

92  
2j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN**

**EVALUACION DEL SULFATO DE COBRE MAS OLAQUINDOX  
Y FIBRA SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO  
EN CERDOS**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**P R E S E N T A N :**

**MARIA DEL CARMEN ZAMARRIPA MEDINA  
JORGE ARROYO SOTO**

**DIRECTOR DE TESIS :**

**M. C. MARCO ANTONIO SALGADO BARRERA  
CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 1990**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCION .....	1
1.1 Objetivos.....	4
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1 Antecedentes.....	5
2.2 Modo de Acción de los Antibióticos y de los Antimicrobianos.....	5
2.3 Efecto del Olaquinox sobre el Comportamiento Productivo de Cerdos.....	6
2.4 Efecto del Cobre sobre el Comportamiento Productivo de Cerdos.....	8
2.5 Utilización de Ingredientes Fibrosos en Dietas para Cerdos.....	12
III. HIPOTESIS.....	16
IV. MATERIAL Y METODOS.....	17
V. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
5.1 Ganancia Diaria de Peso.....	21
5.2 Consumo Diario de Alimento.....	22
5.3 Conversión Alimenticia.....	22

<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>27</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>28</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>30</b>

## INDICE DE CUADROS

### CUADRO

1	DIETA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO DE 20 A 35 KG....	18
2	DIETA PARA CERDOS EN DESARROLLO DE 35 A 60 KG.....	19
3	DIETA PARA CERDOS EN ENGORDA DE 60 A 100 KG.....	20
4	EPECTO DE LA FIBRA Y OLAQUINDOX MAS SULFATO DE COBRE (CuSO <sub>4</sub> ) SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO EN CERDOS. ....	21
5	EPECTO DE LA FIBRA Y OLAQUINDOX MAS SULFATO DE COBRE (CuSO <sub>4</sub> ) SOBRE EL CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO EN CERDOS. ....	22
6	EPECTO DE LA FIBRA Y OLAQUINDOX MAS SULFATO DE COBRE (CuSO <sub>4</sub> ) SOBRE LA CONVERSION ALIMENTICIA EN CERDOS. ....	23
7	COSTOS DE PRODUCCION PROMEDIO DE CERDOS DE LA ETAPA DE CRECIMIENTO A ENGORDA.....	26

## I. INTRODUCCION

El paso de las explotaciones extensivas o naturales a sistemas intensivos, produjo un gran cambio estructural, principalmente en la producción porcícola y avícola, las cuales comenzaron a mantener a los animales en estabulación total, convirtiendo al hombre en el único responsable del nuevo medio ecológico creado. Se inicia así un proceso que dura hasta nuestros días, en el cual el monto invertido en las explotaciones porcinas, debe crecer en forma rápida, lo que exige recíprocamente una proyección sistemática y eficiente del rendimiento animal, para una mejor amortización de la inversión. Para ello se tratan de mejorar todos los factores que condicionan ésta producción y en especial el manejo alimenticio, ya que este representa alrededor del 80% del costo de producción. Es entonces cuando surgen en el área de la alimentación, el uso de diversas sustancias denominadas "aditivos" ; considerándose como tal, a los compuestos o sustancias que no aportan nutrientes, además de no ser necesarias dentro de los procesos metabólicos, las cuales se han venido en la producción pecuaria para aprovechar al máximo los nutrientes que se encuentran en el alimento (Marotta *et al.*, 1985).

Los aditivos más comunmente empleados en la porcicultura son los promotores del crecimiento los cuales son definidos por O'Connor (1980), como aquellos compuestos que suministrados a los animales, aumentan su tasa de crecimiento y mejoran la conversión alimenticia, disminuyendo a la vez la morbilidad y mortalidad.

Dentro de los promotores del crecimiento tenemos que los antibióticos y los antimicrobianos se comenzaron a utilizar desde la década de los cincuentas (Vázquez, 1981). Se considera como antibióticos a las sustancias químicas producidas por microorganismos u obtenida sintéticamente, capaces de inhibir o destruir microorganismos (Mc-Graw - Hill, 1981). De manera similar funcionan los antimicrobianos, sin embargo estos no resultan del metabolismo de microorganismos.

Actualmente se comercializa un antibiótico sintético cuyo principio activo es el olaquinox (Bayo - n - ox), el cual fué creado en 1967 y autorizado en 1976 en la comunidad europea como promotor del crecimiento (Bayer, 1979).

Numerosas investigaciones han demostrado que existe una acción potencializada del efecto mejorador de los antibióticos, cuando son administrados conjuntamente con antimicrobianos como el sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ).

Cervantes (1986), obtuvo incrementos del 6 al 9% en la ganancia diaria de peso y mejoras en la conversión alimenticia de 3 a 4% en cerdos en crecimiento, cuando utilizó el  $\text{CuSO}_4$  como aditivo alimenticio.

Sin embargo son pocos los antecedentes sobre la utilización del  $\text{CuSO}_4$  y olaquinox en forma conjunta en dietas para cerdos.

Por lo antes expuesto y a raíz de que se ha sugerido que la utiliza  
ción de fibra, puede ser una alternativa para satisfacer las necesidades  
nutricionales de los cerdos (Kass *et al.*, 1980), surgió el interés de es  
tudiar el efecto del  $\text{CuSO}_4$ , olaquinox y fibra en dietas para cerdos en  
forma conjunta y evaluar su comportamiento productivo.



### 1.1 Objetivos

- Evaluar el efecto que produce el olaquinox, sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y fibra, sobre la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia en cerdos, desde su etapa de crecimiento hasta su engorda.
- Determinar cual de los tratamientos utilizados, resulta ser productivo y económico para incrementar la producción porcina.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes

En 1949 se mencionó por primera vez el efecto benéfico de la adición continua a bajas dosis de antibióticos a las dietas para cerdos, a los cuales se les llamó promotores del crecimiento. Los efectos que producen estas sustancias son: aumentar el consumo de alimento, acelerar el crecimiento, mejorar la conversión alimenticia y disminuir la incidencia de enfermedades (Vázquez, 1981).

