cobre con otros aditivos para cerdos recién destetados.	10
2. Probióticos como aditivos naturales en raciones de cerdos recién destetados.	13
2.1 Características de los probióticos	15
2.2. Forma de acción de los probióticos	17
2.3. Resultados de los probióticos en cerdos recién destetados.	19

III. MATERIALES Y METODOS	20
1. Localización	21
2. Animales	21
3. Tratamientos Experimentales	22
4. Raciones utilizadas.	22
5. Controles experimentales	23
6. Diseño Experimental	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	25
1. Ganancias diarias de peso.	25
2. Consumos de alimento.	26
3. Conversión Alimenticia	29
4. Acumulación de Cobre en el Hígado	30
V. CONCLUSIONES	33
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. RESUMEN	35
VIII. BIBLIOGRAFIA	37
IX. ANEXOS	41

INDICE DE FIGURAS.

Fifura 1. Efecto del sulfato de cobre sobre las ganancias diarias de peso.	9
Figura 2. Efecto del sulfato de cobre sobre el consumo diario de alimento.	10
Figura 3. Efecto del sulfato de cobre sobre el índice de conversión alimenticia.	10
Figura 4. Concentraciones de ácidos orgánicos en la digesta estomacal después del destete	15
Figura 5. Efecto del cobre sobre la ganancia diaria de peso	26
Figura 6. Acumulación de cobre en el hígado	31
Figura 7. Acumulación de cobre en el hígado	31
Figura 8. Efecto del cobre de la dieta sobre la acumulación de cobre en el hígado.	32

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Efecto de la adición de probiótico y antibiótico a la dieta de cerdos jóvenes en dos experimentos.	20
Cuadro 2. Tratamientos experimentales.	22
Cuadro 3. Efecto de la suplementación con cobre y probiótico en la ganancia diaria de peso de cerdos recién destetados.	24
Cuadro 4. Efecto de la suplementación con cobre y probiótico en el consumo diario de cerdos recién destetados.	28
Cuadro 5. Efecto de la suplementación con cobre y probiótico sobre la conversión alimenticia de cerdos recién destetados.	30

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1. Composición de ingredientes de las distintas dietas utilizadas en el experimento.	41
Anexo 2. Análisis de varianza sobre las ganancias diarias de peso.	42
Anexo 3. Análisis de varianza para la regresión de las ganancias diarias de peso afectada por niveles de cobre usados en la dieta.	43
Anexo 5. Análisis de varianza de los consumos diarios de alimento por cerdo.	44
Anexo 4. Análisis de varianza de la conversión alimenticia.	45
Anexo 6. Análisis de varianza sobre la acumulación de cobre en el hígado.	46
Anexo 7. Análisis de varianza para la regresión de la acumulación de cobre en el hígado de los cerdos, afectada por niveles de cobre usados en la dieta.	47

I. INTRODUCCION

En los países del trópico latinoamericano se presentan en general serios problemas con la formulación de raciones para lechones destetados tempranamente. Esto es debido a que los subproductos lácteos y las fuentes de proteína de origen animal que comúnmente son usados en los países de clima templado, son escasas y de muy alto costo en el trópico.

En los últimos años se ha dado también una considerable atención al uso de probióticos, cultivos de levaduras y otros aditivos naturales para raciones de cerdos. Mucho de este interés ha sido generado por el incremento de las objeciones y la preocupación del público al uso de antibióticos en dietas de animales como promotores de crecimiento. Los esfuerzos de la investigación se han centrado en la aplicación de probióticos en monogástricos (cerdos y aves), y han sido dirigidos hacia la reducción de los síntomas del stress, lo que incrementa la producción y mejora en general la salud del animal.

La gama de probióticos que han sido utilizados es muy amplia ya que se han usado desde bacterias ácido productoras (i.e. *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium* (LACTOSACC)), hasta cultivos de levaduras, ácidos orgánicos y sus sales.

Los estudios de Lyons en 1988 apoyan la hipótesis que "el mantenimiento de un pH estomacal bajo mejora los parámetros ya mencionados."

Crowell y Stanly (1989) señalan que el uso de sulfato de cobre en la dieta, actúa como promotor de crecimiento y mejora

las ganancias de peso, conversión alimenticia y también reduce la mortalidad de los lechones destetados a edad temprana.

Basados en estos antecedentes, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar el efecto del sulfato de cobre y un probiótico en dietas para lechones destetados tempranamente.

Los objetivos específicos que se persiguen son:

1. Evaluar la respuesta que tienen los lechones recién destetados a la suplementación con distintos niveles de cobre (en la forma de sulfato de cobre) y un probiótico como promotores de crecimiento.
2. Medir los efectos que tienen los promotores de crecimiento en las ganancias diarias de peso, consumo de alimentos y conversión alimenticia de lechones recién destetados.
3. Determinar si existe una interacción o sinergismo entre el sulfato de cobre y el probiótico.

BIBLIOTECA WILSON FOFENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 38
TEGUCIGALPA, HONDURAS

II. REVISION DE LITERATURA

1. La necesidad de cobre de los cerdos

Normalmente la deficiencia de cobre no se presenta en cerdos y aves alimentados con dietas compuestas preparadas con ingredientes convencionales. Sin embargo, esta deficiencia puede ser inducida fácilmente en estas especies, cuando se alimentan con dietas purificadas ó especialmente preparadas. Esto se debe a que la mayoría de las dietas comerciales para cerdos tienen suplementos vitamínicos o minerales que permiten alcanzar un nivel mínimo de 6 ppm de cobre, cantidad que se considera necesaria para la síntesis de hemoglobina y la activación de las enzimas oxidasas necesarias para que el metabolismo funcione normalmente (Miller y col, 1979, citado por NRC, 1988).

1.1 Manifestaciones de la deficiencia de cobre

El descenso del crecimiento y del apetito como resultado de la deficiencia de cobre se aprecia tanto en cerdos como en aves, aunque sus manifestaciones no son tan marcadas en rumiantes (Underwood, 1981).

Al ser insuficiente el cobre, múltiples procesos metabólicos en que interviene este elemento fracasan o reducen su actividad y se producen daños o alteraciones en huesos, sangre y órganos internos del animal.

1.1.1. Desórdenes metabólicos

El cobre no interviene en la biosíntesis de la hemoglobina, aunque es esencial para la absorción de hierro en la mucosa intestinal y la movilización del hierro desde los tejidos. El hierro es parte esencial de la hemoglobina y para que sea absorbido y movilizado se requiere que exista la ceruloplasmina que es una metaloenzima que contiene cobre. La influencia crítica del cobre, a través de la ceruloplasmina en la movilización de hierro para la síntesis de hemoglobina, fue demostrada por Evans y Abraham (1973); asimismo, los mecanismos que intervienen fueron aclarados por Frieden (1971). (citados por Underwood, 1981)

1.1.2. Alteraciones serológicas

La anemia es una expresión común de la deficiencia de cobre en todas las especies. Cuando las condiciones de deficiencia son muy intensas las concentraciones de cobre en la sangre de los cerdos bajan de 0.8-1.2 ug/ml hasta 0.1-0.2 ug/ml lo que impide una hematopoyesis normal. La anemia es de tipo hipocrómico microcítico en cerdos y corderos, y no es diferenciable de la provocada por la falta de hierro.

