

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE UN FACTOR ENZIMATICO CON  
DOS NIVELES DE SULFATO DE COBRE  
EN LA ALIMENTACION DE CERDOS

T E S I S

JOSE LUIS MARTINEZ MONTEMAYOR

1 9 7 5

T

SF390

.M6

M3

c.1

96



1080062141

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



PRUEBA DE UN FACTOR ENZIMATICO CON  
DOS NIVELES DE SULFATO DE COBRE  
EN LA ALIMENTACION DE CERDOS

ING. ARNOLDO J. TAPIA V.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
PRESENTA  
JOSE LUIS MARTINEZ MONTEMAYOR

MONTERREY, N. L.

MARZO DE 1975

2746 *AM*

T  
SF396  
MG  
M3

040.636  
FA5  
1975  
C-6



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

Fests



U.P.R.W.  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

A mis Padres

SR. HILARIO MARTINEZ VILLARREAL  
SRA. MARGARITA M. DE MARTINEZ

Con amor y eterna gratitud.

**A mis Hermanos:**

ING. HILARIO MARTINEZ M.

SRA. MARGARITA M. DE GARZA

ING. JAVIER F. MARTINEZ M.

C.P. JORGE MARTINEZ M.

**A mis Hermanos Políticos:**

SRA. HILDA M. DE MARTINEZ

SR. FERNANDO GARZA L.

SRA. NORMA L. DE MARTINEZ

SRA. LEONOR G. DE MARTINEZ

**A MIS SOBRINOS**



A mi Novia

DRA. CELIA MARGARITA TREVIÑO CANTU

Con amor y agradecimiento, por la  
cooperación prestada en la reali-  
zación de este trabajo.

A los Señores

ING. ADOLFO VILLARREAL C.  
SR. GERARDO VILLARREAL C.

Por la cooperación prestada  
de este trabajo.

A MIS MAESTROS

Con especial agradecimiento a los señores:

ING. ARNOLDO J. TAPIA

ING. JAVIER GARCIA C.

ING. JORGE VILLARREAL

Por su asesoramiento y valiosa ayuda.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS

# I N D I C E

	<u>Página</u>
INTRODUCCION .....	1
LITERATURA REVISADA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	19
RESULTADOS EXPERIMENTALES .....	25
DISCUSION .....	34
CONCLUSIONES .....	38
RESUMEN .....	39
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	41

## INDICE DE TABLAS

<u>TABLA No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Composición y costo de la ración de 25-45 Kg.	21
2	Composición y costo de la ración de 45-74 Kg.	22
3	Composición y costo de la ración de 74 Kg.. al mercado.....	23
4	Composición y costo del concentrado protéico.	24
5	Pesos y aumentos de peso .....	26
6	Pesos y aumentos de peso .....	27
7	Pesos y aumentos de peso .....	28
8	Datos de las pruebas de 3 tratamientos con 10 repeticiones .....	29
9	Análisis de varianza con corrección por covarianza de los datos de la Tabla No. 8 .....	30
10	Peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de 25 a 45 Kg.	32
11	Peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de 45 a 74 Kg.	32
12	Peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de 74 al mercado.....	33
13	Promedios y totales por tratamiento para peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia .....	33

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

En algunos países del mundo existe una producción animal extensiva notablemente desarrollada.

Empero, la producción de artículos alimenticios tanto de origen vegetal como de origen animal, en proporción suficiente para la alimentación de la cada vez más creciente población que los demanda, da como resultante un ritmo inadecuado de crecimiento, salvo algunas excepciones.

Nuevos descubrimientos de sustancias estimulantes para el crecimiento, tales como los compuestos arsenicales y bactericidas son contribuyentes al progreso en este ramo.

El Sulfato de Cobre y los antibióticos estudiados desde hace tiempo en función de sus efectos similares en lo que respecta a un estímulo favorecedor del crecimiento y mejora de la conversión alimenticia cuando se añaden a las raciones de cerdos en crecimiento-acabado; también aportan progreso.

Sin embargo, estudiados mas detalladamente estos dos factores antibióticos y cobre, nos encontramos que mientras los antibióticos ofrecen como desventaja principal que su uso continuo o reiterado produce inmunidad o resistencia de parte de los organismos dañinos, al cabo de cierto tiempo, puede nulificar su acción favorable para el crecimiento y otros efectos resultantes de su adición en las raciones.

El cobre en relación con su modo de acción y en las condiciones que actúa, no se encuentra claramente conocido.

Las modernas técnicas de inseminación artificial, los métodos adecuados de manejo, la mejora genética del ganado y la utilización de alimentos balanceados, son factores que el hombre ha puesto en juego con el fin de aumentar principalmente la producción de carne ya sea de bovinos o de porcinos, con el fin de ganar la lucha a la tremenda explosión demográfica que afecta al mundo y en particular a Latinoamérica, -- sector del mundo del cual forma parte México.

Objetivos básicos de este estudio son:

Evaluar el comportamiento de los cerdos en Crecimiento-Acabado con la suplementación de 2 niveles de cobre (250 PPM. y 125 P.P.M. + Enzimas en la alimentación de cerdos.

Y probar un compuesto, que es producto de una fermentación primaria (enzimas) como testigo.

La finalidad pretendida es el intento de mejorar la eficiencia alimenticia, el mejoramiento de la carne en su calidad y aumentar la velocidad del crecimiento, para que disminuyan los costos de producción y se obtenga así un producto mejor.

## LITERATURA REVISADA

La producción de cerdos en México ha tenido notable incremento en los últimos años; se ha visto que el cerdo ocupa el segundo lugar en eficiencia de conversión de alimento a carne. Pues las aves ocupan el primer lugar.

Más para llegar a ese segundo lugar el cerdo ha sido sometido a dos principales clases de mejoramiento:

- a) Genéticos, y
- b) Nutricionales

Estos conocimientos han propiciado el desarrollo de nuevas técnicas de investigación, plantea interrogantes nuevas en lo que atañe al balance mineral y las interrelaciones de minerales traza, pero tales interrogantes tienden a disminuir conforme se hacen nuevas investigaciones.

Innegable mérito logrado en los avances de la eficiencia de la conversión de alimento a carne, lo es sin duda, el descubrimiento de substancias estimulantes del crecimiento. Hormonas, bactericidas y sulfato de cobre entre otros (9).

