

Universidad de Guadalajara

Escuela de Agricultura



Estudio Comparativo de la Utilización del  
Sulfato de Cobre en Raciones de Creci-  
miento y Acabado en Ganado Porcino

Tesis Profesional

que para obtener el Título de

Ingeniero Agrónomo

presenta

Enrique Aureliano Aranda Espinosa

Guadalajara, Jalisco, 1972.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Aureliano Aranda García y  
Sra. Ma. Victoria Espinosa de Aranda.

Con profundo respeto y cariño por  
todos sus sacrificios realizados-  
durante mi vida de estudiante, y-  
por el gran impulso que durante -  
ella me brindaron.

A mis hermanos:

Leticia y  
Ma. Victoria, y a  
mi hermano político  
Guillermo.

A Ma. Cristina:

Con sincero cariño por su apoyo moral  
que me brindó en el transcurso de mi-  
carrera.

Con sincero afecto:

A mis padrinos:

Dip. Juan Ramírez García y  
Sra. Luz L. de Ramírez.

Sr. Luis García Z. y  
Sra. Ana María C. de García.

A mis tíos:

Sra. Lidia Aranda de Aranda.  
Dr. Guillermo Palacios M.  
Sra. Susana E. de Palacios.  
Prof. Atenógenes Corona.  
Sra. Dolores E. de Corona.

Con sincero agradecimiento:

A los ingenieros agrónomos zootecnistas

Carlos Rivas Clemenz

Alfonso Muñoz Ortega y

Dr. Pedro Pérez Morán.

Que fungieron como asesores de esta tesis  
y me brindaron su valiosa ayuda, sin la -  
cual no hubiese sido posible la realiza -  
ción de este trabajo.

A mi escuela.

A mis maestros,  
compañeros y  
amigos.

C

INDICE GENERAL

I	INTRODUCCION ✓		15
II	OBJETIVO		18
III	LITERATURA REVISADA ✓		19
IV	MATERIAL Y METODOS -	1. Lugar 2. Clima 3. Temp. 4. ALT. Vol. 5. MAT. Utilizada 6. Diseño Experimental 7. Procedimiento experimental 8. Variables	26
V	RESULTADOS → 5.1 GANANCIA		30
VI	DISCUSION → 6.1 GANANCIA		34
VII	CONCLUSIONES		43
VIII	RESUMEN		45
IX	BIBLIOGRAFIA		47
	APENDICE		51



INDICE DE TABLAS

TABLA No.

1	Alimentación utilizada en el experimento: etapas y porcentaje de proteína.	27
2	Ingredientes utilizados en las diferentes etapas - del experimento.	28
3	Niveles de sulfato de cobre y p.p.m. utilizados en los diferentes períodos del experimento.	29
4	Promedio de peso inicial en cada uno de los períodos.	31
5	Promedio de peso final en cada uno de los períodos.	32
6	Consumo de alimento total en cada período.	32
7	Conversión alimenticia expresada en kilogramos en los cinco períodos individuales	33
8	Rendimientos en canal y pesos promedios del experimento.	33
9	Ganancia de peso total en los diferentes períodos del experimento	52
10	Cuadro de análisis de varianza para aumentos de peso para los tratamientos 1, 2, 3 y 4 durante los 5 períodos del experimento	53
11	Consumo de alimento promedio obtenido en los diferentes períodos	54
12	Conversión alimenticia promedio obtenida en los -- distintos períodos	55

TABLA No.

13	Promedio de los pesos inicial y final, aumento total de los cerdos, promedio de aumento por-animal total y promedio de aumento diario.	56
14	Resumen de consumo de alimento y conversión alimenticia expresada en kilogramos	57

INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.

1	Gráfica de Wallace de cerdos en crecimiento: ganancia diaria y conversión alimenticia.	37
2	Gráfica de Wallace de cerdos en crecimiento-final: ganancia diaria y conversión alimenticia.	39
3	Gráfica de aumentos de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia en los cinco - períodos totales del experimento	40
4	Gráfica de consumo de alimento de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 en los 5 períodos	41
5	Histograma de rendimientos en canal de tres-lotes tratados con sulfato de cobre, y el -- testigo.	42

~~I. Introduction~~

I. INTRODUCCION

-today

Sabemos que es de vital importancia para el país y en particular para el Estado de Jalisco, el incremento de la ganadería. Entre ésta, destaca la cría del cerdo y por consiguiente su explotación e industrialización.

La porcicultura tiene uno de los índices más elevados de desarrollo; con sólo el 6% del valor de la población pecuaria aporta el 11% de la producción.

El número de cabezas de ganado porcino llegó en 1970 a 11.7 millones, con valor de 4,688 millones de pesos. En 1969 sólo había 10.3 millones, o sea aumentó el 13.8 por ciento.

Anteriormente el avance fue lento, 2.3% en 1967 y 1968 y 3.2% en 1969, pero los mejores precios y el poner en marcha medidas para fomentar la actividad, estimularon a los criadores para acelerar la producción.

Los factores determinantes para obtener altos índices de productividad en la cría son: principalmente contar con ganado de alta calidad genética, alimentación balanceada y nutritiva, manejo adecuado y condiciones salubres que permitan prevenir enfermedades causadas por plagas o parásitos.

Entre los resultados que se pretenden alcanzar figuran: llegar a 1.4 millones de animales sacrificados en 1976 contra 604,744 en 1970; en cuanto al rendimiento, se espera que pase a las 101,279 toneladas al final del período, contra 41,123 en el inicio.

Esto nos muestra la grave necesidad de adentrarnos en el conocimiento de la porcicultura y lograr una mayor tecnificación en las explotaciones, llevándolas a una economía tal, que sean lo más remunerativo posible, ya que de esta manera disminuirá en forma favorable el precio de la carne y por consiguiente los productos industrializados.

El principio para llevar a cabo esta labor tiene su inicio en el abaratamiento de las raciones alimenticias y el consumo de éstas requeridas para el engorde; ya que reduciendo al mínimo estos dos factores podemos llegar al objetivo deseado. La utilización de sustancias minerales ha influido en esta tarea en condiciones diferentes de clima, manejo y finalidad de la explotación.

En la formulación de raciones destinadas a la alimentación de cerdos, se ha generalizado desde hace años el uso de antibióticos, sulfas, nitrofuranos y

arsenicales para incrementar la eficiencia alimenticia, proteger a los animales contra enfermedades como diarreas e infecciones y prevenirlas por medio de desinfectantes de agua e instalaciones. Recientemente la investigación se ha canalizado al estudio de las diferentes fuentes de cobre en la alimentación del cerdo, por considerarse este nutriente con cualidades como mejorador del crecimiento y por ser más barato que los productos anteriormente citados.