1.1.3. Daño a Órganos internos y alteraciones óseas.

Las lesiones cardiovasculares de los principales vasos sanguíneos son características de la deficiencia de cobre en cerdos y gallinas, aunque no se han observado en ganado vacuno. La alteración de los tejidos elásticos de la aorta de cerdos y pollos deficientes en cobre, se manifiesta con rotura de los principales vasos sanguíneos y elevada mortalidad. Esta rotura es debida a una reducción en la producción de aminoxidasas (que contiene cobre) en la aorta, impidiendo la síntesis de elastina, por lo que la elasticidad de los vasos sanguíneos principales se reduce, por la falta de resistencia y estabilidad del colágeno óseo (O'dell y col, 1961, 1976; Carnes y col, 1961; Rucker y col, 1969, 1975. citado por Underwood, 1962, 1981).

1.2. Fuentes de cobre usadas como promotor de crecimiento en cerdos

El sulfato de cobre es la fuente de cobre más usada como promotor de crecimiento y con la cual se documenta que se obtienen mayores ganancias de peso y mejores índices de conversión alimenticia. El óxido de cobre es similar en su acción al sulfato de cobre pero siempre proporciona menores

mejoras en los parámetros productivos en comparación con el anterior. Esto se debe a que la solubilidad del sulfato de cobre es mayor que la del óxido de cobre. Experimentos realizados marcan la diferencia y mayor eficiencia del sulfato de cobre sobre el óxido de cobre para actuar como promotor de crecimiento. (Cromwell y col, 1989)

También se han utilizado fuentes quelatizadas de cobre. La quelatización es la habilidad de un agente químico de formar un anillo con un ión de metal. En la forma de quelatos los minerales son absorbidos más eficientemente y su retención en el cuerpo es más alta (Fouad, 1976). Los agentes quelatizantes pueden ser orgánicos (aminoácidos o polisacáridos) o inorgánicos. Estudios en que se ha adicionado cobre en forma quelatizada han demostrado una mejora en los parámetros productivos en los cerdos, como son ganancia de peso diaria y conversión alimenticia (Hawbaker y col., 1961). Sin embargo datos más reciente indican que las fuentes quelatizadas de cobre, tanto orgánicas como inorgánicas, tienen un efecto inferior en comparación con el sulfato y óxido de cobre (Stansbury y col., 1990).

Otra fuente de cobre que se ha estado experimentando recientemente, es el cobre en forma de Cu-histidina por vía intravenosa como promotor de crecimiento. Esta se utiliza inyectando una cantidad similar de cobre a la concentración que existe en la sangre, dada por el nivel de cobre usado en

la dieta. El nivel de 5% de Cu-histidina inyectado (250 ppm de sulfato de cobre) mostró mejorar las ganancias de peso y los niveles de cobre en el hígado y en los tejidos se incrementaron (Kornegay y col., 1992).

1.3. El cobre como promotor de crecimiento en cerdos

El cobre es el único mineral que actúa como promotor de crecimiento en cerdos cuando es suplementado en altos niveles. Braude (1945) observó que los cerdos jóvenes alimentados con una dieta convencional mostraban apetencia por el cobre y que al suplementar con cobre raciones comerciales a niveles de 250 ppm de cobre mejoraban sus ganancias de peso y su eficiencia de conversión alimenticia. Aherne 1987, en un resumen bibliográfico sobre el tema indica que en 43 experimentos realizados por diferentes científicos se presentó que los cerdos suplementados con niveles altos de cobre (125 ppm, 250ppm) ganaban peso un 22% más rápido y había un ahorro de un 8.3% de alimento por kilogramo de cerdo producido.

Las necesidades de cobre para cerdos no están bien definidas y antes que se descubriera su efecto promotor de crecimiento se consideraban apropiadas 6 ppm de cobre en la dieta, siempre que las raciones empleadas no tuvieran cantidades excesivas de zinc, manganeso y cadmio que compiten con el cobre en el lugar de absorción.

Por otra parte, no se conoce en su totalidad de los mecanismos responsables de la estimulación del crecimiento, pero se cree que se debe a un efecto bacteriostático del cobre que inhibe todos aquellos organismos no deseados en el tracto gastrointestinal y mejora la digestibilidad de las proteínas en los cerdos jóvenes. Además de su efecto bacteriostático Brooks y Hastings (1984) notaron que el cobre por su efecto antibiótico, afecta a la población bacteriana y constantemente reduce la cantidad de biótina obtenida por la síntesis bacteriana. Por tanto, se encontró que hay una interacción entre el cobre y la biótina ya que al proporcionarlos juntos (biótina y cobre) se obtuvo un incremento de 14% en crecimiento de lechones recién destetados. Sin embargo esta hipótesis recientemente ha sido descartada por Kornegay y col., 1992 quienes encontraron que hubo un efecto promotor de crecimiento mediante la aplicación de cobre por vía intravenosa, sin que haya intervención de las bacterias del tracto gastrointestinal. Por lo tanto habría que considerar otras formas de acción del cobre.

Zhou y col., 1992 han planteado otra teoría reciente, cual indica que el cobre estimula el crecimiento actuando adentro del cuerpo en lugar de actuar en el tracto gastrointestinal. Según esto el cobre puede estimular el consumo de alimento y por lo tanto promover el crecimiento. Esta teoría esta basada en experimentos en los cuales se encontró que el

cobre inyectado por vía intravenosa estimula la secreción de un neuropéptido que estimula el consumo de alimento.

1.4. Resultados del cobre como promotor de crecimiento en cerdos recién destetados.

En las figuras 2, 3 y 4 se ha incluido los resultados obtenidos por varios autores con respecto al efecto que tiene el cobre sobre los parámetros productivos más importantes como lo son, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, se puede observar en general que en los tres parámetros se muestra una tendencia cuadrática, observándose una mejora en todos los parámetros productivos hasta niveles de 250 ppm de cobre. Niveles más altos de 250 ppm de cobre tienden en general a disminuir la magnitud de estos parámetros productivos.