Papel importantísimo en estos avances lo juegan las enzimas toda vez que se demuestren los efectos que pueden tener en la alimentación de los cerdos.

Enzima es un término griego que significa "en fermentación".



to" y fue propuesto por Kunhe hacia el año de 1878. Aunque en Europa el término "en fermento" aún es usado en el mismo sentido (11) (14).

Desde 1926 data el conocimiento de las enzimas cuando Sumner logró aislar la Ureasa en forma cristalizada llegando a la observación de que ésta era proteína.

Navtrop en 1930 logró aislar la Pepsina y en la actualidad más de 30 enzimas han sido cristalizadas (12).

Dixon y Webb (1935) propusieron que la palabra enzima se definiera como: "Enzima es una proteína con propiedades catalíticas debidas a su poder de activación específica."

~~Definición ampliamente aceptada. (7) (8) (10) (11).~~

### ACCION DE LAS ENZIMAS

El conocimiento de la función principal de las enzimas data de los últimos 20 años llegando a saberse que todos los procesos biológicos dependen de las enzimas (12).

Se ha observado que reacciones químicas muy difíciles de obtener en un laboratorio, las células vivas las efectúan en forma sumamente fácil, debiéndose esto, a la presencia de las enzimas (10).

Las enzimas se encuentran presentes en las células vivas siendo desde luego esenciales, pero puede aislárseles pa

ra que actúen in vitro obrando así en forma independiente de las células (11) (18).

Hay una relación muy directa entre enzimas y nutrición, ya que todas las reacciones químicas dentro del organismo son catalizadas por las enzimas que ayudan a la disociación y combinación de las unidades químicas permitiendo que estas sean asimiladas, de suerte que si fallara parcial o totalmente una enzima, se produciría un serio desequilibrio en el metabolismo (8).

La mayoría de las enzimas son solubles en el agua o pueden efectuar sus cambios en medios biológicos líquidos; son muy potentes, dando muestras de ello el ejemplo siguiente: Un gramo de Peptinaza cristalizada puede digerir 50 gramos de clara de huevo cocido en dos horas.

Existen varias teorías propuestas por distintos investigadores para explicar el modo de cómo accionan las enzimas; sostienen algunos que se forma al menos, un complejo enzima-sustrato intermedio inestable que sufre desintegración para dar a la enzima sin alteración y a los productos de la reacción.

Enzima mas sustrato --(zima-sustrato)-- Enzima más -- sustrato combinado.

El mejoramiento de las técnicas de purificación de las enzimas y el de las técnicas espectrofotométricas, ha da

do apoyo práctico y teórico a esta teoría propuesta por Michaelia (11).

Morrison en 1959 publica que existen ciertos factores no identificados de crecimiento y dice: "En la práctica se deben de incluir dos de ellos en las raciones siendo estos:- Pescado, residuos de destilería, alfalfa y suero lácteo" (6).

En estudios realizados en Iowa, U.S.A., que en cerdos menores de 5 semanas de nacidos, es inadecuado adicionar proteína de soya por no poderla digerir fácilmente demuestra un estudio, pero en cambio, se demostró que digieren en cambio-perfectamente la proteína de la leche; pudiendo comprobarse que la adición de una enzima por ejemplo pepzina o pancreatina a las dietas de soya mejoraban la intensidad del creci---miento, pero no la eficiencia alimenticia, aunque un poco menos que los alimentados con leche (9).

En el año de 1968 en una granja del estado de Guana--juato llamado el "Fresno" se hizo una prueba en el cual a un lote de 14 cerdos se les adicionaron enzimas y a otros 14 se les dejó como testigo con un promedio de peso inicial en ambos lotes de 33.300 Kgs. Al transcurrir 99 días de la prueba, el promedio final en peso de los lotes fue de 98.400 Kgs. para los tratados y 91.400 Kgs. para los testigos; siendo el consumo de alimento por cerdos tratado 238.300 Kgs. y de - - 229.300 Kgs. por cada testigo, necesitando 0.314 Kgs. menos de alimento para producir un Kg. de peso vivo el lote de los

cerdos tratados.

Para las enzimas elaboradas por un proceso de Fermentación es recomendable la adición de 4 Kg. por tonelada de alimento a partir del destete a los 70 Kg. de peso y de 6 -- Kgs. por tonelada desde los 70 Kgs. hasta el mercado.

Además las enzimas pueden ser mezcladas con cualquier suplemento vitamínico o con los antibióticos, pues esto dará mejores resultados.

He aquí una pequeña síntesis que muestra los beneficios resultantes con la adición de enzimas;

- a) Mejor conversión: de 200 a 400 gramos menos de alimento para producir un Kg. de peso vivo.
- b) Ganancia en peso: de 3 a 5 Kgs. extras de peso vivo.
- c) Mejor calidad y menos grasa, y
- d) Animales más sanos (2).

#### LOS ANTIBIOTICOS COMO ESTIMULANTES DEL CRECIMIENTO EN CERDOS

Los antibióticos tienen también como papel el ser estimulantes del crecimiento, antibióticos tales como la tetraciclina, la estreptomicina, la penicilina y otros más, han sido ampliamente estudiados, siendo probablemente Jakes y Williams citados por Crampton y Harris (8) los que mejor los -

han definido.

## ANTIBIOTICOS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

Como anteriormente se asienta, que los antibióticos - tienen una gran influencia sobre el crecimiento del cerdo, - Williams y Jules notables investigadores nos dan valiosos datos que demuestran los siguientes efectos (8):

1ro. El 10-20% como promedio es aumentado el nivel de crecimiento si se adicionan a la ración, pero se observa que cuando más alto es el valor nutritivo de la ración, decrece el aumento en el crecimiento.

2do. Pueden incrementar la eficiencia de la utiliza- ción de los alimentos a un nivel superior del 5% principal- mente ciertas raciones de baja calidad nutritiva.

3ro. Los antibióticos tienden a reducir las cantida- des suplementarias de proteínas que se hacen necesarias en - la alimentación para cerdos. No se ha logrado establecer si el ahorro es más debido al antibiótico, o si se debe a una - ración más adecuada de vitamina B 12, riboflavina, niacinamida y otros nutrientes.