La aparición de nuevos antibióticos como promotores del crecimiento, y el uso de combinaciones de los mismos o con otras sustancias, son motivo de nuevas investigaciones.

### 2.2 Modo de Acción de los Antibióticos y de los Antimicrobianos.

En la literatura se menciona en forma indistinta el modo de acción de los antibióticos y antimicrobianos como promotores del crecimiento, por lo cual se menciona en forma conjunta los posibles modos de acción, Stahly, *et al.* (1980), indican que el efecto mejorador es debido a una supresión o control de infecciones clínicas o subclínicas en el animal. Igualmente Avila (1989), menciona que disminuyen las poblaciones de microorganismos del tipo de lactobacilos, estreptococos y otros coliformes los cuales requieren de una serie de aminoácidos similares a los que el hospedero necesita, por lo que estos nutrientes aumentan su disponibilidad para el animal.

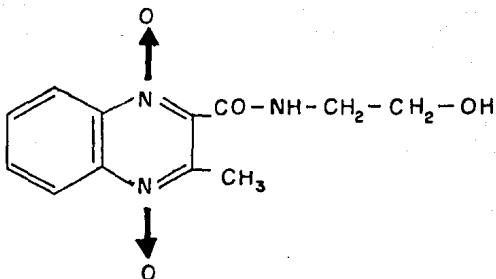
Además, modifican las otras poblaciones bacterianas, y esto influye sobre sus productos metabólicos dentro del lumen gastrointestinal. De esta manera, se ha encontrado que reducen la producción de sustancias potencialmente dañinas como el amonio, el cual es un producto de la fermentación bacteriana de compuestos nitrogenados que llegan al intestino. Así mismo, señala que con la suplementación de estos productos a la dieta se reduce el peso global del intestino delgado a consecuencia de un adelgazamiento en la pared, una reducción de la longitud y la pérdida de humedad del mismo, esto coincide con lo mencionado por Marotta *et al.* (1985). Asociado a este adelgazamiento de la pared intestinal, hay una disminución en la tasa de recambio de la mucosa, lo cual indica que la mantienen en buen estado por un mayor tiempo, con la que favorece el transporte de nutrientes (Avila, 1989).

Vázquez (1981), menciona que el ahorro de energía en dietas con antibióticos, ha sido atribuida a la reducción de la producción de calor en las fermentaciones, lo que promueve el crecimiento animal. Además menciona que los antibióticos actúan en mayor o menor grado en el control de enfermedades del cerdo, aumentando el rendimiento, lo cual también depende de otros factores como son: las condiciones higienicas, la edad de los animales y la calidad del alimento.

### 2.3 Efecto del Olaquinox sobre el Comportamiento Productivo de Cerdos.

Un antibiótico sintético utilizado como promotor del crecimiento para cerdos es el olaquinox, el cual es un derivado de los quinoxalin-di-n-óxi

dos, sintetizado en 1967 y autorizado en 1976 en la comunidad europea (Bayer, 1979). Su fórmula estructural es la siguiente:



Se sabe que presenta propiedades antibacterianas sobre *Escherichia coli*, *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Proteus spp*, *Treponema hydysenteriae*, entre otras, propiciando el desarrollo de flora bacteriana benéfica que permite aprovechar en mayor cantidad ciertos aminoácidos y vitaminas (Bayer, 1979), por parte del hospedador.

Chrástová *et al.* (1984) mencionan, que una dosis de 50 ppm de olaquinoxol, en la dieta para cerdos, influyó negativamente sobre las bacterias dominantes en el ileon (lactobacilos microaerófilos), y una pequeña reducción del número global de las bacterias anaerobias facultativas en el recto.

Kaplan *et al.* (1984) informaron que al adicionar 50 ppm de olaquinoxol

en la etapa de crecimiento, se obtuvo un aumento en la ganancia de peso y una mejor conversión alimenticia. También indican que con la suplementación de 25 - 50 ppm en la etapa de desarrollo se observó un efecto estimulante sobre las dos variables anteriores, sin embargo en los grupos en los que el olaquinox se omitió en la fase de desarrollo, se observó una reducción en la ganancia de peso.

Cervantes (1986) obtuvo una diferencia significativa en la ganancia diaria de peso, entre los cerdos que recibieron una dieta suplementada con 25 ppm de olaquinox más 250 ppm de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y los del grupo testigo cuya dieta fue a base de sorgo-soya, (0.945 vs 0.776 kg respectivamente), lo que equivale a una mejora del 17.9%. En lo que se refiere al consumo diario de alimento, los cerdos que recibieron la dieta suplementada con  $\text{CuSO}_4$  más olaquinox, consumieron 17.1, 20.6 y 18.3% más alimento en las tres etapas que los cerdos del tratamiento testigo, los del tratamiento con  $\text{CuSO}_4$  y los del tratamiento con olaquinox en forma individual, respectivamente. En base a estos resultados concluyó que la inclusión conjunta de los dos promotores del crecimiento en dietas para cerdos es aditiva.

#### 2.4 Efecto del Cobre sobre el Comportamiento Productivo de Cerdos.

Debido a que el cobre posee propiedades bacteriostáticas y bactericidas, se sugiere frecuentemente que funciona de manera similar a los antibióticos (Stahly *et al.* 1980).

Okonkwo *et al.* (1979) citado por Bradley *et al.* (1983) señalaron que el requerimiento de cobre para cerdos en la etapa de iniciación es de 5.6 ppm.