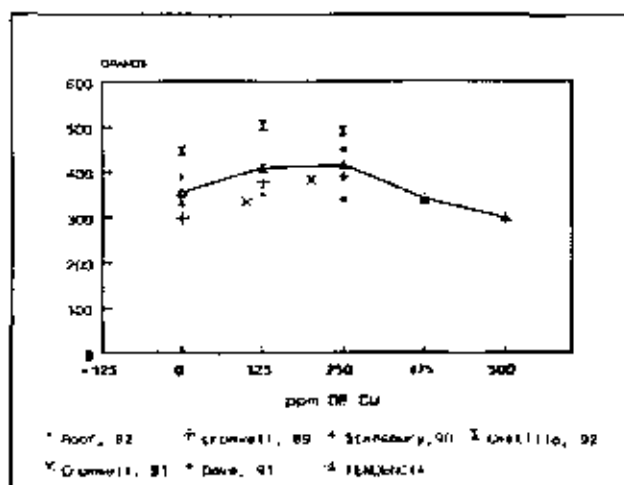


Figura 1. Efecto del sulfato de cobre sobre las ganancias diarias de peso.

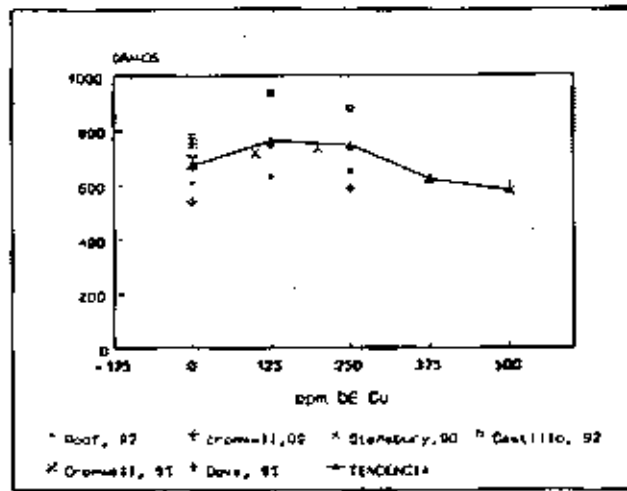


Figura 2. Efecto del sulfato de cobre sobre el consumo diario de alimento.

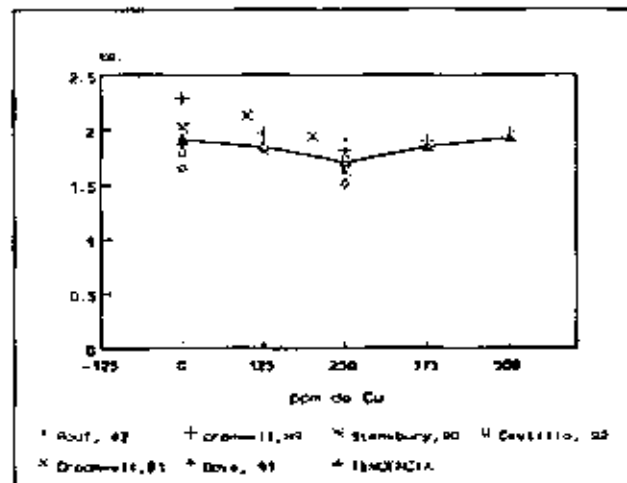


Figura 3. Efecto del sulfato de cobre sobre el índice de conversión alimenticia.

El nivel de sulfato de cobre más usado es el de 250 ppm. Este nivel está bien documentado y mejora las ganancias de peso e índices de conversión alimenticia en cerdos recién destetados (Ribeiro y col., 1981; Burnell y col., 1988; Roof y Mahan, 1982; Edmonds y col., 1985). El uso de 125 ppm de sulfato de cobre muestra solo un 75 % de eficiencia en comparación al nivel de 250 ppm. Cromwell, 1989 notó que niveles más altos de 250 ppm de sulfato de cobre pueden resultar en un incremento de los niveles de cobre en el hígado y en las heces, este último de verdadera importancia ecológica. El incremento de las concentraciones de cobre por encima de 250 ppm, han hecho decaer las ganancias de peso y las eficiencias de conversión alimenticia, incrementando los niveles de cobre en el hígado conforme se adiciona en la dieta.

1.4.1. Acción sinérgica del cobre con otros aditivos para cerdos recién destetados.

El cobre junto a otros elementos ha demostrado tener una acción sinérgica y mejorar más los parámetros productivos. Un cerdo de rápido crecimiento tiene por ejemplo un alto requerimiento de biótina, y la acción antibacteriana del cobre puede reducir la síntesis de biótina por las bacterias. Así se ha

demostrado que los cerdos alimentados con niveles altos de cobre (200 ppm) y un nivel extra de biótina en la dieta (440 y 880 ppb) tienen mejores ganancias de peso y conversión alimenticia que los cerdos sólo suplementados con cobre. (Kornegay y col., 1989)

El uso de antibióticos en conjunto con cobre presenta generalmente respuestas aditivas. Roof y Mahan, 1982 demostraron que el uso de 125 ppm de sulfato de cobre y 55 ppm de carbadox mejoran las ganancias de peso y las eficiencias de conversión alimenticia. Cuando el antibiótico no fue ofrecido el mejor nivel de cobre como promotor de crecimiento fue 250 ppm de sulfato de cobre.

No se han encontrado diferencias significativas entre el tipo de grasa que se use en la dieta y las concentraciones de cobre que se usen. Sin embargo, si se han obtenido respuestas significativas a los niveles de cobre en la dieta cuando se usa un 5% de grasa. (Dove y Hydon, 1992)

También se ha informado de un efecto aditivo cuando se usa roxarsone (promotor de crecimiento usado en aves) a razón de 100 ppm y 250 ppm de cobre a la forma de sulfato de cobre, en las ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de los lechones destetados (Edmonds y col., 1986).

El aumento del % de calcio y fósforo en la dieta (0.65% a 1.2% y 0.55% a 1% respectivamente) tiene una acción sinérgi-

ca con la suplementación de cobre a un nivel de 250 ppm. mejorando de esta forma las ganancias diarias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, debido a una mejor absorción del cobre en tracto gastrointestinal (Prince y col., 1984).

2. Probióticos como aditivos naturales en raciones de cerdos recién destetados.

Los probióticos son cualquier sustancia que pueda ayudar a la flora entérica normal a mantener su dominancia sobre aquellos organismos patogénicos lo cual a su vez encierra el concepto de "exclusión por competencia". Estos aditivos en el pasado han sido categorizados como drogas mágicas como el polvo foo foo o el aceite de culebra, etc.

Se puede argumentar que Europa es la cuna de los probióticos, ya que fue la primera área en el mundo en documentar el uso de microorganismos para promover la producción animal usando yogurt para la alimentación animal.

El objetivo principal de usar los probióticos es de tener un animal altamente productivo y sano, lo que se puede obtener asegurando que el animal tenga una microflora deseable en su tracto digestivo como son los *Lactobacillus acidophilus* y *Streptotoccus faecium*, eliminando los microorganismos indeseables como *Eschericia coli*.

Metchnikoff, 1980 (citado por Lyons, 1987) presentó la teoría de que los microbios detrimientales presentes en el tracto digestivo de los animales pueden ser atenuados con la ingestión de microorganismos benéficos, como los ya mencionados.