4to. Su mejor efecto es al comenzar el crecimiento, - por cierto, que aplicados a animales viejos, éstos resultan beneficiados pero en menor grado.

5to. Si se administra a cerdos de 45-50 Kgs. de peso

y si se los reduce en la dieta, los cerdos reducen el nivel de ganancia en el peso, por lo que se hace necesario dar los antibióticos desde el destete hasta el peso del mercado.

6to. Si se administran a cerdos en engorda (más de -- 45 Kg.) se puede producir una canal grasosa.

7mo. Los cerdos diarreicos ya sean retrasados o jóvenes responden marcadamente a los antibióticos.

8vo. Favorecen la lozanía de los animales y son preventivos de la dermatitis de un tipo no identificado.

9no. Un nivel de 10 gramos de antibiótico por tonelada de la ración total a 55 mgr. por Kg. de suplemento proteico (50 gramos 1 tonelada) el cual es suplementado con grano a libre acceso, probablemente sea el nivel antibiótico alimenticio más deseable.

#### ANTIBIOTICOS PARA REPRODUCTORES Y LECHONES

1ro. Hay evidencias de que la alimentación con antibióticos a cerdas preñadas, con 20-35 mgr. por Kg. de ración, puede incrementar el peso al nacer y la supervivencia de los cerditos.

2do. No es suficiente la cantidad de antibióticos que se transfiere a través de la leche de cerda para mostrar marcado estímulo del crecimiento de lechones y lactantes.

3ro. Los antibióticos en raciones pre-iniciales durante la lactancia pueden incrementar el peso al destete de 2 a 4 Kg. más a los 56 días de edad.

## H O R M O N A S

Se ha experimentado en cerdos algunos tipos de hormonas tales como el Exoestrol, Dinoextrol y principalmente con Caseína Yodada, llegándose a la conclusión de que su adición no aporta aumento de peso en los animales tratados (13).

## S U L F A T O D E C O B R E

Son conocidas desde hace tiempo las potentes propiedades antimicrobianas del sulfato de cobre, se le atribuye también, hasta un 13% en el estímulo favorecedor del crecimiento sobre el testigo, y aumenta la mejoría en el consumo de alimento que por lo general es de un 3 a un 8%.

Los trabajos han demostrado que el cobre puede mejorar la condición fisiológica o resistencia de los cerdos a las condiciones adversas, debido a eso, a que aumenta la Catalasa, enzima defensiva fundamental, en la cual para su síntesis, el cobre juega importantísimo papel (16).

El mejor resultado que ha dado el sulfato de cobre se sitúa en los niveles que van de 0.05 a 0.10% de la dieta, suplementando así 125 y 250 ppm. de cobre elemental respectivamente. Otros investigadores han reportado que los límites -

tóxicos son por encima de las 250 ppm. de cobre total (17).

En general se puede decir que el cobre ejerce similar acción que los antibióticos en el intestino del animal, pero su modo de acción se desconoce todavía.

#### COMPARACION ENTRE LOS DIFERENTES ESTIMULANTES DEL CRECIMIENTO EN CERDOS .

Braude y Townsend (5) se dedicaron a investigar los efectos de la Oxitetraciclina y de sulfato de cobre separados y juntos en raciones de cerdos en crecimiento, probando en 21 centros de investigación los tratamientos siguientes:

- a) Ración testigo
- b) Ración testigo + 10 gramos de Oxitetraciclina/ton.
- c) Ración testigo + 1 Kg. de sulfato de cobre/ton., y
- d) Testigo + 10 gramos de Oxitetracicloina/ton + 1 Kg. de sulfato de cobre/ton.

Los cerdos tratados en cuanto a su número tuvieron variación en los diferentes centros entre 6 a 15 y sus pesos iniciales promedio fueron de los 15 a los 25 Kg.

He aquí sus conclusiones:

La salud de los cerdos en general fue buena sin que hubiera efectos adversos de ninguna clase los cuales pudieran guardar relación con los tratamientos experimentados.



Se usaron análisis de varianza para estudiar las diferencias entre tratamientos y centros de interacción y tratamientos por centros.

La oxitetraciclina solo tuvo un incremento significativo de 3.1% en la tasa de crecimiento y de 2.3% en la conversión alimenticia comparada con el testigo; cuando se añadió junto con el cobre no produjo incrementos.

El cobre solo tuvo un incremento significativo en la tasa de crecimiento de 9.7% y en la conversión alimenticia de 7.9% comparado con el testigo.

De las interacciones y tratamiento por centros ninguna fue significativa.

En otro experimento similar llevado a cabo por Barber et al (3) en el cual compararon dietas de cerdos en crecimiento suplementados con sulfato de cobre 0.1% (250 ppm. de Zn) oxitetraciclina (5 gr/ton) y clorotetraciclina (5 gr/ton) en varias combinaciones entre estos suplementos, encontraron que el cobre sólo incrementó significativamente el crecimiento en un 10.4% y la conversión alimenticia en un 4.5% y el consumo de alimento es un 5.8%.

Los otros dos ingredientes adicionales a la dieta (oxitetraciclina y clorotetraciclina) suplementada ésta con sulfato de cobre, incrementan significativamente el crecimiento en un 5% y la eficiencia en la conversión alimenticia

en un 3.4%.

La edición de Zinc a la dieta suplementada con cobre solo o combinado con oxitetraciclina, arrojó como resultado una reducción en la medida de los valores de cobre en el hígado de los cerdos, y no tuvo importancia su efecto en el comportamiento de los animales.

Allen et al (1) probaron dos fuentes de suplementación de altos niveles de sulfato de cobre una en forma de sulfato y la otra en forma de carbonato, siendo para dicho estudio las dosis siguientes:

- a) Testigo, 62.5, 125 y 250 ppm. de sulfato de cobre y
- b) 250 ppm. en forma de carbonato únicamente.

El nivel de cobre en forma de sulfato resultó mejor en la tasa de ganancia en peso (250 ppm.) pero no se notó diferencia significativa en la eficiencia de utilización de alimento en comparación con los otros niveles de cobre en forma de sulfato. El carbonato de cobre fue igualmente efectivo.