## II. OBJETIVO:

Todo

Determinar la acción del sulfato de cobre ( $\text{SO}_4 \text{ Cu } 5\text{H}_2\text{O}$ ) en raciones para cerdos, sobre aumentos de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el crecimiento y acabado.

III . LITERATURA REVISADA

Es necesario tener conocimiento de la composición química de las raciones balanceadas para cerdos. De los elementos químicos que se conocen en la actualidad, sólo 17 se consideran de mayor importancia y son: carbono, oxígeno, nitrógeno, calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, hidrógeno, cobre, yodo, azufre, manganeso y posiblemente el magnesio, cobalto y zinc. Carroll, et al, (10).

Reportes publicados en Inglaterra hace más de 10 años, mencionan que han logrado, en crecimiento intensivo de cerdos en engorda, una mayor eficiencia mediante la adición de diferentes cantidades de sulfato de cobre. Confirmando lo anterior, la mayoría de los países europeos y en la actualidad en la mayor parte de los Estados Unidos de Norte América, están utilizando el sulfato de cobre en las raciones para cerdos como mejorador de la eficiencia. Wallace, et al, (36).

Braude (6), efectuó 17 pruebas de experimentación incluyendo un total de 195 cerdos, trabajando con 2 diferentes niveles de sulfato de cobre en la ración: 125 y 250 p.p.m. respectivamente y observó que el nivel más alto fue el que dio los mejores resultados. También menciona que niveles mayores de 375 p.p.m. reducen la efectividad del cobre como mejorador de la eficiencia, y que niveles mayores de 500 p.p.m. producen toxicidad; igualmente, dice que niveles menores de 125 p.p.m. son generalmente inefectivos. Indica también que la fuente de cobre sí es importante, ya que el sulfato de cobre, debido a su sabor agrio, presenta una mayor seguridad al impedir que los animales consuman grandes cantidades de alimento cuando debido a un descuido se hayan suplementado cantidades demasiado elevadas. Menciona también que las ganancias de peso aumentaron 8.1% y se requirió 5.4% menos alimento cuando se utilizó cobre. El sulfato de cobre comparado con antibióticos fue más efectivo para el mejoramiento de ganancia y conversión alimenticia.

Barber, et al (2) en Inglaterra, publicó un trabajo con indicaciones de que p.p.m. de sulfato de cobre mejoraron la eficiencia.

La industria de cerdos en Inglaterra ha aceptado extensamente la alimentación con cobre en un alto nivel. Braude (5) calculó que cuando menos un tercio de los cerdos producidos en Gran Bretaña se alimentan con altos niveles de cobre. El interés se ha extendido al continente europeo, y los inte-

resados en esto en Austria, Bélgica, Francia, Alemania, Holanda y Polonia - incluyendo también Suiza, han informado respuestas favorables respecto a - alimentación o suplemento con cobre.

Wallace (32) efectuó el siguiente sumario de experimentos llevados a cabo - en los Estados Unidos utilizando altos niveles de cobre en los cerdos:

1. Los cerdos antes del destete y alimentados con cobre, ganaron 22.1% más peso y requirieron 8.3% menos alimento que los cerditos no tratados. Los - cerdos en crecimiento más adelantados que los anteriores ganaron 6.5% más - peso y requirieron 2.3% menos alimento. Los cerdos en crecimiento final a - los que se suministró cobre en su dieta ganaron 3.6% más peso y requirieron 1.1% menos alimento. Cuando todos los datos estaban combinados con 5,954 - cerditos sin tener en cuenta la edad de los mismos y la duración de las - pruebas, el mejor promedio en ganancia fue 8.9% y un 3.2% en ahorro de alimento.

2. Los cerditos respondieron a altos niveles de cobre pasando 50 p.p.m. y - arriba de 375 p.p.m. Niveles superiores a 250 p.p.m. fueron excesivos e - innecesarios para su máximo aprovechamiento. El óptimo nivel de suplementación no se manifestó en los datos recabados.

3. Ni la reducción de cobre ni la eliminación del mismo de la dieta después de un período de alimentación, ofrecieron ventajas sobre la alimentación continua.

4. Sulfato de cobre, óxido de cobre, carbonato de cobre y cloruro de cobre, funcionaron como suplementos efectivos. Es claro que el origen del cobre no es criticable; no nos causa problemas.

La utilidad, el costo y las cualidades combinadas sí representarían consideraciones importantes.

5. El cobre generalmente fue más efectivo que los antibióticos y otros suplementos alimenticios. Cuando el cobre fue combinado con ciertos antibióticos, fue observado un efecto aditivo.

6. Los niveles de hemoglobina en la sangre bajaron cuando se dieron altos - niveles de cobre en la alimentación. A niveles de más de 250 p.p.m. la baja frecuentemente fue bastante severa.

7. Las concentraciones de cobre en el tejido del hígado se aumentaron debido a la alimentación del mismo. Las variaciones fueron considerables entre los animales en experimentos dados. Cerditos alimentados con harina de soya como fuente de proteína demostraron tendencia a acumular menos cobre en el hígado que los alimentados con otras fuentes de proteína, como la harina de pescado y proteína de leche. Además del tejido del hígado, las porciones co mestibles de los canales acumularon muy pocas cantidades de cobre.

Por otra parte, el cerdo como otras especies de mamíferos necesita cobre - dietético. Elvehjem y Hart (14) demostraron que ambos, cobre y fierro, son necesarios para la formación de hemoglobina en el cerdo. Teague y Carpenter (27) describieron las deficiencias de cobre en los cerdos jóvenes en crecimiento. Del cobre usado en terapéutica en varios casos se obtuvo una comple ta recuperación. Trabajo por Follis, et al (15) han confirmado estas observaciones.

Hawbaker, et al (17) reportan que el cobre radical y no el sulfato radical era responsable del crecimiento y conformación del cerdo. Algunas formas de cobre incluyendo sulfato de cobre, clorhidrato de cobre, óxido de cobre y - carbonato de cobre han probado su efectividad.

Los más usados originalmente han sido el sulfato de cobre y el óxido de cobre. Solamente estos dos orígenes han sido directamente comparados en un número suficiente de experimentos que justifican detalladamente el análisis.- El contenido del análisis demuestra una clara ventaja del sulfato de cobre en relación al óxido de cobre, ambos con excelente conversión alimenticia.- Wallace (31) al hacer una revisión sobre los efectos fisiológicos de altos niveles de cobre en la alimentación de cerdos, ~~reporta que:~~

1. Las concentraciones de cobre en el hígado están relacionadas con los sín tomas de toxicidad, y que niveles de 800 a 2500 p.p.m. de cobre en el hígado pueden reflejar toxicidad. Indica que dicha acumulación está relacionada con la dieta ingerida, y que el sulfato de cobre induce más la retención de cobre que el óxido de cobre; esto tal vez se debe a que el óxido es menos soluble.