Una de las causas más importantes de mortalidad en cerdos jóvenes son los problemas gástricos, lo que provoca una alta mortalidad temprana. Estudios citados por Lyons, 1988, prueban que 80% de los problemas gástricos que se presentan en cerdos jóvenes son provocados por infecciones de *E. coli*.

Estos estudios indican tendencias que las bacterias normalmente no habitan el tracto gastrointestinal de los cerdos jóvenes. Sin embargo en períodos de stress o mal manejo el balance entre las especies benéficas y las patógenas puede volcarse a favor de la *E. Coli* y como resultado se obtiene un crecimiento pobre de los cerdos y mayor mortalidad.

Las secreciones gástricas e intestinales han sido extensamente estudiadas por Kidder and Manners (1978) (citado por Lyons, 1992.). La areas de mayor secreción en el estómago comprenden el área pilórica y el área fúndica. Estas secretan pepsinógeno que es activado por el bajo pH que proporciona el ácido clorhídrico. El mantenimiento de un pH bajo en el tracto gastrointestinal facilita la secreción de estas enzimas que son importantes para la degradación de proteínas. Sin embargo se ha demostrado que las secreciones de estos ácidos

en el estómago en las primeras semanas post-destete son mucho más bajas que antes del destete, como se puede observar en la figura 5 (Lyons, 1992).

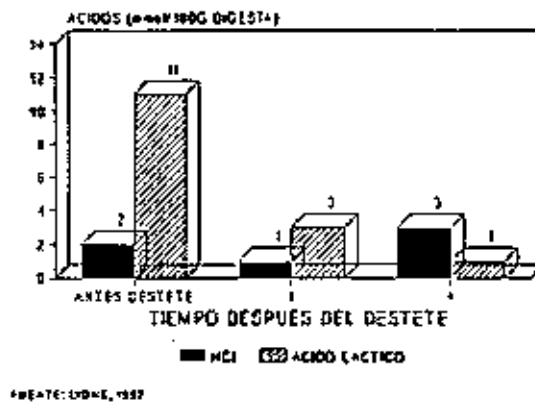


Figura 4. Concentraciones de ácidos orgánicos en la digesta estomacal después del destete

2.1 Características de los probióticos

Para obtener buen resultado en el uso de los probióticos en la alimentación de cerdos deben poseer de varias características que tienen que tener los microorganismos o bacterias que lo componen. Estas características son las siguientes de acuerdo a Lyons, 1987:

1. No patogénicos:

Las bacterias usadas en la alimentación tienen que ser incapaces de provocar una enfermedad en el animal. En este sentido los *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium* son conocidos por no hacer daño alguno al animal.

2. Gram positivo:

Las bacterias gram positivo son más resistentes a la destrucción por las enzimas digestivas como las lisozima (lipoenzima secretada a nivel del tracto gastrointestinal) y por eso tienen mayor oportunidad de alcanzar el intestino delgado. Además que son más resistentes al congelado, proceso que se usa en una etapa de la producción comercial de estas bacterias para uso alimentario.

3. Ácido resistentes y ácido productoras:

Los microorganismos tienen que ser ácido resistentes para poder pasar el estómago y así alcanzar el intestino. A la vez tienen que ser capaces de producir ácido para poder crear un ambiente antagónico, a los microorganismos patógenos.

4. Acción específica:

Es importante para asegurar la colonización y adhesión al tracto intestinal del animal, en el lugar donde se requiere.

5. Excreción del factor anti-*E. coli*:

Las bacterias ácido productoras tienen la capacidad de producir subproductos que inhiben el crecimiento de colifor-

mes. Todos los microorganismos usados para la producción de probióticos tienen que contar con esta característica.

6. Tolerancia a la bilis:

Las bacterias deben pasar el duodeno, donde llegan las secreciones de bilis. Esto hace difícil el paso de las mismas hacia todo el intestino, ya que existe una susceptibilidad de las bacterias, la que se debe a que las membranas de estas están compuestas de lípidos y ácidos grasos los cuales son susceptibles a ser destruidos por las sales biliares.

7. Estabilidad y viabilidad:

Así como es necesario contar con una acción en lugares específicos y secreción de productos específicos, es necesario que durante la producción de estas bacterias a nivel comercial se mantengan vivas y sin perder su acción de ácido productoras.

2.2. Forma de acción de los probióticos

Existe mucha controversia en la forma de acción de los probióticos. Sin embargo los principios que explican sus efectos benéficos son los siguientes:

1. Cambio en la composición de la flora entérica y reducción de la *E. Coli*.
2. Síntesis de lactato y reducción del pH intestinal
3. Colonización de tracto digestivo.

4. Producción de sustancias estimulantes.
5. Reducción de aminos tóxicas y amonía.

El papel que juegan los factores externos como lo son situaciones de stress y mal manejo son importantes para entender el potencial que los probióticos tienen para mejorar la productividad y salud de los cerdos. El destete provoca una reducción en el consumo de los cerdos y a la vez una situación de stress. Esto va acompañado por el incremento en el pH del estómago, debido a que los cerdos jóvenes no producen cantidades suficientes de ácido clorhídrico (HCl). Esto baja la producción de HCl y hace que se presente un medio poco favorable para la producción de pepsinógeno. De esta manera no se aprovechan en buena forma las proteínas. Por otro lado el cambio de dieta tan drástico que sufren los cerdos al destete, hace necesario un cambio rápido de la flora gastrointestinal, para así poder mejorar su comportamiento.

Los probióticos, como el LACTO-SACC contiene *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus faecium*, bacterias que son ácido productoras y por medio de esta característica es que van a mantener un pH bajo y adecuado para: la secreción de pepsinógeno y por lo consiguiente una mejor utilización de los elementos de la dieta incluyendo la proteína (Lyons, 1992).

Otra razón por la que es importante la producción de ácido láctico por las bacterias, es para favorecer la ocurrencia de otras enzimas gástricas creando un ambiente donde

tengan un funcionamiento normal. El inicio de la digestión de proteínas va a depender enormemente del pH gástrico el cual debe ser normalmente de 2 a 3.5 para que las enzimas pancreáticas como la tripsina, quimotripsina, carboxipeptidasa, amilasa, lipasa, maltasa y lactasa no se vean afectadas en su secreción y potencial de acción.

2.3. Resultados de los probióticos en cerdos recién destetados.

El método más comúnmente usado para contrarrestar la acción de microorganismos patógenos en los animales, ha sido el uso de agentes antibióticos. Sin embargo en los últimos años ha habido una gran preocupación por el uso de los antibióticos y de productos con residuos de químicos. Esto ha abierto las puertas al uso de los probióticos como una manera de reducir el uso de antibióticos. Debido a lo anterior se ha empezado a trabajar con estos dos factores (Ver Cuadro 1).