El modo de acción del cobre ya sea que el sitio de acción sea entérico, sistemático ó ambos, no es posible determinarlo aún.

Barber et al elaboraron un estudio en el cual probaron el sulfuro de cobre con el sulfato de cobre, con caracte

rísticas opuestas en relación con su solubilidad.

Estas fueron sus conclusiones:

El sulfuro de cobre (250 ppm.) no influye ni en la ganancia de peso ni en la eficiencia alimenticia; en cambio el sulfato de cobre (250 ppm.) incrementa en un 12% el creci--- miento y mejora la eficiencia alimenticia en un 8.8%.

Se sugiere que el cobre soluble tiene efecto sobre el crecimiento, sin embargo su modo de acción no es explicada - por Barber et al (4).

Wallace et al (17) hicieron varios experimentos con - altos niveles de cobre en dietas a base de harina de soya y maíz para evaluar la eficiencia de esta adición en cerdos en crecimiento acabado, adicionalmente la relación entre el nivel de proteína en la dieta y la toxicidad del cobre.

Así mismo probaron distintos niveles de zinc y cobre en la ración siendo las suplementaciones de distinta manera, pues las del cobre fueron en forma de sulfato y las del zinc en forma de carbonato.

He aquí la secuencia de los experimentos:

1er. experimento que consiste en dos tratamientos, -- uno testigo y el otro con 250 ppm. de cobre cada uno con 10 cerdos.

Los cerdos testigo fueron muy superiores en crecimiento que los de 250 PPM de cobre.

Tres de los cerdos suplementados con cobre mostraron signos de intoxicación, siendo ésto indicativo de que hay variación individual entre animales para tolerar altos niveles de cobre.

2do. experimento que consistió en 4 tratamientos de cobre de 0 100 150 y 200 ppm. con 10 cerdos cada uno.

No hubo diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos.

3er. experimento que consistió en la suplementación de zinc y cobre en 5 tratamientos de 10 cerdos cada uno siendo los niveles de cobre y zinc respectivamente como sigue: -  
1) 0,0 ppm. 2) 4,20 ppm. 3) 200.500 ppm. 4) 0.500 ppm.  
y 5) 200 0 ppm.

Las diferencias de peso entre los diferentes tratamientos no fueron significativas. El tratamiento 5 redujo marcadamente el nivel de hemoglobina y no se encontró relación entre el cobre y el zinc.

4to. experimento: Tuvo como objetivo probar 5 combinaciones de cobre y zinc para observar la incidencia de la paraqueratosis.

Los niveles de cobre y zinc fueron respectivamente: -

1) 0.0    2) 150.500    3) 150.0    4) 300.1000 y 5) 300.0 ppm.

El tratamiento testigo presentó un 80% de paraqueratosis, los tratamientos 2 y 3 tuvieron un comportamiento superior al testigo en esta prueba, y fueron los mejores niveles; sin embargo los autores no mencionan nada acerca de la significancia de la prueba ya que la ganancia de peso de los tratamientos 2 y 3 fueron muy superiores al testigo.

No señalan que se hayan presentado paraqueratosis en los anteriores experimentos (2 y 3) siendo que recibieron -- las mismas raciones y tampoco indican intoxicaciones de cobre en este experimento, siendo que usaron niveles similares a los experimentos anteriores y en algunos casos, superiores.

Respecto al zinc se indica que 1000 ppm. pueden producir efectos tóxicos.

5to. experimento fue basado en los 4 trabajos anteriores evaluándose 4 tratamientos: 1) 0.0 2) 100.0 3) 0.20 y 4) 100,20 ppm. de cobre gr de cloratetraciclina/ton de -- alimento respectivamente.

Los tratamientos 3 y 4 de este experimento tuvieron -- una diferencia significativa en las ganancias de peso en comparación con los tratamientos 1 y 2.

Indican los tratamientos ya con su correspondiente resultado que fue la cloratetraciclina la que ejerció una in--

fluencia favorable en la tasa de ganancias de peso. No estudiaron interacción entre tratamientos.

El último experimento de Wallace et al (17) muestra que los niveles altos de cobre producen síntomas de intoxicación, pero esta se reduce conforme aumenta el nivel protéico de la dieta.

### INTOXICACION POR COBRE

Siendo el hígado el órgano principal de los que almacenan el cobre, al grado que las concentraciones de éste pueden proporcionar un índice útil del cobre que posee el animal. Sin embargo, los niveles de cobre sufren variaciones entre las distintas especies, edades y enfermedades que padezca un animal, así como también la naturaleza de la dieta, puesto que las concentraciones de cobre en el hígado de los cerdos se ven afectadas por el cobre que ingiere en los alimentos (15).

Las ovejas y las vacas son capaces de retener grandes cantidades de cobre en sus células hepáticas sin daño aparente. Al pasar ciertos límites puede producirse una liberación del cobre hepático hacia el torrente sanguíneo, que provoca una intensa hemólisis e ictericia que es seguida de la muerte.

Los cerdos, por su parte, son muy tolerantes en la in

gestión de altos niveles de cobre, pues muy ligeramente son afectados al ingerirlo en cuantías de 300 ppm. de la sustancia seca de la dieta que supone 30 veces los niveles dietéticos normales (15).

La interacción que existe entre cobre y zinc se vio reforzada al descubrirse que el zinc proporciona una buena protección en los cerdos contra la intoxicación por cobre -- (Ritchie) et al citado por Underwood (15).

Las interacciones minerales de este tipo y la relación que existe entre el zinc y el calcio subraya la importancia del equilibrio dietético entre los elementos minerales, para evitar o reducir al mínimo los efectos de la deficiencia de la intoxicación en los animales.

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Granja "Productores de Cerdos Selectos" ubicada en Las Nuevas puentes, Apodaca, N. L.

El experimento se inició el día 17 de abril de 1974 y concluyó el 23 de agosto del mismo año.

Fueron utilizados 120 cerdos de 3 meses de edad aproximadamente todos trihíbridos de las razas Yorkshire, Hampshire y Durco Jersey.

Se les dividió en 3 lotes de 40 animales cada uno seleccionados al azar, pero procurando su homogeneidad en todo lo posible.