El NRC (1979) recomienda de 3 a 6 ppm de cobre para cerdos en crecimiento, desarrollo y finalización, en tanto que el Consejo de Investigación de Agricultura de Gran Bretaña señala que 4 ppm de cobre es el nivel máximo dietario para los cerdos que sobrepasan los 90 kg de peso corporal (Underwood, 1977) citado por Bradley *et al.* (1983).

Sin embargo, varios investigadores en la búsqueda de una mejor respuesta productiva, han utilizado niveles de cobre mayores a los recomendados para cerdos. Así tenemos que Braude (1965) citado por Kline *et al.* (1971) resumió los resultados de un gran número de experimentos y concluyó que los cerdos alimentados con un alto nivel de cobre (250 ppm) obtuvieron un 8.1% más en la ganancia de peso y requirieron 5.4% menos alimento por unidad de ganancia, que los cerdos alimentados con dietas conteniendo la cantidad de cobre necesaria para cubrir el requerimiento nutricional.

Kline *et al.* (1971) mencionaron que los cerdos alimentados con dietas que contienen un nivel de cobre adicional de (250 ppm) subieron de peso más rápido (791 vs 768 g/día) y requirieron menos alimento por unidad de ganancia (3.08 vs 3.12) comparados con los cerdos alimentados con la dieta testigo.

Stahly *et al.* (1980) sugirieron que la concentración de cobre en forma de sulfato ( $\text{CuSO}_4$ ) en la dieta, necesaria para optimizar la ganancia de peso y conversión alimenticia de cerdos en crecimiento está en el intervalo de 125 a 250 ppm.

Los resultados de Lucas y Calder (1957), Bellis (1961) y Bunch *et al.* (1973), citados por Kline *et al.* (1973) indican que la respuesta al crecimiento del cobre suplementario tiende a estabilizarse cuando los cerdos alcanzan de 50 a 60 kg de peso. En este sentido se ha sugerido que la reducción en la respuesta al crecimiento se debe a que se incrementa la acumulación de cobre en hígado.

Contrariamente Gipp *et al.* (1973) encontraron que la adición de 250 ppm de cobre en forma de sulfato a la dieta no afectó de manera significativa el porcentaje de aumento de peso durante los períodos de iniciación, crecimiento, desarrollo y finalización. Estos resultados son similares a los obtenidos por Bradley *et al.* (1983), quienes mencionan que la respuesta del crecimiento parece ser afectada por factores tales como la edad del cerdo, la fuente de proteína dietaria, la concentración del cobre y la fuente de otros minerales.

Underwood (1977) citado por Bradley *et al.* (1983) indica que el hígado actúa como un almacén de reserva para el cobre, este filtra el exceso de cobre de la circulación y el sistema biliar es la principal vía de excreción. Estos autores encontraron que los niveles de cobre en hígado de cerdos con un peso promedio de 90 kg alimentados con dietas suplementadas con

250 ppm de cobre, fluctuaron entre 200 y 800 ppm.

Bradley *et al.* (1983) no observaron incrementos en el cobre hepático al suplementar 7.5, 15, 30 y 60 ppm de cobre, sin embargo, cuando usaron 120 y 240 ppm, el incremento fue de 4.5 a 6 veces respectivamente, con respecto al testigo, así como una reducción de 50 a 60% de fierro. Kline *et al.* (1971) mostraron incrementos de hasta 100 veces cuando usaron 500 ppm de cobre en la dieta.

NRC (1974) cita que el retiro del cobre suplementado en la dieta, antes del período de finalización, reduce significativamente su concentración en hígado. Igualmente, Lillie *et al.* (1977) citados por Cervantes (1986), observaron que la eliminación del cobre suplementario de la dieta, cuando los animales alcanzaron un peso de 50 kg, causó una marcada disminución en la acumulación de cobre hepático y renal, cuando estos alcanzaron un peso de 75 kg; y más aún cuando llegaron a los 100 kg, por lo tanto los mismos autores señalan que en base a estos resultados; la suplementación de 250 ppm de cobre, podría ser el máximo nivel en la dieta, y deberá ser restringido a animales mayores de 50 kg. Sin embargo, Hill (1971) citado por Cervantes (1986) menciona que no existen casos de toxicidad cuando se suministra de 200 a 250 ppm de cobre, como estimulante del crecimiento, señala además, que concentraciones superiores a ésta pueden ser tóxicas, aunque en ciertas circunstancias aún con 500 ppm de cobre, no se presenta toxicidad y tampoco disminuye el crecimiento.



## 2.5 Utilización de Ingredientes Fibrosos en Dietas para Cerdos.

Durante la última década la incorporación de materiales fibrosos a dietas para cerdos ha sido investigada exhaustivamente, por lo que se ha sugerido que la fibra puede ser utilizada por los microorganismos presentes en el intestino grueso de los cerdos, y de esta forma contribuir significativamente a satisfacer las necesidades energéticas de esta especie.

Gargallo (1984) define a la fibra como la parte de la dieta constituida por las paredes de las células vegetales, que comprende a la celulosa, hemicelulosa y lignina y que es digestible por el animal mediante la fermentación microbiana intestinal. Igualmente informa que la función digestiva del intestino grueso es un proceso fermentativo, ya que éste contiene el mayor número de bacterias de todo el intestino.

Esto es apoyado por los trabajos de Cranwell (1968) citado por Imoto y Namioka (1978) y por Keys y De Barthe (1974), quienes demostraron que el 30 - 40% de la celulosa y hemicelulosa presentes en la dieta como heno de sorgo y de alfalfa, entre otros, son digestibles por el cerdo en crecimiento, en su totalidad en el intestino grueso.