2. Parece que la proteína o un producto de la degradación de las proteínas ayuda a prevenir el que se acumule cobre en el hígado. Un posible mecanismo

es la formación de quelato, proteína-cobre, que podría ser fisiológicamente inaprovechable. Cuando se usen altos niveles de cobre, las dietas deberán ser balanceadas de acuerdo con los requerimientos en todos los aspectos.

3. Cuando la dieta es deficiente en Zn y se usan niveles de cobre, adoptan los cerdos un stress considerable, aunque el cobre proporciona cierta protección contra la parakeratosis. La recomendación de agregar 100 p.p.m. de zinc es probablemente satisfactoria cuando se usan altos niveles de cobre. La relación calcio-zinc debe de tomarse en cuenta al balancear la dieta. La suplementación de fierro, al igual que la del zinc, es importante cuando se dan altos niveles de cobre.

Bunch, et al (8) encontraron que la máxima eficiencia y ganancia de peso resultó con el nivel de 250 p.p.m. de cobre pero que los otros niveles (125 y 375 p.p.m.) también mejoraron la eficiencia en esos aspectos. Se observaron cambios en la flora bacteriana cuando el sulfato de cobre se agregó a la ración, siendo los principales una disminución en la cantidad de aerobias y anaerobias de las muestras analizadas.

Parece que el nivel de proteína en la dieta no afecta la acción del sulfato de cobre.

Hays y Kline (18) hacen nota que el sulfato de cobre, óxido de cobre, y en sí todas las fuentes y el nivel mismo, afectan las respuestas en crecimiento. Como con otros compuestos bactericidas estimulantes del crecimiento, este es mayor en cerdos jóvenes que en cerdos adultos. Hay evidencia de que proporcionando altos niveles de cobre por períodos largos de tiempo, podría resultar una baja respuesta en crecimiento o en algunos casos una depresión del mismo, incrementándose el nivel de cobre en el hígado y decreciendo el nivel de hemoglobina.

Se encontró también que respecto a las ganancias de peso estas fueron mayores en cerdos alimentados con dietas suplementadas con cobre (150, 200 y 250 p.p.m.) pero no hubo una tendencia permanente en la conversión alimenticia. Durante el transcurso del experimento, los cerdos se infestaron con gastroenteritis transmisible y diarrea severa por varios días. La severidad en la diarrea o la baja en ganancia de peso y conversión alimenticia no parecen estar asociadas con los tratamientos suministrados de cobre.

Lucas, et al (21) sugieren la existencia de una relación importante entre los niveles de proteína y de cobre en la dieta.

Hoefer, et al (19) realizaron tres experimentos para estudiar la interrelación entre diferentes niveles de calcio (0.55, 1.05 y 1.31%), zinc (50 ó 75 p.p.m.), cobre (125 p.p.m.) y fierro (100 p.p.m.) observando en los cerdos lo siguiente:

- a). Que la parakeratosis ocurrió en todos los niveles de calcio utilizados, siendo prevenida por la adición de zinc; el fierro fue ineficiente para prevenir la parakeratosis, no así el cobre que redujo la incidencia de esta enfermedad, aunque fue menos efectivo que el zinc.
- b). El cobre tuvo un efecto significativo en el crecimiento, particularmente en los niveles altos de calcio.
- c). Las proteínas del suero de la sangre fueron afectadas significativamente por los elementos traza, particularmente la gama globulina y fracciones de albúmina.

Combs, et al (11) alimentaron 40 cerdos en forma individual con raciones conteniendo ya sea caseína o harina de soya como fuente de proteína. Con cada una de ellas formularon raciones conteniendo 14 ó 22% de proteína y 250 ó 500 p.p.m. de cobre. Los aumentos y consumos diarios fueron adversamente afectados cuando la proteína se suplementó en base a caseína y las raciones contenían 500 p.p.m. de cobre. Las ganancias diarias fueron mayores con los niveles altos de proteína (22%) en la dieta.

Los niveles de hemoglobina no fueron influenciados significativamente por el nivel de proteína en la dieta, pero se redujeron cuando las raciones contenían caseína o 500 p.p.m. de cobre. Los cerdos alimentados con raciones conteniendo harina de soya, 22% de proteína y 250 p.p.m. de cobre tuvieron los valores más bajos de cobre en el hígado.

Bunch, et al (8) reportan que cuando el nivel de cobre se incrementó de 250 a 500 p.p.m., hubo una consistente depresión de ganancia de peso, nivel de hemoglobina y actividad de la ceruloplasmina. Los cerdos alimentados con dietas conteniendo 250 p.p.m. de cobre en forma de metionina - cobre, sulfato de cobre o carbonato de cobre ganaron significativamente más peso que

los cerdos testigos. No fue encontrada ninguna diferencia significativa respecto a la deposición de cobre en el hígado de cerdos alimentados con dietas suplementadas, ya sea con metionina-cobre o sulfato de cobre.

Bowler, et al (7) reportaron los resultados de estudios coordinados, incluyendo experimentos conducidos en ocho diferentes centros de investigación: que el mejoramiento del nivel de crecimiento fue de 5.6% como resultado de incluir 250 p.p.m. de cobre proveniente de sulfato de cobre en la dieta de cerdos, de la décima semana de edad hasta el peso al mercado.

Ritchie, et al (24) observaron toxicidad en cerdos alimentados con 250 p.p.m. de cobre sin agregar zinc a la dieta. Cuando se agregaron 100 p.p.m. de zinc se logró una protección completa contra la toxicidad del cobre, demostrando esto la relación entre cobre y zinc.

Barber, et al (3) indican que no hay efectos nocivos permanentes al alimentar cerdos con 5 a 10 veces más el nivel de cobre efectivo (250 p.p.m.) por cortos períodos de tiempo (36 y 19 días respectivamente). Se notó que el consumo de alimento decreció considerablemente y los animales perdieron peso durante el período experimental. No obstante, cuando la suplementación de sulfato de cobre se redujo al nivel de 0.1% (250 p.p.m. de cobre) el consumo de alimento y el crecimiento se recuperó en todos los cerdos.

Suttle y Mills (26) alimentaron a cerdos con niveles tóxicos de cobre (750 p.p.m.) y observaron que la suplementación de zinc eliminaba la ictericia y el suero regresaba a sus concentraciones de cobre y aspartico trasminasa típicas de cerdos testigos. Han demostrado también que dietas con altos niveles de fierro (750 p.p.m.) proporcionan protección contra anemia cuando un nivel tóxico de cobre (750 p.p.m.) fue suministrado; como en el zinc, parece que la suplementación libre de fierro es de especial importancia cuando se dan altos niveles de cobre en la ración.