La fecha del parto de la madre no corresponde a los 120 animales ya que se tomaron 40 el primer mes, al siguiente mes transcurrido otros 40 y los otros 40 a los 15 días; esto debido a lo numeroso del grupo y la imposibilidad de que fueran nacidos en la misma fecha.

Los tratamientos se detallan en seguida:

Tratamiento I Enzimas + 250 ppm. de cobre.

Tratamiento II Enzimas + 125 ppm. de cobre.

Tratamiento III Enzimas.

Para el suministro de cobre se utilizó Sulfato de Co-



bre comercial.

Los cerdos fueron alimentados en corrales de piso de cemento, comederos de madera de 12 bocas cada uno y dos bebederos automáticos en cada lote: tanto el alimento como el agua lo tuvieron a libre acceso.

El alimento se preparaba semanalmente o según se fuera necesitando ya que el volumen era bastante alto.

El consumo del mismo se obtenía por diferencia del anterior.

Los datos obtenidos son los siguientes:

- 1.- Peso inicial individual.
- 2.- Peso cada vez que se les cambiaba de alimento.
- 3.- Consumo de alimento entre pesada.
- 4.- Peso final individual, y
- 5.- Consumo total de alimento en cada lote.

Los resultados se analizaron estadísticamente por medio de Blokes al azar con corrección por covarianza.

Se utilizaron 10 repeticiones con 4 cerdos por unidad experimental.

En las siguientes tablas, se muestran los costos y composición de las raciones utilizadas según sus diferentes etapas, así como el del concentrado protéico.

Tabla 1.- Composición y costo de la ración de 25-45 Kg. con un factor enzimático y dos niveles de cobre en la alimentación de cerdos.

T R A T A M I E N T O S

250 ppm. Cobre      125 ppm. Cobre      Enzimas  
 Enzimas      Enzimas

Ingredientes	Cos/Kg.	Kg/Ton.	Kg/Ton	Kg/Ton
Conc. Protéico	3.58	260	930.80	260
Sorgo molido	1.20	734	880.80	734
Fosfato	.78	2	1.56	2
Facto- Frem	5.30	4	21.20	4
Cobre	36.00	( <u>250</u> )	9.00	<u>.125</u>
		1000.250	1000.125	1000
Costo/Ton.		1843.86	1838.86	1834.36

Tabla 2.- Composición y costo de la Ración, 45 a 74 Kg. con un Factor Enzimático y 2 niveles de cobre en la alimentación de cerdos.

T R A T A M I E N T O S

250 ppm. Cobre                      125 ppm. Cobre  
 Enzimas                              Enzimas

Ingredientes    Cos/Kg.    Kg/Ton.                      Kg/Ton.

Conc. Protéico    3.58    185    662.30    185    662.30    185    662.30

Sorgo Molido.    1.20    804    964.80    804    964.80    802    962.40

Fosfato            .78    7    5.46    7    5.46    7    5.46

Facto-Frem       5.30    4    21.20    4    21.20    4    21.20

Cobre              9.00    .250    9.00    .125    4.50

1000.250                      1000.125                      1000

Costo/Ton.                      1662.76                      1658.26                      1651.36

Tabla 3.- Composición y costo de la Ración, de 74, Kg. al mercado con un factor enzimático y 2 niveles de cobre en la alimentación de cerdos.

T R A T A M I E N T O S

Ingredientes	Cos/Kg.	250 ppm. Cobre + Enzimas		125 ppm. Cobre + Enzimas		Kg/Ton.	
		Kg/Ton.	Kg/Ton.	Kg/Ton.	Kg/Ton.		
Conc. Protéico	3.58	130	465.40	130	465.40	130	465.40
Sorgo Molido	1.20	852	1022.40	852	1022.40	852	1022.40
Fosfato	.78	12	9.36	12	9.36	12	9.36
Facto-Frem	5.30	6	31.80	6	31.80	6	31.80
Cobre	9.00	.250	9.00	.125	4.50		
		1000.250		1000.125		1000	
Costo/Ton.		1537.96		1533.46			1528.96

Tabla 4.- Composición y Costo del Concentrado Protéico.

Ingredientes	Kg/Ton.	Costo/Kg.
Escoba	85	.60
Alfalfa	60	2.08
Harinolina	70	2.65
Ajonjolí	90	4.16
Soya	380	4.16
Cártamo	70	1.50
H. de Pescado	100	6.76
Sal	15	.60
Fosfato	60	.78
Fac-Cres	50	4.00
Vymco.	20	11.56
Costo/Ton.....	\$ 3,584.50	

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos y la forma en que se hará referencia de ellos en el presente trabajo son:

Tratamiento 1.- Enzimas + 250 ppm. de cobre

Tratamiento 2.- Enzimas + 125 ppm. de cobre

Tratamiento 3.- Enzimas

En las Tablas 5, 6, 7 se muestran los pesos y aumento de peso por períodos de los Cerdos usados en el experimento.

La tabla 9 muestra los datos que fueron utilizados para corregir por covarianza.

Tabla 5.- Tabla de Datos.- Prueba de un factor enzimático --  
con dos niveles de cobre, en la alimentación de --  
cerdos.

Tratamiento No. 1 (Enzimas + 250 PPM de cobre.

P E S A D A S

Núm del- animal	1ra. 4-17-74	2da. 5-10-74	3ra. 6-20-74	4ta. 6-28-74
1	26	43	76	81
2	20	37	73	78
3	32	55	92	96
4	47	71	106	112
5	27	48	84	90
6	30	51	85	90
7	27	46	76	82
8	38	55	91	94
9	40	68	86	94
10	32	47	82	89
11	49	74	115	120
12	43	62	102	107
13	12	23	48	53
14	23	41	72	77
15	30	48	73	78
16	27	48	79	84
17	25	44	85	91
18	26	48	90	95
19	32	54	91	97
20	32	54	95	99
21	16	35	74	81
22	24	43	75	80
23	20	37	70	76
24	25	43	74	78
25	14	30	70	78
26	20	31	67	75
27	18	30	64	67
28	21	25	48	52
29	17	25	54	61
30	25	41	86	91
31	25	44	82	90
32	22	38	72	80
33	23	45	87	92
34	20	39	70	77
35	19	35	75	80
36	21	41	80	89
37	17	28	60	63
38	21	37	72	77
39	15	23	52	53
40	13	30	72	78
	1014	1697	3105	3325
	$\bar{X}$ 25.35	$\bar{X}$ 42.42	$\bar{X}$ 77.62	$\bar{X}$ 85.50

Tabla 6.- Tabla de Datos.- Prueba de un factor enzimático --  
con dos niveles de cobre, en la alimentación de --  
cerdos.