Sin embargo, las pruebas realizadas por Gargallo y Zimmerman (1981) citadas por Gargallo (1984), demuestran que hay una adaptación paulatina por parte del cerdo en crecimiento a niveles altos de celulosa en la dieta, estos fenómenos adaptativos se refieren principalmente a cambios anatómicos a nivel intestinal, como aumento general del tamaño de todos los segmentos intestinales así como la longitud de las papilas digestivas,

también variación en la velocidad de tránsito de la digesta a través del intestino y modificaciones en la flora intestinal. Por esto mencionan que la cantidad máxima de celulosa sintética que un cerdo en crecimiento puede digerir por día es de 130g/100 kg de peso vivo y esta cantidad dependerá de la fuente de fibra y del régimen alimenticio, pero al exceder el nivel máximo de digestión de fibra se afecta negativamente la digestibilidad del resto de la dieta.

Con respecto a la fuente de fibra, Breirem y Presthegge (1943) citados por Keys *et al.* (1969), alimentaron con una serie de diferentes preparaciones de celulosas a los cerdos y descubrieron amplias variaciones de digestibilidad de la celulosa de la misma y de distintas fuentes.

Gargallo (1984) menciona que los productos finales de la fermentación de la fibra, son ácidos orgánicos (ácidos grasos volátiles, ácido láctico), e inorgánicos (ácido carbónico). También se producen metano e hidrógeno. Dichos ácidos grasos volátiles (AGV), se absorben a través de la mucosa cecal y cólica en forma rápida, eficiente (no consume energía metabólica) y completa, representando aproximadamente el 92% de los ácidos orgánicos producidos en el intestino grueso; estos aumentan su concentración a medida que se incrementa la cantidad de fibra en la dieta, así mismo, se eleva la cantidad de ácido acético a expensas de propiónico y butírico.

Resultados que comprueban lo anterior, fueron mencionados por Kass *et al.* (1980), quienes estudiaron la producción de AGV en el ciego y colon y su uso como una fuente de energía en dietas para cerdos en crecimiento y

finalización, que contenían 0, 20, 40 y 60% de alfalfa. El pH en el ciego y colon tuvieron un valor promedio de 5.9, el cual favorece la fermentación del contenido intestinal. Incrementando la fibra dietaria, se aumentó la concentración de AGV (mM/litros) en el intestino grueso; la concentración de AGV cambió en el ciego: ácidos acético, propiónico y butírico fueron incrementados, lo que no sucedió en el colon. La desaparición de AGV en el intestino grueso fue equivalente a 79, 147, 227 y 155 Kcal/día para los cerdos a los 48 kg de peso, alimentados con 0, 20, 40 y 60% de alfalfa en la dieta y 47, 231, 285 y 245 Kcal/día respectivamente a 89 kg de peso. Los AGV producidos en el intestino grueso pueden por lo tanto proporcionar hasta 6.9, 11.3, 12.5 y 12% de la energía requerida para el mantenimiento en los 48 kg del cerdo y 4.8, 11.4, 11.0 y 12% en los cerdos de 89 kg.

En tanto que Gargallo (1984) menciona que la cantidad de AGV producidos en el intestino grueso del cerdo en crecimiento pueden cubrir del 5 al 15% de las necesidades energéticas de mantenimiento, dependiendo del nivel de fibra en la dieta, y si ésta se da en alta concentración, representa un factor que afecta negativamente la digestibilidad de la proteína del resto de la dieta.

Contrariamente Eggum (1973) citado por Gargallo (1984) indica que la razón de la menor digestibilidad de los productos nitrogenados en presencia de fibra no es imputable a la fibra como tal sino más bien, es consecuencia de que la mayoría de los ingredientes fibrosos contienen proteína de menor calidad; también Gargallo y Zimmerman (1981) citados por Gargallo (1984) in

dican que la digestibilidad aparente del nitrógeno de la dieta disminuye a medida que aumenta la actividad fermentativa en el intestino grueso. La razón es la síntesis de proteína microbiana que tiene lugar en el intestino grueso. Esta nueva forma de proteína es incapaz de atravesar la pared intestinal y por lo tanto no es utilizable por el animal y se excreta en las heces. Esto puede demostrarse mediante animales a los que se les practica infusión de almidón en el ciego, se les aumenta la capacidad fermentativa en el intestino grueso. El efecto es un incremento de proteína fecal y un aumento de la cantidad de ácido ribonucleico que aparece en las heces. Y la menor digestibilidad aparente del nitrógeno que se observa con dietas ricas en fibra carece de significación nutricional directa, ya que los microorganismos del tubo digestivo utilizan nitrógeno no proteico (NNP) como fuente casi exclusiva para la síntesis de proteína propia. De aquí que no existe una real competencia entre animal y microorganismos por las fuentes de nitrógeno en el lumen intestinal.

Holmes *et al.* (1974) citados por Gargallo (1984), demostraron la síntesis de aminoácidos que tienen lugar en el intestino grueso por parte de los microorganismos, tuvieron digestibilidades negativas (es decir, síntesis a nivel intestinal) de todos los aminoácidos esenciales para el cerdo. De aquí que tradicionalmente se haya considerado a la fibra como un componente de la dieta que disminuye la digestibilidad de la proteína, cuando en realidad, la fibra no afecta la digestión y absorción de aminoácidos en el intestino delgado del cerdo.

### III. HIPOTESIS

Los cerdos tratados con la combinación de  $\text{CuSO}_4$  más olaquinox y fibra en las dietas, mejorarán el consumo de alimento, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, debido a un sinerqismo entre los aditivos y el aprovechamiento de la energía liberada por la digestión de la fibra.

#### IV. MATERIAL Y METODOS

Con el propósito de lograr el objetivo de la presente investigación, se realizó un experimento en la granja porcícola "Cuatro Marías", ubicada en Maquixco Edo. de México.