~~IV~~ Botengo ya.

MATERIAL Y METODOS

1. Loc. =  
↓

Lugar { El experimento se llevó a cabo en el rancho El Refugio, municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jal., sobre el Km. 36 de la carretera Guadalajara - La Barca.

Materiales utilizados { Se utilizaron 60 animales provenientes de una cruce Duroc Yorkshire, los cuales fueron divididos en cuatro lotes con quince animales cada uno.

Procedimientos { Antes de dar por iniciado el experimento los animales fueron debidamente desparasitados y tratados, quedando libres de toda infestación.

En lo que respecta a las zahurdas utilizadas en el experimento, éstas estaban provistas de piso de cemento debidamente desinfectado con cal y sosa.

Los comederos y bebederos estaban adaptados a las necesidades de los cerdos.

La alimentación utilizada por el rancho no se cambió y constó de las siguientes etapas:

Experimental

TABLA No. 1

E T A P A S	% PROTEINA
1o. Del nacimiento al destete (42 días)	20 %
2o. Crecimiento (1) del destete a los 35 kilogramos	17.5 %
3o. Crecimiento (2) de 35 a 62 kilogramos	15 %
4o. Finalización para cerdos de 62 a 110 kilogramos	12 %

TABLA No. 2

## INGREDIENTES USADOS EN LAS DIFERENTES ETAPAS DEL EXPERIMENTO

SORGO	ROCA FOSFORICA
MAIZ	SAL
HARINOLINA	PREMEZCLA DE VITAMINAS Y MINERALES
HARINA DE PESCADO	MELAZA

Procedimientos Experimentales.

El tiempo de duración del experimento fue de 75 días distribuidos en 5 períodos de 15 días cada uno,

Los datos obtenidos en cada período fueron:

Peso promedio de los 15 animales por tratamiento.

Peso total de los mismos.

Consumo de alimento total.

Consumo de alimento promedio.

Conversión alimenticia para cada lote del experimento.

La fuente de cobre utilizada fue el sulfato de cobre penta hidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) con un 98% de pureza y los niveles de cobre utilizados se reportan en la tabla No. 3.

*Met. Viki 130*

*Procedimientos Experimentales*

*20-5-1975*



V

RESULTADOS

En el curso de la presente investigación no se presentaron anomalías de ninguna especie en los cerdos, notándose una perfecta asimilación del sulfato de cobre en la dieta.

Durante el experimento no hubo síntoma de toxicidad en los animales, por lo que no concuerda con lo expresado por Ritchie, et al (24) que menciona que observó toxicidad en cerdos alimentados con 250 p.p.m. de cobre sin agregar zinc a la dieta, mencionando que cuando se agregan 100 p.p.m. de zinc se logra una completa protección contra la toxicidad del cobre, demostrando esto la relación entre cobre y zinc.

Aumentos de peso.

De acuerdo con el análisis de varianza correspondiente, no hubo diferencia significativa en los aumentos de peso.

Los datos correspondientes se presentan en el apéndice.

TABLA No. 4

PROMEDIO DE PESO INICIAL EN KILOGRAMOS

TRATAMIENTOS	PERIODOS				
	I	II	III	IV	V
1	44.23	56.13	68.06	81.13	92.20
2	43.80	55.40	68.80	80.66	94.00
3	47.60	54.90	70.00	80.86	91.73
4	43.20	53.33	66.33	77.40	88.20

TABLA No. 5

PROMEDIOS DE PESO FINAL EN KILOGRAMOS

TRATAMIENTOS	P E R I O D O S :				
	I	II	III	IV	V
1	56.13	68.06	81.13	92.20	102.70
2	55.40	68.80	80.66	94.00	104.20
3	54.90	70.00	80.86	91.73	103.40
4	53.33	66.33	77.40	88.20	99.80

El tratamiento ( $T_2$ ) presentó un pequeño aumento que equivale a 1.4% más que el testigo, quedando los tratamientos ( $T_3$ ) con 0.7% más que el testigo y -- ( $T_4$ ) con 2.9% inferiores al testigo. Ver tabla No. 5.

Las ganancias de peso total/periodo se reportan en el apéndice.

CONSUMO DE ALIMENTO, CONVERSION ALIMENTICIA Y RENDIMIENTOS EN CANAL.

De acuerdo con el análisis estadístico, no hubo diferencia significativa.

TABLA No. 6.

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL EN KILOGRAMOS.

TRATAMIENTOS	P E R I O D O S				
	I	II	III	IV	V
1	585.00	668.00	903.00	879.00	1,016.00
2	547.00	635.00	979.00	770.00	1,000.00
3	491.00	741.00	652.00	874.00	860.00
4	449.00	579.00	709.00	853.00	734.00

Los consumos de alimento promedio se reportan en el apéndice.

TABLA No. 7

CONVERSIONES ALIMENTICIAS EXPRESADAS EN KILOGRAMOS.

TRATAMIENTOS	P E R I O D O S :				
	I	II	III	IV	V
1	3.2	3.7	4.7	5.2	6.4
2	3.1	3.1	5.5	3.8	6.5
3	4.4	3.2	4.0	5.3	4.9
4	2.9	2.9	4.2	4.3	3.2

TABLA No. 8

RENDIMIENTOS EN CANAL  
PESO PROMEDIO

TRATAMIENTOS	KILOGRAMOS
1	56.5
2	55.0
3	57.0
4	64.0



1/12

DISCUSSION

Analizando los datos anteriores, aunque el resultado de nuestro análisis de varianza para aumentos de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimientos en canal no fueron de ninguna significancia, sí tenemos unas pequeñas consideraciones que hacer respecto a algunos datos experimentales— que aunque no involucran demasiada importancia sí nos pueden servir para mejorar la eficiencia de las explotaciones porcinas.

Analizando primeramente los pesos iniciales y los pesos finales consideramos que el tratamiento ( $T_2$ ) superó en un 2.20% al testigo ( $T_1$ ) a pesar de que el peso inicial de éste fue superior. Ver tabla No. 4.

En las ganancias de peso del primer período, el testigo ( $T_1$ ) se mantuvo 2.9% arriba de ( $T_2$ ) el cual llevaba mejor ganancia de los tratados. Y en el transcurso del experimento no se mantuvo ninguna estabilidad respecto a esos dos lotes ( $T_1$ ) como testigo y ( $T_2$ ) con 250 p.p.m. de sulfato de cobre, dado que alternaron superioridad en los 5 períodos experimentales. Ver tabla No. 9).

Los promedios de aumento por animal total mantuvieron las mismas proporciones anteriores. Ver apéndice.