Tratamiento No. II (Enzimas + 125 PPM de cobre.

P E S A D A S

Núm del Animal	1ra. 5-8-74	2da. 5-31-74	3ra. 6-16-74	4ta. 6-29-74
1	17	25	43	50
2	20	36	62	71
3	29	46	76	92
4	41	66	100	110
5	17	31	62	70
6	26	50	77	90
7	29	46	78	90
8	25	43	78	90
9	25	56	89	99
10	28	48	88	95
11	17	38	75	90
12	15	38	74	87
13	33	58	92	81
14	19	33	68	74
15	20	42	72	85
16	35	56	93	106
17	22	38	65	77
18	14	24	57	70
19	31	54	90	102
20	27	53	85	95
21	21	40	76	87
22	22	39	72	82
23	32	49	81	87
24	18	37	72	86
25	23	49	74	89
26	13	24	51	60
27	37	58	92	106
28	23	38	73	87
29	27	45	78	88
30	19	36	68	82
31	18	37	73	83
32	16	28	52	62
33	39	62	93	105
34	15	34	70	105
35	17	26	48	58
36	20	42	76	89
37	34	53	88	98
38	26	47	90	98
39	32	54	90	99
40	33	52	81	90
	975	1731	3022	3465
$\bar{X}$	24.37	43.27	75.55	86.62



Tabla 7.- Tabla de Datos.- Prueba de un factor enzimático con dos niveles de cobre, en la alimentación de cerdos.

Tratamiento III ( Enzimas. Solo)

Núm. del animal	P E S A D A S			
	1ra. 5-18-74	2da. 6-20-74	3ra. 7-30-74	4ta. 8-23-74
1	22	38	64	83
2	26	46	74	91
3	21	40	68	87
4	29	52	72	94
5	27	52	81	95
6	24	46	76	95
7	21	35	64	82
8	19	35	62	80
9	18	30	56	78
10	29	54	88	96
11	26	46	70	89
12	21	40	68	82
13	23	44	73	85
14	29	55	84	100
15	27	52	78	94
16	27	49	81	96
17	32	55	88	101
18	13	28	58	78
19	23	42	66	78
20	23	42	65	77
21	27	51	85	97
22	29	46	72	88
23	26	49	80	93
24	22	42	76	82
25	26	45	75	85
26	19	40	72	90
27	24	48	81	98
28	18	31	58	78
29	25	48	73	89
30	18	34	63	72
31	16	31	51	66
32	21	38	67	88
33	27	50	77	94
34	29	55	78	92
35	30	55	82	96
36	24	43	67	81
37	18	32	60	74
38	29	52	82	95
39	30	38	68	85
40	25	48	74	93
	960	1758	2877	3497
	$\bar{X}$ 24.	$\bar{X}$ 43.95	$\bar{X}$ 71.92	$\bar{X}$ 87.42

Tabla 8.- Cuadro de Datos de las pruebas de 3 tratamientos de un factor enzimático con dos niveles de cobre, con 10 repeticiones.

T <sub>1</sub>	X	121	112	103	99	101	97	95	94	95	97	1014
	Y	337	320	323	340	340	337	336	335	333	324	3325
T <sub>2</sub>	X	100	100	99	97	96	97	97	96	97	96	975
	Y	324	333	347	343	354	354	350	353	354	353	3465
T <sub>3</sub>	X	91	95	94	96	96	96	97	98	99	98	960
	Y	339	346	348	347	351	352	352	355	353	354	3497

X = Peso inicial

Y = Peso final

Tabla 9.- Análisis de varianza con corrección por covarianza de los datos de la --  
Tabla 8.

Suma de cuadrados y Ajuste por  
productos cruzados. regresión.

Fuentes de variación.	G.L.	X X	X Y	Y Y	Y Y - $\frac{(XY)^2}{N}$	G.L.	C.M.	F. Cal.	F Teórica
Tratamiento	+(-1)=2	155.4	-507.6	1673.6		2			.05 .01
Error	+(r-1)=27	750.9	-142.5	1665.1	1638.06	26	63.0023		
Trat + Error	=29	906.3	-650.1	3338.7	2872.38	28	1386.34		
T, Ajustados					1234.32	2	617.16	9.79	3.35 5.49

\*\* Altamente Significativo.

La Ecuación de ajuste de Medias es la siguiente:

$$\bar{Y}_{.i.} = \bar{Y}_{.i.} - B (\bar{X}_{.i.} - \bar{X}_{.})$$

Aplicando la anterior Ecuación a los resultados de los tratamientos se obtuvieron las siguientes Medias ajustadas.

$$Y_1 = 332.5 - (-.1946) 101.4 - 98.3 = +333.103$$

$$Y_2 = 346.5 - (-.1946) 97.5 - 98.3 = + 346.344$$

$$Y_3 = 349.7 - (-.1946) 96.5 - 98.3 = + 349.349$$

Continuando con el análisis de pruebas de Medias se utilizó el método de diferencia mínima significativa (D.M.S.). La diferencia mínima significativa al 0.05 fué de 7.29 y al 0.01 fué de 9.86 y por lo tanto,

$$\bar{Y} \text{ del Tratamiento } 3, 349.349$$

$$\bar{Y} \text{ del Tratamiento } 2, 346.344$$

$$\bar{Y} \text{ del Tratamiento } 1, 333.103$$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_2 = 3.0005 \text{ son iguales a } .05 \text{ y } .01$$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1 = 16.246 \text{ son diferentes a } .05 \text{ y } .01$$

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 13.241 \text{ son diferentes a } .05 \text{ y } .01$$

$\bar{Y}_3$  es igual a  $\bar{Y}_2$  y diferente a  $\bar{Y}_1$  y  $\bar{Y}_2$  es diferente a  $\bar{Y}_1$  tanto al 95% como al 99%.