El uso de probiótico (LACTO SACC) en la dieta ha permitido incrementar las ganancias de peso y las eficiencias de conversión lo cual significa que los probióticos incrementan eficientemente el uso de los nutrientes y que a la vez son compatible con los antibióticos.

El uso del probiótico en especial el LACTO SACC que contiene bacterias ha demostrado tener una buena influencia

sobre el comportamiento de cerdos jóvenes, entre más temprano se adicione a la dieta mejor puede ser el resultado.

cuadro F | EFECTO DE LA ADICION
DE PROBIOTICO Y ANTIBIOTICO A LA DIETA DE
CERDOS JOVENES EN 2 EXPERIMENTOS

	CONTROL		LACTOSACC	
	EXP.1	EXP.2	EXP.1	EXP.2
PESO INICIAL (kg)	8.6	8.2	7.6	7.9
PESO FINAL (kg)	38.4	17.9	41.2	18.6
GANANCIA DIARIA (gr)	473	287	525	315
ICA	2.32	2.53	2.17	2.35

FUENTE: LYONS, 1967

III. MATERIALES Y METODOS

1. Localización

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la sección de cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana, el Zamorano, Honduras.

El trabajo de campo se realizó en el período de Agosto de 1992 a Noviembre de 1992.

2. Animales

Se utilizaron 144 lechones, 72 machos castrados y 72 hembras, con un peso inicial de siete a nueve Kgs. y aproximadamente 32 días de edad. Los animales se alojaron en corrales elevados con piso ranurado de tres metros de largo por uno de ancho. Los cerdos fueron subdivididos en 18 grupos homogéneos de seis animales de acuerdo al peso inicial, sexo y origen de la camada.

Todos los cerdos fueron desparasitados una semana después del destete, y una semana después de la desparasitación se vacunaron contra el cólera porcino.

3. Tratamientos Experimentales

Se evaluaron 4 niveles de sulfato de cobre con y sin probiótico. Los tratamientos evaluados se presentan en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Tratamientos experimentales.

	Cobre (ppm)			
	0	125	250	375
% de LACTOSACC				
0	I	II	III	IV
0.2	V	VI	VII	VIII

4. Raciones utilizadas.

La composición de las dietas de inicio utilizadas en el estudio se indican en el Anexo 1. Se usaron dietas basadas en maíz y una mezcla de harina de soya, harina de pescado y harina de carne. La dieta fue ofrecida ad-libitum a los cerdos, en comederos automáticos.

5. Controles experimentales

Las variables que se midieron fueron ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y deposición de cobre en el hígado. La ganancia diaria de peso se midió a través de pesos semanales de los lechones. El consumo de alimento fue determinado por lo ofrecido y el sobrante al final de cada semana y el alimento fue proporcionado ad libitum y se pesaron las cantidades proporcionadas diariamente. Para medir la deposición de cobre en el hígado se realizó un análisis de espectrofotometría de absorción atómica en los hígados de los cerdos alimentados con distintos niveles de cobre.

6. Diseño Experimental

El diseño que se usó fue el de Bloques Completamente al Azar con un arreglo factorial de 4×2 con 3 repeticiones, (cuatro niveles de cobre 0, 125, 250 y 375 ppm) (dos niveles de probiótico 0% y 0.2%) y tres repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales (corral). Cada grupo experimental contó con seis lechones (tres hembras y tres machos). Para la variable ganancia de peso cada lechón fue

tomado como una unidad experimental dando un total de 144 observaciones. Para la variable de consumo y conversión alimenticia, cada unidad experimental fue representada por cada corral con un total de 24 observaciones.

Se realizó un análisis de varianza, comparación de medias (DUNCAN) y regresión para los efectos del cobre. Los datos fueron analizados por medio del programa MSTAT (Michigan State University).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Ganancias diarias de peso.

En el Cuadro 3, se demuestra que la variable ganancia diaria de peso, con el sulfato de cobre presentó un efecto altamente significativo ($P < .001$) con una ganancia diaria de peso de 452 y 470 g/día, para los tratamientos con 250 y 375 ppm.

Cuadro 3. Efecto de la suplementación con cobre y probiótico en la ganancia diaria de peso de cerdos recién destetados.

	Cobre (ppm)				X
	0	125	250	375	
% de LACTOSACC					
0	334	437	481	476	432
0.2	369	456	423	464	428
X	352b	447ab	452a	470a	

^{ab} $P < .01$

Al analizar por regresión, el efecto de los distintos niveles de cobre sobre las ganancias de peso, se observa un efecto cuadrático altamente significativo ($P < .01$), Figura 6. De acuerdo a este efecto cuadrático el nivel de cobre al cual se obtiene la máxima respuesta es estimado en 318 ppm.

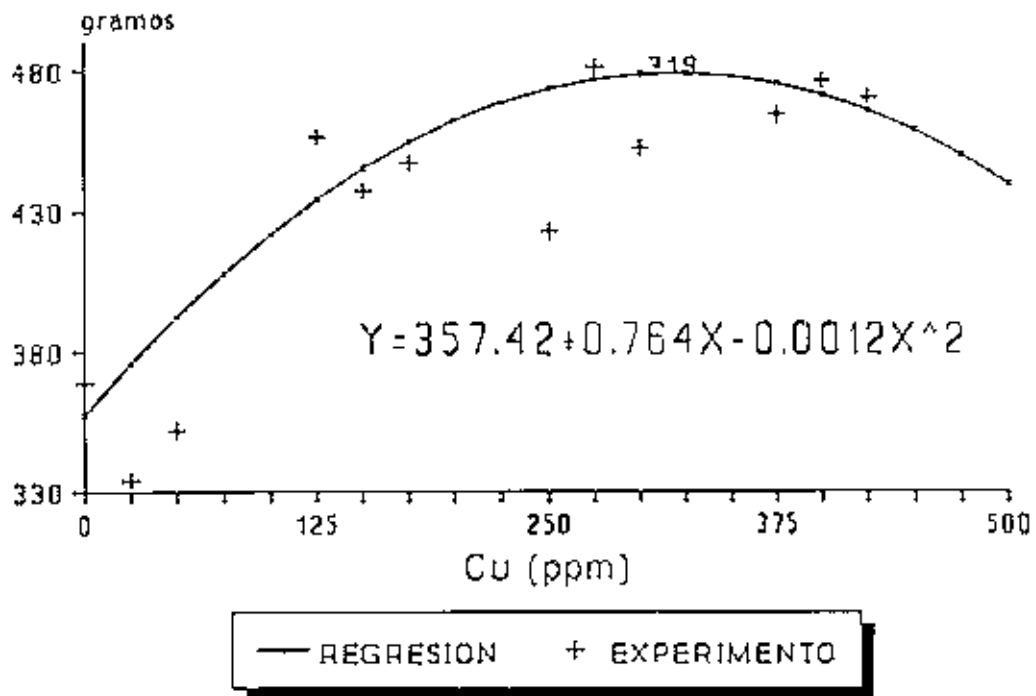


Figura 5 Efecto del cobre sobre la ganancia diaria de peso

Estos datos confirman los resultados obtenidos por Castillo, 1992, en los cuales se encontró una respuesta positiva al suplementar las dietas de lechones con 125 o 250 ppm de cobre. En el presente estudio, las diferencias en ganancias de peso con el tratamiento testigo sin cobre fueron en promedio de 100 y 118 g/día para los tratamientos con 250