Lo mismo los promedios de aumento diario, aunque en el segundo período se vio una marcada alza en ( $T_3$ ) respecto al testigo ( $T_1$ ) con un 26% arriba. Los demás períodos no mostraron alzas en ninguno de los tratamientos (que se pudieran considerar).

Respecto a los consumos de alimento durante los 5 períodos, tenemos que ( $T_4$ ) con 150 p.p.m. de sulfato de cobre y ( $T_1$ ) como testigo, nos dieron las siguientes proporciones:

Primer período: tratamiento ( $T_4$ ) con 22.3% de ahorro de alimento respecto al testigo.

Segundo período: ( $T_4$ ) con 15.3% de ahorro de alimento.

Tercer período: ( $T_4$ ) con 21.5% de ahorro de alimento.

Así como en el 4o. y 5o. períodos que hubo un ahorro de 3% y 27% respectivamente. (Todas las comparaciones respecto al testigo).

Cabe hacer mención que se escogió el tratamiento ( $T_4$ ) para la comparación, por haber sido el que nos proporcionó mayor ahorro de alimento.

El consumo de alimento diario por animal se mantuvo en las mismas proporciones

nes. Apéndice, tabla No. 14.

Respecto a la conversión alimenticia, el tratamiento ( $T_4$ ) obtuvo la mejor eficiencia de 3.5 durante todo el experimento, seguido de ( $T_3$ ) con 4.3, - - ( $T_2$ ) con 4.6 y por último el lote testigo con 4.6 de conversión alimenticia. Ver tabla No. 7.

En las gráficas números 1, 2 y 3 nos podemos dar cuenta de los datos anteriormente tratados y sus posibles correlaciones entre sí; relacionándolas con aumentos de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y rendimientos en canal.

Cabe hacer mención a las conclusiones y sumario efectuado por Wallace, et al (32) con relación a los porcentajes de ganancia y ahorro de alimento obtenidos:

1o. Cerditos alimentados con cobre ganaron 22.1% más rápidamente, y requirieron 8.3% menos comida que los testigos.

2o. Los cerdos jóvenes ganaron 6.5% más aprisa y requirieron 2.3% menos comida cuando fueron alimentados con cobre.

3o. Los cerdos en finalización ganaron 3.6% más pronto y requirieron 1.1% menos comida.

Posteriormente, Braude (6) señaló que las ganancias se mejoraron en un 8.1% y un 5.4% respecto a alimentación requerida. Los cerditos respondieron a varios niveles de cobre pasando de 50 p.p.m. hasta 375 p.p.m. Niveles de más de 250 p.p.m. fueron inefectivos e innecesarios para su máximo aprovechamiento.

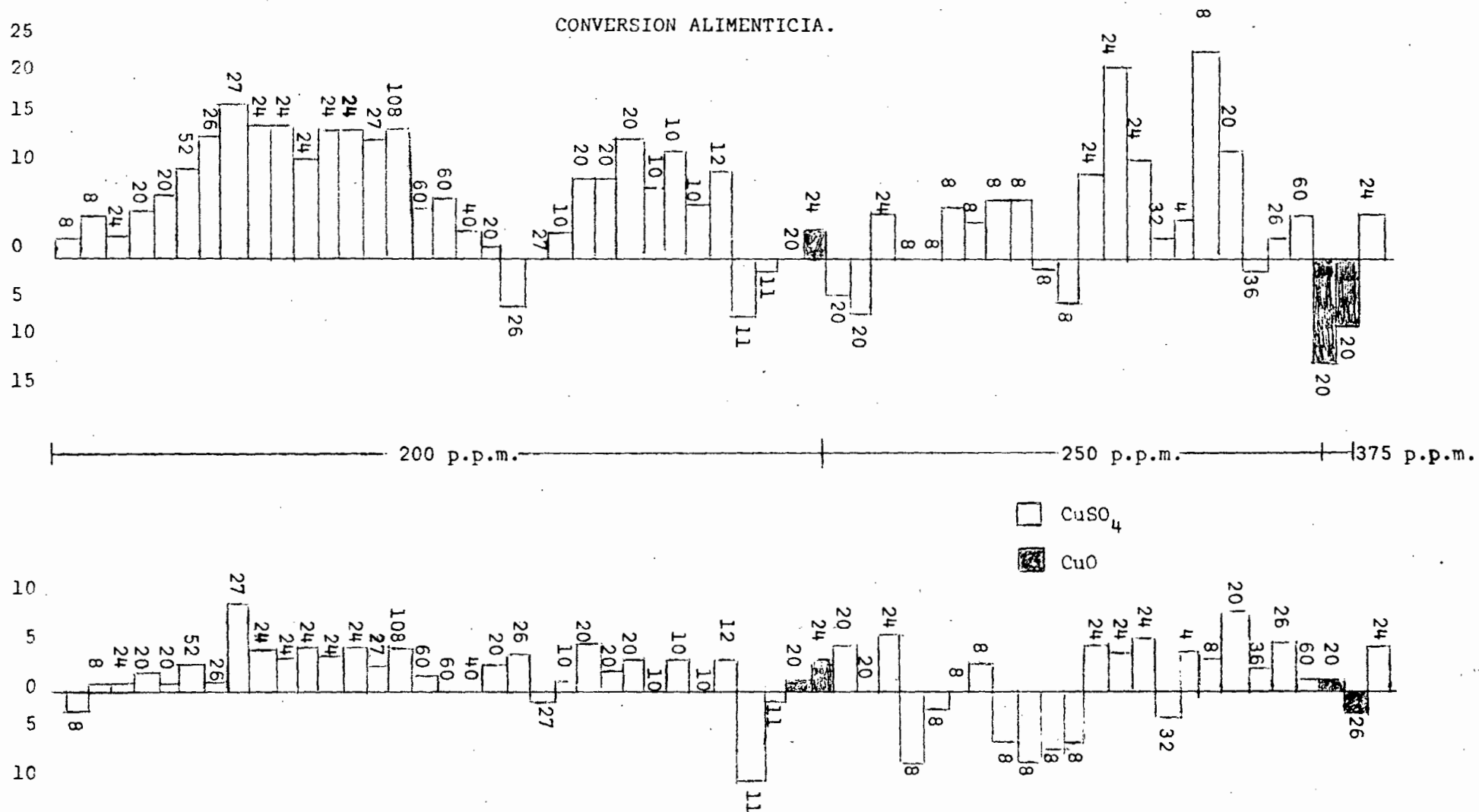
En la figura No. 1, Wallace, et al (32) presentó un sumario de 57 comparaciones comprendiendo un total de 2,614 cerdos; estas comparaciones comprenden cerdos los cuales estaban en el período temprano de crecimiento. Las edades pasaron de 35 a 84 días y los períodos de prueba de 26 a 69 días. Niveles de 125, 150, 250 y 375 p.p.m. de cobre fueron utilizados en ellas.