Tabla 10.- Que muestra los promedios de peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en 120 cerdos suplementados con un factor enzimático y dos niveles de cobre en su período de 25-45 Kg.

Tratamientos	Peso inicial	Aumento peso	Consumo de alimento	Conversión
	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$	$\bar{X}$
T <sub>1</sub>	25.350	17.070	42.5	2.489
T <sub>2</sub>	24.370	18.908	34.25	1.811
T <sub>3</sub>	24.000	19.950	67.00	3.358

Tabla 11.- Que muestra los promedios de peso (segunda etapa), aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en 120 cerdos suplementados con un factor enzimático y dos niveles de cobre en su período de 45-74 Kg.

Tratamiento	Peso inicial	Aumento peso	Consumo de alimento	Conversión
T <sub>1</sub>	42.420	35.200	120.50	3.423
T <sub>2</sub>	43.278	32.280	136.00	4.213
T <sub>3</sub>	43.950	27.970	123.50	4.415

Tabla 12.- Que muestra los promedios de peso (tercera etapa), aumentos de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en 120 cerdos suplementados por un factor enzimático y dos niveles de cobre en su período de 74 Kg. al mercado.

Tratamiento	Peso inicial	Aumento peso	Consumo de alimento	Conversión
T <sub>1</sub>	77.620	7.880	27.50	3.489
T <sub>2</sub>	75.550	11.070	41.00	3.703
T <sub>3</sub>	71.920	15.500	67.00	4.322

Tabla 13.- Que muestra los datos promedios y totales por tratamiento para peso inicial, aumento de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Tratamientos	Inicial peso	Aumento peso	Consumo de alimento	Conversión	
T <sub>1</sub>	$\bar{X}$	25.350	60.150	190.5 --	3.16
	Total	1014.000	2406.000	7.620	
T <sub>2</sub>	$\bar{X}$	24.370	62.258	211.250	3.39
	Total	974.800	2490.320	8.450	
T <sub>3</sub>	$\bar{X}$	24.000	63.420	257.500	4.06 --
	Total	960.000	2536.800	10300.000	

## D I S C U S I O N

Desde hace algún tiempo, diversos investigadores han encontrado que el Sulfato de Cobre es un potente compuesto - antibacteriano, el cual es útil tanto para plantas como para animales (1) (3). En los animales como el cerdo, se ha reportado que tiene influencia directa en la tasa de ganancia de peso y que favorece la conversión alimenticia de los mismos (3) (4) (5).

Harvey (11) dice que al aumentar el nivel de moléculas de enzimas en condiciones normales, aumenta la cantidad de sustrato cambiado y que la velocidad de la reacción es - proporcional a la concentración de las enzimas.

Se ha observado que al aumentar en forma progresiva la concentración de enzimas, la velocidad de las reacciones aumenta a un máximo y luego disminuye, mientras la concentración de enzimas sigue aumentando y ésto puede ser explicado por la afinidad de la enzima con alguno de los componentes - del complejo y que resulta con la asociación con este de la mayor parte de la adición de las enzimas que efectúan la reacción de hidrólisis.

En este experimento han sido comprobados ambos postulados ya que a los cerdos en cuya alimentación se incluyó el Cobre en proporción de 125 y 250 ppm. tuvieron mejores aumentos y fueron más eficientes que los cerdos que se alimenta-

ron con enzimas.

Los fines económicos fueron los siguientes:

- 1ro.- Aumentar la velocidad del crecimiento con la finalidad de que los animales salieran más rápido al mercado, disminuyendo así: los costos de manejo y dinamizar las inversiones.
- 2do.- Reducir la cantidad de alimento necesario para producir un Kg. de carne (conversión alimenticia).
- 3ro.- Mejorar la calidad del producto.

En este experimento por desgracia no fué posible hacer mediciones individuales de consumo de alimento, ya que se alimentaron en comederos comunes para cada tratamiento, y por el alto número de animales, consiguiéndose solamente calcular el promedio de cada lote.

Unos ejemplos de inter-relaciones que hay entre los minerales que toman parte en este experimento es la que hay entre el zinc y el calcio, otra entre cobre molibdeno-sulfato y otra más que existe entre el cobre y el hierro ambos -- muy estrechamente ligados en la producción de Hemoglobina.

Como ha sido comprobado en los experimentos de Walla ce et al (17) existe una relación directa entre el nivel de



proteína y la toxicidad del cobre, un nivel alto en proteína reduce la toxicidad de los niveles altos de cobre, y en el caso de este experimento al parecer la reducción considerable de los aumentos de peso en el tercer y cuarto período de los tratamientos con niveles altos de cobre, se debió a la reducción del nivel de proteína, debido al cambio de ración de crecimiento por engorda.

Existen dos teorías para tratar de definir el modo de acción del cobre:

La primera coincide con la mayoría de los investigadores, y que es la que pretende demostrar que el cobre actúa como agente antimicrobiano en el intestino de los animales, y eliminan ciertas enfermedades subclínicas que son producidas por microorganismos que se encuentra en el tracto intestinal (1) (3) (5).

La segunda teoría, es una que se deriva de las observaciones de Voisin (16) y que atribuye a una carencia de cobre la perturbación de la síntesis de la catalaza, la cual es una enzima defensiva de las células vivas.

En base a sus estudios Voisin (16) emite la teoría de que en el caso de las enfermedades infecciosas la movilización general del Cobre acelera la síntesis de los radicales Ham de la Catalaza.

Los resultados del presente experimento parecen es--

tar en parte explicados por la teoría de Voisin (16) puesto que los animales con la ración testigo estaban recibiendo enzimas en cantidad suficiente para que ejercieran su acción antibacteriana.

De acuerdo con Pelcazar (14) no obstante, es posible que el cobre esté relacionando las dos funciones, es decir, como antibacteriano y como integrante que activa la formación de catalasa, y de aquí la diferencia en aumento de peso encontrada en los cerdos alimentados con las dietas altas de Cobre, respecto al testigo.

Los tratamientos I y II fueron los mejores ya que -- dieron una conversión de 3.16 y 3.39 respectivamente en comparación con el testigo que dió 4.06.