y 375 ppm de cobre, representando aumentos en ganancias de peso equivalentes a 28 y 34% respectivamente. Roof y Mahan, 1982, Cromwell y col, 1989, Stansbury y col, 1990, Dove y Hydon, 1992, han encontrado respuestas similares en ganancias de peso, sin embargo los resultados del presente estudio en cuanto a la magnitud de la respuesta al cobre, son superiores al trabajo de Castillo, 1992, lo cual puede deberse a que la dieta control sin sulfato de cobre, no contenía antibióticos en las dosis que usualmente se usan en dietas de inicio para lechones, y por lo tanto esto podría explicar la magnitud de la respuesta obtenida al suplementar con cobre.

El efecto del probiótico y la interacción probiótico-cobre sobre las ganancias de peso no tuvo ningun efecto significativo. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Lyons, 1987 quien demostró que la adición de Lacto-Sac junto con una fuente de antibióticos tienen un efecto positivo sobre las ganancias de peso diaria de lechones.

2. Consumos de alimento.

En el Cuadro 4, se muestran los resultados obtenidos para esta variable los cuales no fueron afectados significativamente por el efecto del cobre y el probiótico, sin embargo al comparar los consumos de acuerdo al nivel de cobre los lechones

mostraron una tendencia ($P.< 0.1$) a incrementarlos. Este efecto de aumento en los consumos ha sido reportado por Cromwell y col, 1989 y Stansbury y col, 1990, los cuales informaron que los mayores consumos se obtuvieron con la suplementación de 250 ppm de cobre en la dieta.

Cuadro 4. Efecto de la suplementación con cobre y probiótico en el consumo diario de cerdos recién destetados.

	Cobre (ppm)				
	0	125	250	375	X
‡ de LACTOSACC					
0	772	904	1000	921	899
0.2	921	940	1094	955	978
X	847	922	1047	938	

En forma similar el probiótico también mostro una tendencia ($P.< 0.1$) a mayores consumos, lo que pudiera deberse a un aumento en la palatabilidad del concentrado, causado por la adición del Lacto-Sac. Lyons 1992, informó que el uso del probiótico aumenta el consumo, la digestión de la dieta y su palatabilidad.

3. Conversión Alimenticia

No hubo efecto significativo del sulfato de cobre sobre la conversión alimenticia. El nivel de 250 ppm de cobre sin probiótico (2.08) conjuntamente con los tratamientos de 375 ppm de cobre sin probiótico (1.94) y con probiótico (2.19) fueron los que presentaron las eficiencias más altas. Sin embargo, el tratamiento de 250 ppm de cobre con probiótico fue el que presentó la más baja conversión (2.58). Roof y Mahan 1982, Cromwell y col 1989, Stansbury y col 1990, Dove y Hydon, 1992, indicaron que niveles de 125 a 375 ppm de cobre tienen mayor efecto positivo en consumo y conversión alimenticia.

Cuadro 5. Efecto de la suplementación de cobre y probiótico sobre la eficiencia conversión alimenticia de cerdos recién destetados.

	ppm de cobre				X
	0	125	250	375	
% de LACTOSACC					
0	2.30	2.23	2.08	1.95	2.09*
0.2	2.5	2.05	2.58	2.19	2.36*
X	2.40	2.14	2.33	2.07	

*P <0.05

El efecto del probiótico fue significativo ($P < .05$) indicando que en promedio los tratamientos tienen menores eficiencia de conversión que los tratamientos sin probiótico (2.36 vs. 2.09). Estos resultados presentan la misma variabilidad que los niveles de cobre. Una posible explicación de estos menores valores de eficiencia para los tratamientos con probiótico podrían atribuirse a la tendencia que mostraron los consumos a ser mayores cuando se usó probiótico lo que podría deberse a un aumento de la palatabilidad de estas dietas, sin afectar las ganancias de peso.

4. Acumulación de Cobre en el Hígado

En la Fig. 6. se muestran los resultados de los niveles de cobre en el hígado considerando sólo los niveles de cobre en la dieta ($P < .01$) ya que el efecto del probiótico y la interacción probiótico-cobre no fueron significativos.

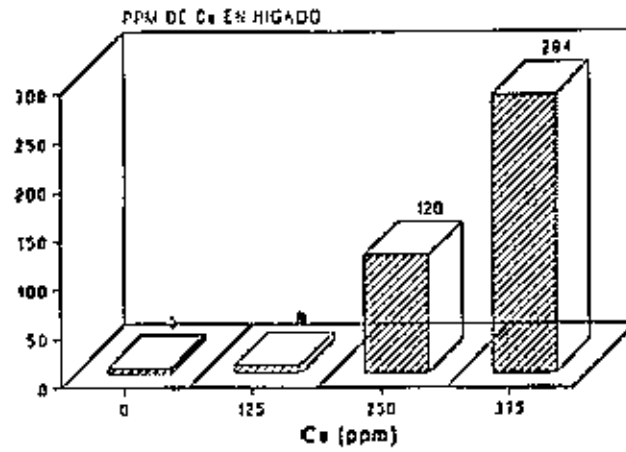
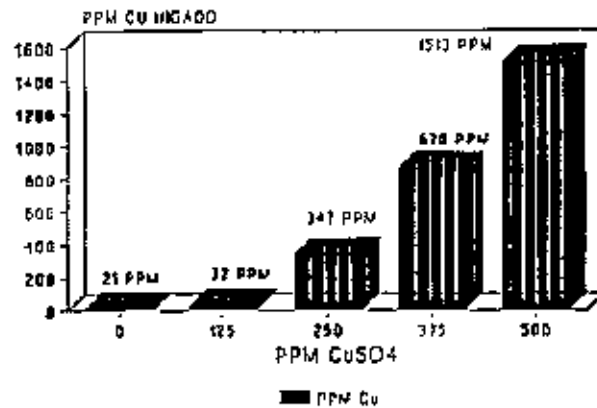


Figura 6 Acumulación de cobre en el hígado



CROWE ELL 1985

Figura 7 Acumulación de cobre en el hígado

Se observó que la adición de cobre en la dieta provoca acumulación de cobre en el hígado. Este efecto es lineal ($P < .01$) y se observa muy marcado a partir de 250 ppm de cobre como se muestra en la Fig 8. Estos resultados son muy similares a los encontrados por Cromwell y col. 1989 (Figura 7), donde observaron en cerdos destetados tendencias de acumulaciones de cobre en el hígado a partir de 250 ppm de cobre en la dieta.