El efecto de alimentación del cobre en proporción de ganancia pasó de - 11% a + 23% con un promedio de peso de + 6.5%. Los efectos en la conversión alimenticia pasaron de - 10% a + 10% con un promedio de peso de 2.3%. Los cerdos tendieron a responder a todos los niveles y fuentes de cobre bajo el estudio de estas comparaciones. La influencia del cobre en el consumo de los

FIGURA No. 1

CERDOS EN CRECIMIENTO: GANANCIA DIARIA Y -  
CONVERSION ALIMENTICIA.

PORCENTAJE DE MEJORIA SOBRE EL CONTROL DE CERDOS.



NOTA: Influencia de alto nivel de cobre suplementado en ganancia de peso diario, conversión alimenticia de cerdo en crecimiento. Cada barra describe la acción de los efectos del cobre en cerdos, comparada con el control.

Referencia: (4), (13), (28), (29), (31), (32), (30).

alimentos estuvo más variable y menos pronunciada.

En cerdos en crecimiento final Wallace (33) presenta en la fig. No. 2, 54 - comparaciones comprendiendo un total de 2,060 cerdos. Estos cerdos estaban en prueba durante el período de crecimiento temprano y duraron hasta el período final.

Las edades pasaron de 42 días a 84 días y el período de prueba de 69 a 119-días para las distintas comparaciones.

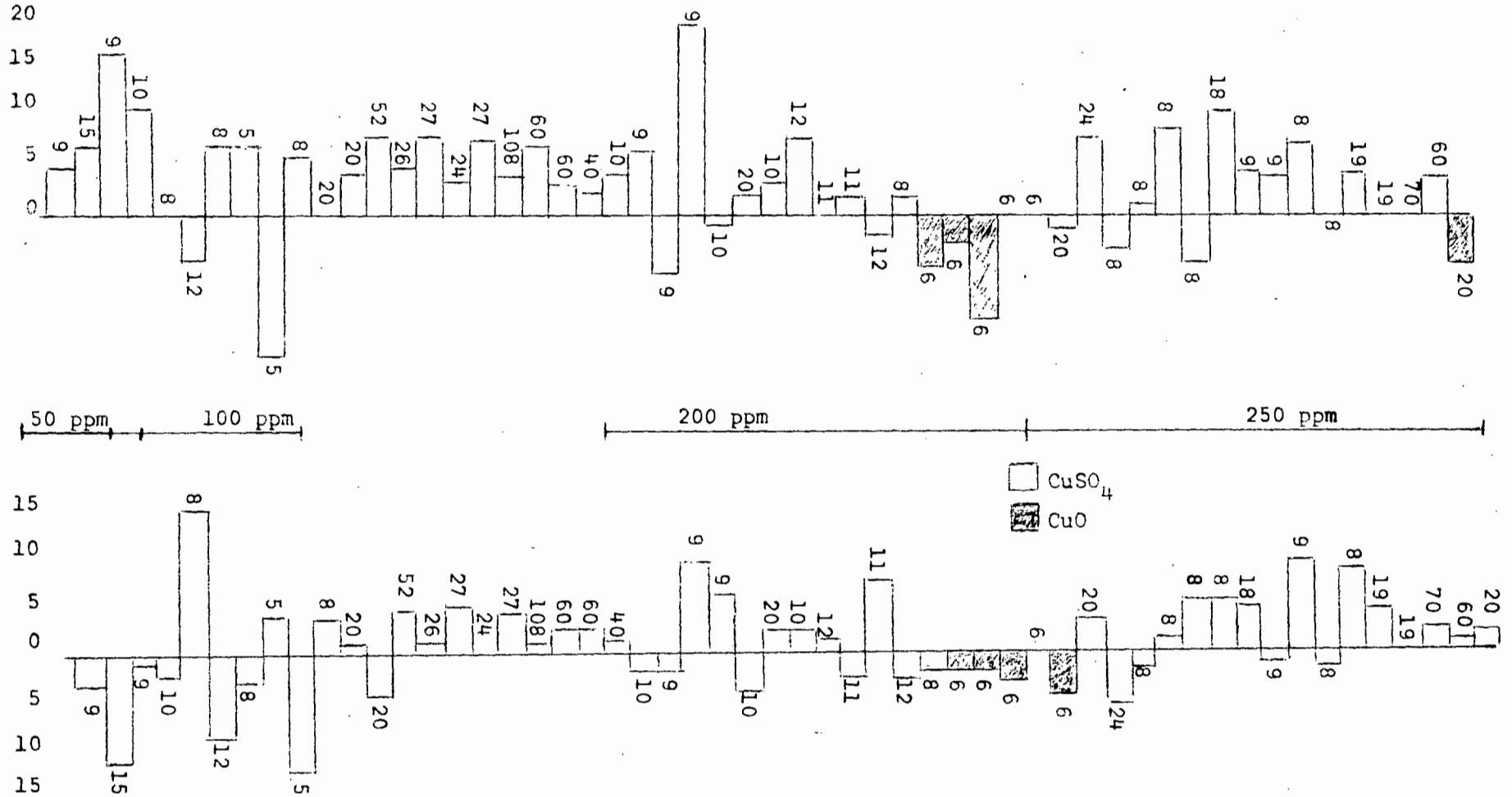
Niveles de 50, 75, 100, 125, 200, y 250 p.p.m. fueron estudiados.

La respuesta de los cerdos fue claramente menor que para la categoría anteriormente discutida. El efecto de alimentación de cobre en proporción de gancia pasó de - 14% a + 17% con un promedio de peso de 3.6%. El efecto de la conversión alimenticia pasó de - 12% a + 15% con un promedio de peso de 1.1%. En 34 de las 54 comparaciones los cerdos alimentados con cobre ganaron más aprisa o a la misma proporción que los cerdos no tratados. También hubo una tendencia de los cerdos no tratados a superar algunas de las ventajas de los cerdos alimentados con cobre durante la fase finalizadora del experimento. Esto es un efecto similar a lo que se ve cuando otros suplementos son usados (aditivos). Un examen de los datos manifestó clara relación del nivel de cobre respecto a los cerdos.

PORCENTAJE DE MEJORIA SOBRE EL CONTROL DE CERDOS.

FIGURA No. 2

CERDOS EN CRECIMIENTO FINAL, GANANCIA DIARIA  
Y CONVERSION ALIMENTICIA.



Influencia de alto nivel suplementando cobre, en ganancia de peso diario y conversión alimenticia de cerdos terminados. Cada barra describe la acción de los suplementos del cobre en cerdos, comparada con el control de estos mismos. El número de cerdos por grupo está indicado en la parte alta de cada barra. (Estos datos fueron tomados de las siguientes referencias: (30), (27), (28), (23), (16), (19), (24), (4), (20), (34).