## C O N C L U S I O N E S

Los resultados del presente experimento en el cual se probaron dos niveles de cobre con un nivel de un Factor Enzimático producto de una fermentación primaria en la alimentación de cerdos; se consideran satisfactorios y de acuerdo con lo observado se reduce lo siguiente:

1ra.- La diferencia significativa con los aumentos de peso se manifestó en los 3 tratamientos.

2da.- La conversión alimenticia para los tres tratamientos fué la siguiente:

I.- 3.16    II.- 3.39    III.- 4.06

Se ve que la mejor conversión fué la del tratamiento I al que se adicionó PPM de cobre en proporción de 250 PPM + Enzimas, así mismo no se encuentra mucha diferencia del II tratamiento pero sí del III que solo llevó enzimas.

3ra.- Es económicamente costeable la adición de sulfato de cobre y enzimas en la alimentación de cerdos.

4ta.- No es muy marcada la diferencia entre 125 y 250 ppm. de cobre.

5ta.- Es recomendable probar niveles de enzimas con los mismos niveles de Cobre hasta encontrar el nivel óptimo de éstos.

## R E S U M E N

Este experimento fué efectuado en la granja "Productores de Cerdos Selectos" ubicada en Apodaca, N. L., se inició el 17 de abril y se concluyó el 23 de agosto de 1974 con una duración de 4 meses 6 días.

El objetivo de este trabajo fué probar dos niveles de cobre (250 ppm. y 125 ppm.) con un nivel de enzimas (Factor enzimático producto de una fermentación primaria), para aumentar la velocidad de crecimiento y mejorar la cantidad y calidad de carne con el fin de disminuir los costos de producción y producir así mejor carne en beneficio de los ganaderos y a la vez del consumidor.

Se utilizaron 120 cerdos cruzados de las razas Yorkshire, Hampshire y Duroc Jersey, cuyas edades fueron de dos meses y medio aproximadamente; hay que hacer notar que los tratamientos no se iniciaron todos juntos ya que el 1º. con 40 animales se inició el día 17 de abril, el 2do. con 40 animales el 8 de mayo y el 3ro. y último tratamiento también con 40 animales dió comienzo el día 18 de mayo.

Los tratamientos probados fueron:

- 1ro.- Enzimas + 250 ppm. de Cobre
- 2do.- Enzimas + 125 ppm. de Cobre, y
- 3ro.- Enzimas solamente.

Las enzimas se adicionaron de igual manera a los 3 -

tratamientos; de un peso de 25 Kg. que fué con el que se inició hasta los 72 Kg. 4 Kg/ton. y de 72 Kg. al mercado 6 Kg/ton.

Se tomó el tratamiento con el factor enzimático como testigo.

En los análisis estadísticos se encontró que la diferencia de peso ganado en los 3 tratamientos fué altamente -- significativo en el análisis de varianza.

En resumen el tratamiento No. I fué el que dió mejores resultados, ya que con él se obtuvo mejor conversión y a su vez mejor ganancia económica.

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

- 1.- Allen, M.M., R.S. Barber, R. Braude and K.G. Mitchell. -  
19-61 Further Studies on various aspects of the -  
use of high- copper supplements for growing pigs.  
Brit, J. Nutr. 15 (1-4) : 507-522.
- 2.- Anónimo - 1968. Resultados obtenidos en Factofren en Por-  
cinos. Bioquímica Ganadera, S.A. México.
- 3.- Barber, R. S. R. Braude and K.G. Mitchell. 1960. Further  
Studies on antibiotics, copper and Zinc Supple-  
ments for growing pigs. Brit. J. Nutr. 14 (1-4):  
499 Sor.
- 4.- Bowland J. P. R. Braude, K.G. Mitchell and J.W. Porter.  
1961. Copper sulphate and copper sulphide (CoS)  
as supplements for Growing Pigs. Brit. J. Nutr. -  
15 (1-4) 189-197.
- 5.- Braude, R., and J. Townsend, 1962. Effects of Oxitetracy-  
cline and copper Sulphate, separately and together,  
in the rations of growings Pigs. J. Agric. Sci. -  
58 (2); 252-256.
- 6.- Carbonell, R.M. 1961. El Cerdo y su alimentación racio-  
nal. Editorial Sintet. Barcelona. España. p. 59.
- 7.- Cole H.H. 1964. Producción Animal. Ed. Acribia. Zarago-  
za, España. pp - 449-450.
- 8.- Crampton, E.W. 1962. Nutrición Animal Aplicada. Ed. Acri-  
bia. pp - 14-15.

- 9.- Cunha, T.J. 1960. Alimentación del Cerdo. Ed. Acribia.  
p - 152.
- 10.- Dukes, H.H. 1967. Fisiología de los Animales Domésticos.  
3ra. Ed. Aguilar, S.A. de Ediciones. España. - -  
pp - 278-279.
- 11.- Harvey. D.G. 1970. Bioquímica para Estudiantes de Vete-  
rinaria. 1ra. Ed. en Español. Unión Tipográfica  
Editorial Hispanoamericana. México. pp 71 - 99.
- 12.- Maynard. C.A. 1955. Nutrición Animal. 3ra. Ed. UTEHA. -  
México. pp 28.
- 13.- Mc. Donald, P., R. A. Edwards y J.P. Greenhalgh. 1969. -  
Nutrición Animal. Traducción de la Ed. en inglés  
por Aurora P. Torrome. Editorial Acribia, Zarago-  
za, España.
- 14.- Pelcazar, J. M. and Reid R.D. 1966. Microbiología. - -  
2da. Edición Trad. Editorial Castilla. Madrid, -  
España. pp 121-123.
- 15.- Underwood. E.J. 1969. Los Minerales en la Alimentación  
del Ganado. Trad. de Pedro Ducar M., Ed. Acribia.  
Zaragoza, España.
- 16.- Voisin, A., 1961. Suelo, Hierba Cáncer. Trad. Carlos -  
Luis Cuencia. Ed. Tecnos. Madrid, España.;
- 17.- Wallace R.D., J.T. Mc Call, E. Bass and G.E. Cowbs. 19-60  
High Lever Copper for growing Finishing Pigs. --  
J. Animal. Sci. 19 (4): 1153-1163.

- 18.- Withe A., Handler, P.; Smith E. and Steutter. D. 1964.  
Principles of Biochemistry. Mc. Graw-Hill Book --  
Co. p. 221.