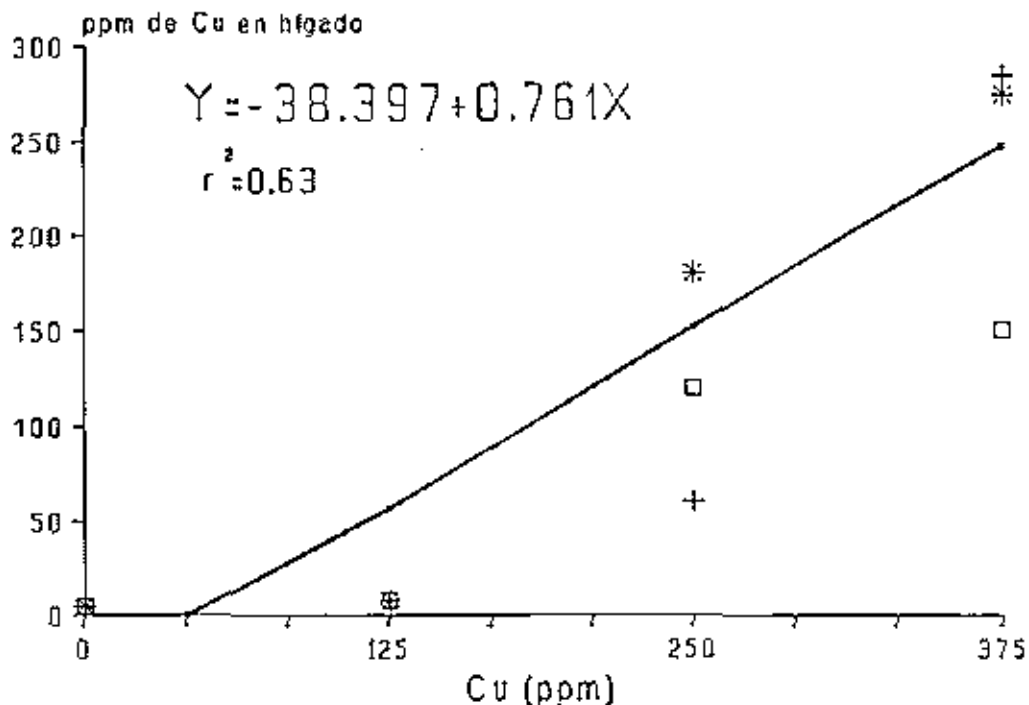


Figura 8 Efecto del cobre de la dieta sobre la acumulación de cobre en el hígado.

V. CONCLUSIONES

1. El sulfato de cobre si tiene un efecto significativo sobre el crecimiento cuando es suplementado a niveles iguales o mayores de 250 ppm en la ración de cerdos destetados tempranamente, sin embargo el uso del probiótico LACTOSACC no afectó significativamente las ganancias de peso.
2. Al incluir probiótico LACTOSACC se observa un efecto significativo sobre el consumo diario de alimento sin afectar las ganancias de peso diarias.
3. La suplementación con niveles de cobre mayores a 250 ppm, provocan un aumento significativo y acumulativo de los niveles de cobre en el hígado de los cerdos jóvenes.

VI. RECOMENDACIONES

1. . Evaluar el efecto de las dietas con probiótico (LACTO-SACC) en condiciones de destete más temprano (28 días o menos).
2. Generar información más detallada sobre el comportamiento productivo del cerdo durante las dos primeras semanas post-destete.
3. Continuar la investigación de probióticos usando otros niveles y otros productos comerciales del mismo tipo.

VII. RESUMEN

En el proceso de evaluar dietas adecuadas para cerdos destetados y obtener mejores parámetros productivos en la etapa de post-destete, se realizó un experimento con 144 lechones (72 hembras y 72 machos castrados) con una edad promedio de 32 días. El objetivo del trabajo fue medir el efecto de la suplementación con diferentes niveles de sulfato de cobre (0, 125, 250 y 375ppm) y del probiótico Lacto-sacc (0% y 0.2%), sobre las ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Se evaluó también la acumulación de cobre en el hígado. El experimento se realizó bajo un diseño de Bloques completamente al Azar con un arreglo factorial 4 * 2 (4 niveles de cobre y 2 niveles de probiótico) con 3 repeticiones de seis cerdos (3 hembras y 3 machos). Los resultados indicaron un efecto significativo ($P < 0.01$) del cobre sobre las ganancias diarias de peso, las que fueron de 352, 447, 452 y 470 g/día/cerdo para los tratamientos con 0, 125, 250 y 375 ppm de cobre, respectivamente. El efecto del cobre presentó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01$), obteniéndose un máximo en ganancias diarias cuando se suplementó la dieta con 318 ppm de cobre. El consumo de alimento no fue afectado significativamente por el cobre ni por el probiótico. El probiótico afectó significativamente la conversión alimenticia ($P < 0.05$) cuando los valores de

2.09 y 2.36 para los tratamientos sin y con probiótico respectivamente. Los diferentes niveles de cobre en la dieta afectaron significativamente la acumulación de este elemento en el hígado ($P < 0.01$) siendo los niveles en el hígado de 4.8, 7.8, 120 y 284ppm para los tratamientos 0, 125, 250 y 375ppm respectivamente. La acumulación de cobre en el hígado mostró tener una tendencia lineal altamente significativa ($P < 0.01$).

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AHERNE, F. 1987. Resumen de aditivos alimentarios, los antibióticos siguen siendo los mejores promotores de crecimiento. *International Pigletter*. Pig World Inc. E.E.U.U. 7(8):29-32.
- BROOKS, P.H.D.T. y HASTINGS K.E. 1984. The effect of dietary biotin on the response of growing pigs to copper sulfate use as growth promotant. *J. Anim. Sci.* 58:539-543.
- BURNELL, T.W.; CROMWELL, G.L. Y STAHLY, T.S. 1988. Effects of dried whey and copper sulfate on the growth responses to organic acid in diets for weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 66(5):1100-1108.
- CASTILLO, O. 1992. Evaluación de diferentes niveles de harina de pescado, cobre y lisina en dietas para lechones destetados tempranamente. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras 59p.
- CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S.; MONEGUE, H.J. 1989. Effects of source and level of copper on performance and liver copper stores in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 67:2996-3002.
- CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S.; MONEGUE, H.J. 1992. Long term feeding of high copper diets in sows. *J. Anim. Sci.* 70:229.
- DOVE, C.R.; HAYDON, K.D. 1992. The effect of copper and fat addition of the diets of weanling swine on growth performance and serum fatty acids. *J. Anim. Sci.* 70(30):805-810.
- EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. 1985. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. *J. Anim. Sci.* 60(2):462-469.
- FOUAD, M.T. 1976. The physiochemical role of chelates minerals in maintaining optimal body biological functions. *J. Appl. Nutr.* 28:5.