1000-

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos y de las condiciones particulares en que se llevó a cabo el estudio, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1o. Los niveles proporcionados de sulfato de cobre en sus respectivas dosis (150, 200 y 250 p.p.m.) no tuvieron ninguna causa nociva en el desarrollo de los cerdos ni mostraron ningún síntoma de intoxicación.

2o. El nivel más alto de sulfato de cobre (250 p.p.m.) suministrado a los cerdos, se consideró el mejor de los tres. Esto por proporcionar un ligero aumento de peso con relación al testigo.

3o. El tratamiento ( $T_4$ ) que recibió el nivel más bajo de sulfato de cobre (150 p.p.m.) consumió menos alimento durante el experimento con relación al testigo y menos también comparativamente con los otros dos tratamientos.

4o. A pesar de que no se encontró ninguna significancia con respecto a los aumentos de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento, el sulfato de cobre sí ayudó al desarrollo, crecimiento y acabado de los cerdos tratados, pues actuó como mejorador de la eficiencia alimenticia y como antibiótico.



VIII

1907

RESUMEN

Este experimento se llevó a cabo en el rancho El Refugio, municipio de Ixtlahuacán de los Membrillos, Jal, sobre la carretera Guadalajara - La Barca, Km. 36.

Se trabajó con 60 animales provenientes de una cruce Duroc-Yorkshire, los cuales fueron divididos en cuatro lotes con 15 animales cada uno.

El tiempo de duración del experimento fue de 75 días distribuidos en 5 períodos de 15 días cada uno.

El promedio de peso al iniciar el experimento fue de 44.68 kilogramos.

El objetivo de esta investigación fue determinar la acción de esta fórmula:  $(SO_4 \text{ Cu. } 5H_2O)$  en raciones para cerdos sobre aumentos de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el crecimiento y acabado.

En el transcurso del experimento se registraron diarreas leves, las cuales no influyeron de una manera determinante en los tratamientos puesto que fueron controlados por medio de la tylosina, terminándose el experimento sin la incidencia de ninguna otra enfermedad.

Con datos obtenidos en los registros efectuados en los diferentes períodos, se procedió a efectuar los análisis estadísticos.

Los cuatro análisis consideraron todos los períodos y todos los tratamientos, es decir, se efectuaron análisis generales de varianza por considerarlo así pertinente, ya que una vez efectuado el primer análisis se tomó la anterior determinación.

En ninguno de los cuatro análisis hubo diferencia significativa.



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

1. Allen, M.M. y J.D.J. Harding. 1962. Experimental copper poisoning in pigs. Vet. Rec.
2. Barber, R.S. et al. 1955. High copper mineral mixture for fattening pigs. Chem y Ind.
3. Barber, R.S. et al 1957. Further studies on antibiotic and copper supplements for fattening pigs. British J. Nutr.
4. Barnhart. C.E. et al. 1949. Feed additives for growing finishing pigs.- Univ of Kentucky Animal Sci. Mimeo. Field Day Report. 56 - 61.
5. Braude, R.M. et al. 1962. Effect of oxytetracycline and copper sulfate, separately and together, in the rations of growing pigs. J. Agr. Sci. - 58:251.
6. Braude. R. 1965. Copper as a growth stimulan in pigs Cuprum pro pecunia. Symposium on coppers role in plant and animal life. International Copper. Development Council Vienna. Pag. 55-56.
7. Bowler, R.J. et al. 1965 Hihg copper mineral mixture for fattening pigs. British J. Nutr. 9:358.
8. Bunch, R.J. et al. 1965. Copper supplementation for weanling pigs. J. Animal Sci. 24:995 - 1000.
9. Bunch, R.J. et al. 1961. Effects of copper sulfate, copperoxide and chlorotetracycline on baby pigs performance J. Animal Sci. 20:723 - 726.
10. Carroll W.E. y J.L. Kride. 1960. Explotación del Cerdo. Edit. Zaragoza. 10. Edición. Pág. 255:257.
11. Combs, G.E. et al. 1966. Effect of source and level of dietary protein- on pigs fed high - copper rations. J. Animal Sci. 25: 613 - 616.
12. Combs. G.E. et al. 1964. Antibiotics and copper in pig. Starter rations Fla. Animal Sci. Mimeo Series No A N 65-2.
13. Cravens. W.W. 1966. Summary of copper supplementation studies. Personal communication of December 5. Central soya. Feed Division, Decatur, In diana.
14. Elvehjem, C.A. y E.B. Hart 1932. The necessity of copper as a supplement to iron for hemoglobin formation in the pig. J. Biol. Chem 95:363.

15. Follis, R.H. et al. 1965. Studies on copper metabolism XVIII. Skeletal-changes associated with copper deficiency in swine. Bull. Johns Hopkins Hosp. 97:405.
16. Gipp, W.F. et al. 1966. The effect of molybdenum, sulfate and zinc. on-growth hemoglobin liver copper Storage and carcass characteristics of - pigs fed a high level of copper. Cornell. Univ. Animal Hu Sb. Mimeo - 66-4.
17. Hawbaker, J.A. et al. 1959. Effect of copper sulfate and antibiotics on growth rate, feed conversion and fecal flore of growing pigs. J. Animal Sci. 18:1105.
18. Hays, V.W. y R.D. Kline. 1969. Copper molybdenum-sulfate interrelation-ships in growing pigs. Feedstuffs 41: 44.P.18.
19. Hoefler, J.A. et al. 1960 Interrelationships between calcium zinc, iron- and copper in swine feeding. J. Animal Sci. 19:249-259.
20. Jeter, M.A. 1966. Summary reports of some cattle and swine feeding tri- als. Illinois farm Bureau Coop Res. Farm. Lexington, Illinois.
21. Lucas, I.A. et al. 1962. Copper sulfate as a growth stimulant for pigs: effect of composition of diet and level of protein,. Animal Prod. - 4:177.
22. Meade, R.J. 1961. Dried skimmilk sugar and antimicrobios feef additives for pigs weaned at 3 to 5 weeks of age. Mim. Animal Husb Report H 176.
23. Pond, W.G. 1960. Copper and zinc supplementation to cornsoybean, meal - ration for growing-finishing swine. Cornell Univ. Summary of Research.- Conducted 1959-60.
24. Ritchie, H.D.R. et al. 1963. Copper and zinc interrelationship in the - pig. J. Nutr. 79:117.
25. Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of sta - distics. Mc. Graw Hill. N.Y. U.S.A. 481.p.
26. Suttle, N.F. y C.F. Mills. 1966. Studies of the toxicity of copper to - pigs. Effects oral supplements of zinc and iron salts on the development of copper toxicosis. British. J. Nutr. 20:135.