Se emplearon 24 cerdos híbridos de aproximadamente 20 kg de peso y 2 meses de edad, previamente vacunados contra la enfermedad del cólera porcino, donde la mitad eran machos castrados, estos fueron seleccionados en forma individual con la finalidad de que el material biológico fuera lo más homogéneo posible, se colocaron dos animales de diferente sexo por corral hasta alcanzar su peso al mercado, el agua y el alimento se suministraron *ad libitum*, en bebederos de chupón y en comederos individuales de tolva.

Las dietas experimentales se formularon en base a grano de sorgo, pasta de soya y salvado de trigo, este último con la finalidad de elevar a un 5% el nivel de fibra de la dieta, a estos ingredientes se les realizó el análisis proximal. La composición de las dietas se pueden observar en los cuadros 1, 2 y 3, en donde se muestran las dietas por tratamiento y por cada una de las tres etapas en las que se dividió la crianza. Como se puede observar los dos primeros tratamientos ( T1 y T2) no incluyeron salvado de trigo a diferencia de los tratamientos T3 y T4. Así como solo se adicionaron los promotores a los tratamientos T2 y T4.

Esta investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar con

un arreglo factorial 2 X 2; siendo el factor A los promotores del crecimiento, y el factor B el salvado de trigo, cada uno se utilizó a dos niveles (0 y 25 ppm de olaquinox más 250 ppm de  $\text{CuSO}_4$  para el factor A; 0 y 20% para el factor B). El tratamiento testigo (T1) consistió en una ración a base de sorgo y pasta de soya.

El contenido de nutrientes de los ingredientes utilizados en las raciones, energía metabolizable, lisina, metionina más cistina, calcio y fósforo, fueron calculados en base a lo señalado por el NRC (1988).

Los cerdos se pesaron al inicio y posteriormente cada 14 días hasta finalizar el experimento, también se pesó el rechazo de alimento cada 14 días con la finalidad de destacar las diferencias entre las medias de las variables en estudio; ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Los datos se sometieron a un análisis de varianza con un nivel de significancia de 0.05.

CUADRO 1. DIETA PARA CERDOS EN CRECIMIENTO DE 20 A 35 KG.

Ingredientes	T R A T A M I E N T O S			
	T1	T2	T3	T4
Sorgo ( 8.8% proteína)	76.22	75.95	59.50	59.23
Soya (47 % proteína)	19.63	19.63	16.35	16.35
Salvado de trigo (15.3% prot.)	-	-	20.00	20.00
Premezcla de vitaminas	.25	.25	.25	.25
Premezcla de minerales	.10	.10	.10	.10
Roca fosfórica (Ca 18.53%; P 8.85%)	3.50	3.50	3.50	3.50
Sal	.30	.30	.30	.30
$\text{CuSO}_4$ (g)	-	.25	-	.25
Olaquinox (g)	-	.025	-	.025
<b>TOTAL:</b>	<b>100.00</b>	<b>100.005</b>	<b>100.00</b>	<b>100.005</b>

Las dietas fueron isoproteínicas (16%) e isoenergéticas (3078.76 kcal EM/kg de alimento).

Aporte de vitaminas y minerales por tonelada de alimento; Vit. A 6 000 000 UI; D<sub>3</sub> 1 000 000 UI; E 3 000 UI; K 2 g; Riboflavina 4 g; Piridixona 3 g; Cianocobalamina 16 mg; Biotina 10 mg; Niacina 15 g; Colina 800 g; Hierro 40 g; Cobre 4 g; Cobalto .10 g; Manganeso 28.8 g; Yodo .22 g; Zinc 80 g; Selenio .15 g.

CUADRO 2. DIETA PARA CERDOS EN DESARROLLO DE 35 A 60 KG.

Ingredientes	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Sorgo ( 8.8% proteína)	81.25	80.98	64.45	64.18
Soya ( 47 % proteína)	14.60	14.60	11.40	11.40
Salvado de trigo (15.3% prot.)	-	-	20.00	20.00
Premezcla de vitaminas	.25	.25	.25	.25
Premezcla de minerales	.10	.10	.10	.10
Roca fosfórica (Ca 18.53%; P 8.85%)	3.50	3.50	3.50	3.50
Sal	.30	.30	.30	.30
CuSO <sub>4</sub> (g)	-	.25	-	.25
Olaquindox (g)	-	.025	-	.025
TOTAL:	100.00	100.005	100.00	100.005

Las dietas fueron isoproteínicas (14%) e isoenergéticas (3081.87 kcal EM/kg de alimento).

Aporte de vitaminas y minerales por tonelada de alimento; Vit. A 6 000 000 UI; D<sub>3</sub> 1 000 000 UI; E 3 000 UI; K 2 g; Riboflavina 4 g; Piridoxina 3 g; Cianocobalamina 16 mg; Biotina 10 mg; Niacina 15 g; Colina 800 g; Hierro 40 g; Cobre 4 g; Cobalto .10 g; Manganeso 28.8 g; Yodo .22 g; Zinc 80 g; Selenio .15 g.



CUADRO 3 DIETA PARA CERDOS EN ENGORDA DE 60 A 100 kg.

Ingredientes	T R A T A M I E N T O S			
	T1	T2	T3	T4
Sorgo ( 8.8% protefna)	82.85	82.58	65.85	65.58
Soya ( 47 % protefna)	13.00	13.00	10.00	10.00
Salvado de trigo (15.3% prot.)	-	-	20.00	20.00
Premezcla de vitaminas	.25	.25	.25	.25
Premezcla de minerales	.10	.10	.10	.10
Roca fosf3rica (Ca 18.53%; P 8.85%)	3.50	3.50	3.50	3.50
Sal	.30	.30	.30	.30
CuSO <sub>4</sub> (g)	-	.25	-	.25
Olaquinox (g)	-	.025	-	.025
<b>TOTAL:</b>	<b>100.00</b>	<b>100.005</b>	<b>100.00</b>	<b>100.005</b>

Las dietas fueron isoprotefnicas (13.3%) e isoenerg3ticas (3085.96 kcal EM/kg de alimento).