- HAWBAKER, J.A.V.C.; SPEER, V.W.; HAY, V.W.; CARTRON, D.V. 1961. Effect of copper and other chemotherapeutics in swine rations. *J. Anim. Sci.* 20:163.
- KORNEGAY, E.T.; HEUGTEN, P.H.G.; LINDEMANN, M.D.; BLODGETT, D.J. 1989. Effects of biotin and high copper levels on performance and immune response of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 67(6):1471-1477.
- KORNEGAY, E.T.; ZHOU, W.; WELTER, M.K.; SWINKELS, J.W.G.M.; LINDEMANN M.D. 1992. Stimulation of growth in weanling pigs by intravenous administration of copper. *J. Anim. Sci.* 70:228.
- LYONS, T.P. 1987. Biotechnology in feed industry. Proceedings of the Alltech's Third Annual Symposium. Alltech Technical publications E.E.U.U. pp. 156-217.
- LYONS, T.P. 1988. Biotechnology in feed industry. Proceedings of the Alltech's Fourth Annual Symposium. Alltech Technical publications E.E.U.U. pp.219-223.
- LYONS, T.P. 1992. Biotechnology in feed industry. Proceedings of the Alltech's Eighth Annual Symposium. Alltech Technical publications E.E.U.U. pp. 139-149.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1988) Nutrient requirements of domestic animals.1. Nutrient requirements of swine. Washington, D.C., 91pp.
- PRINCE, T.J.; HAY, V.W.; CROMWELL, G.L. 1984. Interactive effects of dietary calcium, phosphorus and copper on performance and liver stores of pigs. *J. Anim. Sci.* 58(2):356-361.
- RIBEIRO, F.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. 1981. Effects of copper with and without ferrous sulfide and antibiotics on the performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 52(2):241-248.
- ROOF, M.D.; MAHAN, D.C. 1982. Effect of carbadox and various dietary copper levels for weanling swine. *J. Anim. Sci.* 55(5):241-247.
- STANSBURY, W.F.; TRIBBLE, L.F.; ORR, D.E. Jr. 1990. Effect of chelated copper sources on performance of nursery and growing pigs. *J. Anim. Sci.* 68:1318-1322.
- UNDERWOOD, E.J. 1962. Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, New York. pp. 66-93.

UNDERWOOD, E.J. 1981. Los minerales en la nutrición del ganado. Editorial ACRIBIA, impreso en España. pp.107-120.

ZHOU, W.; KORNEGAY, E.T.; SWINKELS, B.; WONG, E.A. 1992. Growth promoting action of copper depends on enhanced feed consumption. Animal Science Research Report No. 10, Virginia Agricultural Experimentation station. Pp. 41-43.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Composición de ingredientes de las distintas dietas utilizadas en el experimento.

INGREDIENTES FIJOS

ACEITE	3
H. CARNE	7.40
H. PESCADO	9
H. SOYA	10.22
MELAZA	3
SAL	0.5
VITAMELK	0.3

INGREDIENTES VARIABLES

	MAIZ	CuSO4	LACTOSACC
T1	66.58	0	0
T2	66.53	0.05	0
T3	66.48	0.1	0
T4	66.43	0.15	0
T5	66.38	0	0.2
T6	66.33	0.05	0.2
T7	66.28	0.1	0.2
T8	66.23	0.15	0.2

PROTEINA 18%

E.M. (KCAL) 3252

Anexo 2: Análisis de varianza sobre las ganancias diarias de peso.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REPETICIONES	17	192118.12	11301.06	1.13	0.34
COBRE (a)	3	305173.36	101724.45	10.22	0.000
ERROR	51	507233.86	9945.76		
PROBIOTICO (b)	1	603.30	603.30	0.05	n.s.
A * B	3	45878.50	15292.83	1.31	0.27
ERROR	65	755325.66	11620.39		
TOTAL	140	1806332.66			

C.V.= 25.03%

Prueba de diferencia de medias (test de rango múltiple de duncan)

(P.< 0.010)

Tratamientos de cobre	media
375ppm	470.6 c
250ppm	452.4 a
125ppm	447.2 ab
0ppm	352.3 b

Anexo 3. Análisis de varianza para la regresión de las ganancias diarias de peso afectada por niveles de cobre usados en la dieta.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REGRESION	2	276185.08	138092.54	12.60	0.000
RESIDUAL	138	1512402.27	10959.43		
TOTAL	140	1788587.35			

$$\text{Ecuación } Y=367.42+0.764X-0.0012X^2$$

Anexo 4. Análisis de varianza de los consumos diarios de alimento por cerdo.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REPETICIONES	2	0.024	0.012	0.92	n.s.
COBRE (a)	3	0.123	0.041	3.19	0.10
ERROR	6	0.077	0.013		
PROBIOTICO(b)	1	0.037	0.037	3.45	0.10
A * B	3	0.013	0.004	0.42	n.s.
ERROR	8	0.085	0.011		
TOTAL	23	0.359			

C.V.= 10.97%

Anexo 5. Análisis de varianza de las eficiencias de conversión alimenticia.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REPETICIONES	2	0.551	0.275	5.76	0.04
COBRE (a)	3	0.439	0.146	3.06	0.11
ERROR	6	0.286	0.048		
PROBIOTICO(b)	1	0.233	0.233	6.70	0.03
A * B	3	0.353	0.118	3.38	0.07
ERROR	8	0.278	0.035		
TOTAL	23	2.141			

C.V. = 8.33%

Anexo 6. Análisis de varianza sobre la acumulación de cobre en el hígado.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REPETICIONES	1	3534.32	3534.32	1.03	0.38
COBRE (a)	3	207769.06	69256.35	20.33	0.01
ERROR	3	10219.55	3406.51		
PROBIOTICO (b)	1	1622.88	1622.88	0.19	n.s.
A * B	3	14206.78	4735.59	0.57	n.s.
ERROR	4	327713.26	8178.31		
TOTAL	15	270065.85			

C.V.= 86.67%

Prueba de diferencia de medias (test de rango múltiple de duncan)

(P.< 0.010)

Tratamientos de cobre	media
375ppm	100.5 a
250ppm	120.2 ab
125ppm	7.810 b
0ppm	4.700 b

Anexo 7. Análisis de varianza para la regresión de la acumulación de cobre en el hígado de los cerdos, afectada por niveles de cobre usados en la dieta.

FUENTE	G.L.	S.C	M.S.	F.	PROB.
REGRESION	1	181102.79	181102.79	28.50	0.000
RESIDUAL	14	88963.05	6354.5		
TOTAL	15	270065.85			

$$Y = -38.397 + 0.761X$$