27. Teague, H.S. y L.E. Carpenter. 1951. The demonstration of a copper deficiency in young growing, pigs J. Nutr. 43:389.
28. Teague, H.S. y A.P. Grifo Jr. 1964. The effectiveness of 125 p.p.m. - deaded copper in growing finishing rations for pigs in drylot. Ohio. Mi meo. AS 133-1.
29. Teague H.S. y A.P. Grifo Jr. 1966. The continuous or intermittent sup - plementation of copper in feed and water. Ohio Swine Research. Summary- 13.
30. Wallace, H.D. et al. 1960 High level copper for growing finishing swine. 2 Fla. Animal Sci. Mimeo Series No 63-15 19:1153.
31. Wallace, H.D. 1968 b. Phisiological effect of feeding high levels of - copper to pigs. Feedstuffs 40:46 U.S.A. p. 36.
32. Wallace H.D. 1968. Effects of high level copper on performance of grow - ing pigs. Feedstuffs 40:27 U.S.A. P. 22.
33. Wallace H.D. 1967. High level copper in swine feeding. P. 7-9.
34. Young. E.P. et al. 1960. The growth rate and feed efficiency of pigs fed rations with added copper sulfates. Maryland Misc. Pub. No. 393.23:1.

A P E N D I C E

TABLA No. 9

GANANCIA DE PESO TOTAL EN LOS DIFE -  
RENTES PERIODOS DEL EXPERIMENTO, EN-  
KILOGRAMOS.

TRATAMIENTOS	PERIODOS :				
	I	II	III	IV	V
1	178.50	179.00	196.00	166.00	158.00
2	173.50	201.00	178.00	200.00	153.00
3	110.00	226.00	163.00	163.00	175.00
4	152.00	195.00	166.00	162.00	174.00



TABLA No. 10.

ANALISIS DE VARIANZA PARA AUMENTOS DE PESO PARA LOS TRATAMIENTOS 1, 2, 3 Y 4 DURANTE LOS CINCO PERIODOS DEL EXPERIMENTO.

<u>CAUSA</u>	G.L.	S.C.	VZA	F. CAL	FO.05	FO. 01
Trat.	3	A 168	$\frac{A}{3} = 56$	0.380	2.84	4.31
Error	56	C 8,280.9	$\frac{C}{56} = 147$			
Total	59	B 8,448.9				

TABLA No. 11

CONSUMO DE ALIMENTO PROMEDIO OBTENIDO  
EN LOS DIFERENTES PERIODOS DEL EXPERI  
MENTO, EN KILOGRAMOS.

TRATAMIENTOS	P E R I O D O S :				
	I	II	III	IV	V
1	39.00	44.53	60.20	58.60	67.73
2	36.46	42.33	65.26	51.33	66.66
3	32.73	49.40	43.46	58.26	57.33
4	29.93	38.60	47.26	58.86	48.93

TABLA No. 12

CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO OBTENIDA EN LOS DISTINTOS PERIODOS DEL EXPERIMENTO, EN KILOGRAMOS.

TRATAMIENTOS	P E R I O D O S :				
	I	II	III	IV	V
1	3.2	3.7	4.7	5.2	6.4
2	3.1	3.1	5.5	3.8	6.5
3	4.4	3.2	4.0	5.3	4.9
4	2.9	2.9	4.2	4.3	3.2

TABLA No. 13

PROMEDIO DE LOS PESOS INICIAL Y FINAL, -  
 AUMENTO TOTAL DE LOS CERDOS, PROMEDIO DE  
 AUMENTO POR ANIMAL TOTAL Y PROMEDIO DE -  
 AUMENTO DIARIO.

MEDIDAS	TRATA- MIENTOS	P E R I O D O S :				
		I	II	III	IV	V
No. de cerdos	1,2,3 y 4	15	15	15	15	15
No. de días - por período	1,2,3 y 4	15	15	15	15	15
Promedio de - peso inicial.	1	44.23	56.13	68.06	81.13	92.20
	2	43.80	55.40	68.80	80.66	94.00
	3	47.60	54.90	70.00	80.86	91.73
	4	43.20	53.33	66.33	77.40	88.20
Promedio de - peso final.	1	56.13	68.06	81.13	92.20	102.70
	2	55.40	68.80	80.66	94.00	104.20
	3	54.90	70.00	80.86	91.73	103.40
	4	53.33	66.33	77.40	88.20	99.80
Ganancia de - peso total.	1	178.50	179.00	196.00	166.00	158.00
	2	173.50	201.00	178.00	200.00	153.00
	3	110.00	226.00	163.00	163.00	175.00
	4	152.00	195.00	166.00	162.00	174.00
Promedio de - aumento por - animal total.	1	11.90	11.93	13.07	11.07	10.50
	2	11.60	13.40	11.86	13.34	10.20
	3	7.30	15.10	10.86	10.87	11.67
	4	10.10	13.00	11.07	10.80	11.60
Promedio de - aumento día - rio.	1	0.793	0.795	0.870	0.735	0.700
	2	0.771	0.893	0.790	0.888	0.680
	3	0.488	1.004	0.724	0.720	0.770
	4	0.675	0.866	0.730	0.720	0.770

TABLA No. 14

PROMEDIO DE LOS PESOS INICIAL Y FINAL, AUMENTO TOTAL DE LOS CERDOS, PROMEDIO DE AUMENTO POR ANIMAL TOTAL Y PROMEDIO DE AUMENTO DIARIO.

MEDIDAS	TRATAMIENTOS	P E R I O D O S :				
		I	II	III	IV	V
No. de cerdos	1,2,3 y 4	15	15	15	15	15
No. de días - por período.	1,2,3 y 4	15	15	15	15	15
Consumo de -- alimento total	1	585.00	668.00	903.00	879.00	1,016.00
	2	547.00	635.00	979.00	770.00	1,000.00
	3	491.00	741.00	652.00	874.00	860.00
	4	449.00	579.00	709.00	853.00	734.00
Consumo de alimento promedio.	1	39.00	44.533	60.200	58.600	67.73
	2	36.46	42.333	65.266	51.333	66.66
	3	32.73	49.400	43.466	58.260	57.33
	4	29.93	38.600	47.260	58.860	48.93
Consumo de alimento promedio diario -- por animal	1	2.600	2.903	4.01	3.906	4.51
	2	2.431	2.822	4.351	3.422	4.44
	3	2.182	3.293	2.897	3.880	3.82
	4	1.995	2.573	3.150	3.730	3.26
Conversión alimenticia expresada en kilogramos.	1	3.2	3.7	4.7	5.2	6.4
	2	3.1	3.1	5.5	3.8	6.5
	3	4.4	3.2	4.0	5.3	4.9
	4	2.9	2.9	4.2	4.3	3.2