Aporte de vitaminas y minerales por tonelada de alimento; Vit. A 6 000 000 UI; E 3 000 UI; K 2 g; Riboflavina 4 g; Piridoxina 3 g; Cianocobalamina 16 mg; Biotina 10 mg; Niacina 15 g; Colina 800 g; Hierro 40 g; Cobre 4 g; Cobalto .10 g; Manganeso 28.8 g; Yodo .22 g; Zinc 80 g; Selenio .15 g.

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos y las observaciones durante todo el trabajo experimental, se obtuvieron los siguientes datos:

### 5.1 Ganancia Diaria de Peso

No se observaron diferencias significativas en las distintas etapas (crecimiento, desarrollo y engorda) entre efectos de tratamiento, sin embargo en forma general los cerdos que consumieron la dieta que contenía promotores del crecimiento y sin salvado de trigo (T2), obtuvieron una ganancia de peso ligeramente mayor a la de los animales que consumieron los tratamientos T1, T3 y T4, siendo superior en 8.1, 12.5 y .5% respectivamente en la etapa de crecimiento, 11.9, 16.7 y 2.8% en desarrollo y 7.6, 8.1 y 11.0% en la etapa de engorda, como se puede apreciar en el cuadro 4.

CUADRO 4. EFECTO DE LA FIBRA DE OLAQUINDOX MAS SULFATO DE COBRE (CuSO<sub>4</sub>)<sub>4</sub> SOBRE LA GANANCIA DIARIA DE PESO EN CERDOS.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Fibra (%)	0		0	
Olaquindox más CuSO <sub>4</sub> (ppm)	0	25+250	0	25+250
Crecimiento	.484	.527	.461	.524
Desarrollo	.553	.628	.523	.610
Engorda	.660	.715	.657	.636

No se observaron diferencias (  $P > .05$  ) entre tratamientos.

### 5.2 Consumo Diario de Alimento

En el cuadro 5 se presentan los resultados del consumo diario de alimento, en donde se observa que los cerdos que recibieron la dieta con salvado de trigo y con promotores (T4), consumieron más alimento que los cerdos de los tratamientos T1, T2 y T3 en 18.0, 7.6 y 11.5% en la etapa de crecimiento, 7.0, 5.1 y 11.6% en desarrollo y 0.6, 0.9 y 0.1% en la engorda, aunque estas diferencias no son estadísticamente significativas.

CUADRO 5. EFECTO DE LA FIBRA Y OLAQUINDOX MÁS SULFATO DE COBRE ( $\text{CuSO}_4$ ) SOBRE EL CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO EN CERDOS.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Fibra (%)	0		20	
Olaquindox más $\text{CuSO}_4$ (ppm)	0	25+250	0	25+250
Crecimiento	1.286	1.449	1.388	1.569
Desarrollo	2.076	2.117	1.972	2.233
Engorda	3.123	3.112	3.139	3.143

No se observaron diferencias ( $P > .05$ ) entre tratamientos.

### 5.3 Conversión Alimenticia

Los resultados de la conversión alimenticia se muestran en el cuadro 6. En ninguna de las tres etapas se encontraron diferencias significativas para efectos de tratamiento, sin embargo en la etapa de crecimiento los cerdos del grupo testigo (T1) quienes consumieron una dieta a base de sorgo-soya, tuvieron la mejor conversión alimenticia, requiriendo 3.5, 13.4 y 12.6% menos alimento por unidad de ganancia, que los cerdos que consumieron las dietas de los tratamientos T2, T3 y T4 respectivamente. En la etapa de desarrollo y engorda los cerdos que recibieron la dieta con promotores del creci-

miento y sin salvado (T2) obtuvieron la mejor conversión, comparada con la de los animales de los tratamientos T1, T3 y T4 (3.3 vs 3.7 y 3.6% en desarrollo y 4.3 vs 4.7, 4.7 y 4.9 en engorda).

**CUADRO 6.** EFECTO DE LA FIBRA Y OLAQUINDOX MAS SULFATO DE COBRE ( $\text{CuSO}_4$ ) SOBRE LA CONVERSION ALIMENTICIA EN CERDOS.

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Fibra (%)	0		20	
Olaquindox más $\text{CuSO}_4$ (ppm)	0	25+250	0	25+250
Crecimiento	2.654	2.749	3.010	2.989
Desarrollo	3.754	3.371	3.770	3.660
Engorda	4.731	4.352	4.777	4.942

No se observaron diferencias ( $P > .05$ ) entre tratamientos.

En virtud a los resultados obtenidos se puede decir que para esta investigación, el proporcionar salvado de trigo adicionado con promotores del crecimiento a los cerdos del tratamiento T4, resultó en parámetros productivos similares a los obtenidos por los cerdos del tratamiento testigo cuya dieta fue a base de sorgo-soya, ya que con la utilización de estos dos factores no se logra un efecto de aditividad, por lo que para el salvado de trigo hubo un marginal aprovechamiento, y los promotores del crecimiento lograron mejorar ligeramente la conversión alimenticia de los cerdos.

El uso de los promotores del crecimiento en los cerdos del tratamiento T2, no mejoraron la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, iguales resultados fueron obtenidos por Beames y Lloyd (1965);

Beames (1969); Sthaly *et al* (1981); Bertelsen (1981); Ribeiro de Lima *et al* (1981), citados por Cervantes (1986) quienes observaron que la inclusión del  $\text{CuSO}_4$  y un antibiótico en la dieta para cerdos, produjo una ganancia de peso y conversión alimenticia similar a aquellos cerdos que recibieron un solo agente antimicrobiano, sugiriendo que el efecto promotor del crecimiento del cobre y los antibióticos en forma conjunta no es aditivo.

Sin embargo los resultados de este experimento son diferentes a los reportados por Cervantes (1986), quien utilizando 25 ppm de olaquinox más 250 ppm de cobre, encontró mejoras en la respuesta productiva de los cerdos, al igual que Braude (1965) citado por Kline *et al* (1971).

Se ha publicado que hay ciertas fluctuaciones en la efectividad de los antimicrobianos en la promoción del crecimiento. Una posible explicación por la que disminuyó la acción de los promotores del crecimiento la dan Bradley (1983) y Bayer (1979), quienes mencionan que la mejor acción de los promotores del crecimiento se obtienen cuando más deficientes son las prácticas de sanidad y alimentación, lo cual no ocurre en la granja donde se realizó el experimento, ya que esta mantiene favorablemente dichas prácticas.

Por otra parte tenemos que los cerdos que consumieron salvado de trigo y sin promotores (T3), alcanzaron menos peso al mercado. Gargallo (1984) informa que la utilización de ingredientes fibrosos en dietas para cerdos produce una serie de cambios en el tracto intestinal, entre ellos el aumen

to del peristaltismo intestinal haciendo que aumente la velocidad de paso de la digesta, lo que no permite que ésta permanezca el tiempo necesario para que se realice la absorción normal de nutrientes; también menciona que la proteína de la mayoría de los ingredientes fibrosos es de menor calidad. A pesar de estos resultados, no hubo diferencias significativas con respecto al tratamiento testigo, por lo que se sugiere que una gran proporción de ácidos grasos volátiles producidos por la digestión de la fibra, son metabolizados y absorbidos y pueden proveer una importante fuente de energía para mantenimiento de los cerdos. Además de que, económica-mente demuestra que su utilización disminuye los costos de producción.

En el cuadro 7 se presentan los costos de producción promedio por tratamiento de cerdos. Como se puede apreciar el peso promedio de los cerdos que recibieron los diferentes tratamientos fueron para T1 95.1, T2 102.3, T3 92.6 y T4 96.9 kg, como se observa los cerdos de los tratamientos T2 y T4 alcanzaron la mayor ganancia de peso, esto fue debido a la acción de los promotores aunque esta diferencia no es significativa. En lo que se refiere al costo por Kg de cerdo, el tratamiento T2 fue 4.8, 3.1 y 6.4% más eco-nómico que los cerdos de los tratamientos T1, T3 y T4 respectivamente.

Los cerdos que consumieron el salvado de trigo y sin promotores (T3) resultó ser 1.6 y 3.1% más económico por kg de cerdo producido que los cerdos de los tratamientos T1 y T4 respectivamente, este pequeño porcentaje de diferencia puede tomar mayor importancia a medida que la explotación se reali-ce a mayor escala.

Debido a la combinación de promotores del crecimiento más salvado de trigo en el tratamiento T4 se incrementó el costo por kg de cerdo en 1.4, 6.0 y 3.0 en comparación con los cerdos de los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente.

CUADRO 7. COSTOS DE PRODUCCION PROMEDIO DE CERDOS DE LA ETAPA DE CRECIMIENTO A ENGORDA.

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Costo promedio por cerdo (\$)	75352.05	77279.02	72182.97	77900.70
Peso promedio por cerdo (Kg)	95.1	102.3	92.6	96.9
Costo por kg de cerdo (\$)	792.34	755.41	779.51	803.92

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. El uso de salvado de trigo, adicionado con promotores del crecimiento, no influyeron significativamente sobre el comportamiento productivo de los cerdos, en las diferentes etapas estudiadas (crecimiento, desarrollo y engorda).
2. De acuerdo con el estudio económico, se concluye que el uso de ingredientes fibrosos, como componentes dietarios, logran mejorar los costos de producción porcina.



## VII. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar dos promotores del crecimiento ( $\text{CuSO}_4$  más olaquinox), y el uso de salvado de trigo, sobre el comportamiento productivo de los cerdos se realizó el presente experimento.

Se seleccionaron 24 cerdos híbridos, estos fueron distribuidos bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial  $2 \times 2$  y se agruparon en 4 lotes de 6 cerdos cada uno.

Se proporcionaron cuatro diferentes dietas (una para cada tratamiento), la dieta testigo fue a base de sorgo y soya (T1). La segunda dieta fue igual a T1 pero suplementada con 25 ppm de olaquinox más 250 ppm de  $\text{CuSO}_4$  (T2). La tercera dieta fue a base de sorgo, soya y salvado de trigo (T3), y la cuarta dieta se proporcionó igual a T3, suplementada con 25 ppm de olaquinox más 250 ppm de  $\text{CuSO}_4$  (T4).

Los resultados obtenidos en el experimento, mostraron que con la suplementación de los promotores de crecimiento ( $\text{CuSO}_4$  más olaquinox) en el tratamiento T2, los cerdos lograron una ganancia de peso ligeramente superior que la obtenida por los cerdos de los tratamientos T1, T3 y T4 (9.2, 12.2 y 5.3% respectivamente), sin que esta diferencia fuera estadísticamente significativa ( $P > .05$ ). El consumo diario de alimento fue mayor para los cerdos del tratamiento T4 ( $\text{CuSO}_4$  - olaquinox - fibra) comparado con los cerdos de los tratamientos T1, T2 y T3 (6.6, 3.8 y 6.4%). Finalmente en la conversión alimenticia, no se encontró significancia estadística ( $P > .05$ ) en don-

de los cerdos del tratamiento T2 obtuvieron la mejor conversión alimenticia en comparación con los cerdos de los tratamientos T1, T3 y T4 (6.3, 10.3 y 10.6%) respectivamente.

El uso de 20% de salvado de trigo, como fuente de fibra en la dieta (T3 y T4), al no encontrarse diferencias estadísticamente significativas ( $P > .05$ ) con los demás tratamientos, sugiere que una gran proporción de ácidos grasos volátiles producidos por la digestión de la fibra, son metabolizados y absorbidos y pueden proveer una importante fuente de energía para mantenimiento de los cerdos. Además de que económicamente demuestra que su utilización disminuye los costos de producción.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## VIII. LITERATURA CITADA

1. Avila, E. 1989. El uso de antimicrobianos como promotores del crecimiento en aves. Primer ciclo de conferencias sobre microbiología pecuaria. Universidad Autónoma de Chapingo. Méx.
2. Bayer de México. 1979. Bayo-n-ox, un promotor de crecimiento seguro para el hombre y los animales. Bayer de México S. A., Méx.
3. Bradley, B. D., G. Graber, R. J. Condon and L.T. Frobish. 1983. Effects of graded levels of dietary copper on copper and iron concentrations in swine tissues. J. Anim. Sci. 56: 625.
4. Cervantes, R. M. 1986. Efecto del  $\text{CuSO}_4$  y Olaquinox sobre el comportamiento productivo, población de coliformes y estreptococos, concentración de amoniaco y AGV en contenido intestinal; cobre y fierro en hígado de cerdos. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
5. Chrástova, V., M. Hornich and. L. Ulman. 1987. Influencia de ciadox y olaquinox en la composición de la microflora bacteriana intestinal. Biologizace a chemizace veterinaria. (supl) 21:25
6. Gargallo, J. 1984. Utilización de la fibra por los monogástricos: Aspectos microbiológicos. Porcira. Vol. IX (104): 31-42.

7. Gipp, W. F., W. G. Pond and E. F. Walker, Jr. 1973. Influence of diet composition and modo of copper administration on the response of growing-finishing swine to supplemental copper. *J. Anim. Sci.* 36:91.
8. Gipp, W. F., W. G. Pond, J. Tasker, D. Van Campen, L. Krook and W.J. Visek. 1973. Influence of level of dietary copper on weight gain, hematology and liver copper and iron storage of young pigs. *J. Nutr.* 103:713.
9. Gómez, CH. C. 1985. Contribución al estudio de un promotor de crecimiento en dietas para cerdos. Tesis Profesional. F.E.S. Cuauhtitlán, U.N.A.M., Méx.
10. Hedges, J. D. and E. T. Kornegay. 1973. Interrelationship of dietary copper and iron as measured by blood parameters, tissue stores and feedlot performance of swine. *J. Anim. Sci.* 37:1147.
11. Imoto, S. and S. Namioka. 1978. VFA production in the pig large intestine. *J. Anim. Sci.* 47:467.
12. Imoto, S. and S. Namioka. 1978. VFA metabolism in the pig. *J. Anim. Sci.* 47:479.
13. Kaplan, R., J. Tejnora, L. Polasek, B. Bayer. 1984. Verificación de la dosis reducida u omitida de olaquinox en la 2da. fase del

preengorde de puercos. Biologizace a chemizace veterinaria.  
(supl) 1:76.

14. Kass, L. M., P. J. Van Soest and W. G. Pond. 1980. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. II. Volatile fatty acid concentrations in and disappearance from the gastrointestinal tract. J. Anim. Sci. 50:192.
15. Keys, J. E., P. J. Van Soest and E. P. Young. 1969. Comparative study of the digestibility of forage cellulose and hemicellulose in ruminants and non ruminants. J. Anim. Sci. 29:11.
16. Keys, J. E. Jr. and J. V. De Barthe. 1974. Cellulose and hemicellulose digestibility in the stomach, small intestine and large intestine of swine. J. Anim. Sci. 39:53.
17. Kline, R. D., V. W. Hays and G. L. Cromwell. 1971. Effects of copper, molybdenum and sulfate on performance, hematology and copper stores of pigs and lambs. J. Anim. Sci. 33:771.
18. Kline, R. D., M. A. Corzo, V. W. Hays and G. L. Cromwell. 1973. Related effects of copper, molybdenum and sulfide on performance, hematology and copper stores of growing pigs. J. Anim. Sci. 37:936.
19. Marotta, E. y L. Lagreca. 1985. El empleo de antibióticos en la ali

mentación del cerdo y su influencia sobre la productividad.

Vet. Arg. Vol. II (14): 369-378 pp.

20. Mc Graw-Hill, 1981. Diccionario de términos científicos y técnicos. Ed. Boixareu. Vol. 1. España.
21. NCR-42 Committe on swine Nutrition. 1974. Cooperative regional studies with growing swine: Effects of vitamin E y levels of supplementary copper during the growing-finishing period on gain, feed conversion and tissue copper storage in swine. J. Anim. Sci. 39:512.
22. NCR. 1988. Nutrient Requirements of Domestic Animals. Nutrient Requirements of swine. Eight revised Ed. National Academy of Science-National Research Council. Washington. D. C.
23. Rentería, F. J. y S. A. Espinosa B. 1985. Evaluación de dos promotores del crecimiento para cerdos en la fase de finalización en una granja del Valle de México. Tesis Profesional. F.E.S. Cuauhtitlán. U.N.A.M., Méx.
24. Stahly, T. S., G. L. Cromwell and H. J. Monegue. 1980. Effects of the dietary inclusión of copper and (or) antibiotics on the performance of waning pigs. J. Anim. Sci. 51:1347.

25. Vázquez, R. F., 1981. Los cuimioterapéuticos, su empleo y sus combinaciones con interés especial en la nutrición animal. Porciraña. Vol. VIII (89): 27-46 pp.