

Influencia de la Aureomicina, de la Vitamina  
B-12 y de la Sal Mineralizada, en el  
Crecimiento y Engorde de  
Cerdos Castrados.

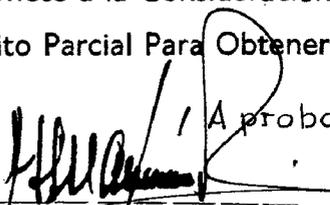
FECHA DE ADQUISICIÓN	_____
NUM. DE INVENTARIO	_____
PROCEGENCIA	<b>DONACION</b>
NUM. DE CATALOGACION	_____
PRECIO	_____

POR

**MANUEL DAVID GUZMAN MAZA**

**TESIS**

Que Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador, como  
Requisito Parcial Para Obtener el Título de Ingeniero Agrónomo

 / Aprobada

EL PRESIDENTE DEL JURADO



EL DIRECTOR DE LA ESCUELA

**Escuela Superior de Agricultura  
"Antonio Narro"**

Buenavista. Coah., Febrero de 1954.

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo cariño y respeto:

A la memoria de mi hermano. (Q. E. P. D.)

A mis queridos padres,

A mi querida hermana y su esposo,

A mi querida Escuela.

ADY Luzi aya

Saltillo Coah. a 12 de Feb de 19.

# AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente la ayuda e interés que tuvieron para la realización de este trabajo, a mi querido padre Sr. Senador don Manuel Guzmán Willis, que en forma desinteresada y entusiasta financió todo el experimento.

A los directores de este experimento y maestros míos, Ing. Guillermo L. Narváez R., e Ing. Antonio Mercado Guerrero, quienes planearon este trabajo y me guiaron con sus consejos para el mejor desarrollo del mismo.

A mi maestro, consejero y amigo, Dr. Roberto Rodríguez D., quien me sugirió este trabajo y me ayudó técnicamente con su desinteresada cooperación, resolviendo en lo posible los problemas que se presentaron en el curso del experimento.

Al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de Turrialba, Costa Rica, por sus útiles orientaciones en el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. G. Bohstedt, Chairman of Animal Husbandry del Colegio de Agricultura de la Universidad de Wisconsin, por sus valiosísimas informaciones para orientar este trabajo.

A los señores Ing. Segundo Rodríguez Alvarez, y Edilberto R. González, propietario y gerente, respectivamente, de la Refrigeradora y Empacadora Saltillo, S. A., por las facilidades que prestaron para la clasificación de carnes y de otros productos de la matanza de los cerdos.

Al Dr. Lorenzo Martínez Medina, Director de la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", por haber dado su anuencia para efectuar el experimento dentro de dicha Institución, y por las facilidades que en todo momento supo brindarme.

# BIOGRAFIA

*El autor nació en la ciudad de Tampico, Tamps., el día 29 de diciembre de 1928, siendo sus padres los señores Manuel Guzmán Willis y Matilde Maza de Guzmán Willis, ambos de nacionalidad mexicana.*

*Aprendió las primeras letras en el Colegio "Tamaulipas", de su ciudad natal, en los años de 1933 y 1934, y cursó la instrucción primaria en el Colegio "Justo Sierra", de la propia ciudad, terminándola en julio de 1941.*

*De septiembre de 1941 a mayo de 1944 estudió en los Estados Unidos; los dos primeros años en Moye Military School, en Castroville, Texas, donde cursó los grados séptimo y octavo obteniendo el certificado de Grammar School el 27 de mayo de 1943; y el último año en Saint Edward Academy, en Austin, Texas, donde cursó el primer año de High School.*

*En septiembre de 1944 inició sus estudios de secundaria en el Colegio "Justo Sierra", de Tampico, Tamaulipas, cursando el primero y segundo año y parte del tercero, el que no pudo terminar por enfermedad, pero posteriormente presentó las materias correspondientes a ese año, a título de suficiencia en la Escuela de Estudios Especiales No. 28, de Tampico, Tamaulipas, habiéndolas aprobado todas entre septiembre y octubre de 1947.*

*En febrero de 1948 ingresó a la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro", en Buenavista, Coahuila, para cursar la carrera de ingeniero agrónomo, la que terminó satisfactoriamente para recibir el título de pasante de ingeniero agrónomo en agosto de 1953.*

*Siendo alumno del quinto año en esta Escuela inició en octubre de 1952 y llevó a cabo el experimento de que trata esta tesis.*

## CONTENIDO

	Página Núm.
DEDICATORIA . . . . .	5
AGRADECIMIENTO . . . . .	7
BIOGRAFIA . . . . .	9
CONTENIDO DE TABLAS . . . . .	13
CONTENIDO DE FOTOGRAFIAS . . . . .	15
INTRODUCCION . . . . .	17
REVISION DE LITERATURA . . . . .	19
Uso de Vitamina B-12 y Antibióticos en Cerdos . . . . .	19
Uso de Elementos Menores . . . . .	34
La Sal en la Alimentación del Cerdo . . . . .	35
El Cobalto, Cobre y Molibdeno en la Nutrición Animal y Plantas . . . . .	38
MATERIAL Y METODOS . . . . .	42
Método . . . . .	44
Fórmulas del Concentrado . . . . .	44
DISCUSION . . . . .	57
CONCLUSIONES . . . . .	59
BIBLIOGRAFIA . . . . .	60

# Contenido de Tablas y Cuadros

	Página Núm.
Tabla 1. Formación de Grupos Previstos y su Distribución y Aumento de Peso, en el Período de Preparación . . . . .	46
Tabla 2. Distribución de los Lotes, Tratamientos y Zahurdas . . . . .	47
Tabla 3. Forma en que Quedaron Integrados los Lotes . . . . .	48
Cuadro 1. Análisis de Variancia . . . . .	49
Cuadro 2. Suma Total de Cuadrados . . . . .	49
Cuadro 3. Lotes . . . . .	51
Cuadro 4. Tiempo . . . . .	51
Cuadro 5. Tratamientos . . . . .	52
Cuadro 6. Grupos Previstos . . . . .	53
Cuadro 7. Tiempo por Grupos . . . . .	53
Cuadro 8. Lotes por Grupos . . . . .	54
Cuadro 9. Tratamientos por Grupos . . . . .	55
Cuadro 10. Peso de Canales, Cabezas y Cueros . . . . .	56
Cuadro 11. Peso de los Productos y Sub-productos . . . . .	57

# Contenido de Fotografías, Láminas y Planos

	Página Núm.
Lámina 1. Esquema de la Distribución de las Sales Minerales en el Cerdo. . . . .	42
Plano a Escala. Parte Norte del Ala Oriental de la Posta donde se hizo el experimento . . . . .	42
Foto 1. Un lechón en el corral de ejercicio y asoleadero . . . .	42
Foto 2. Uno de los lotes de lechones del experimento en el corral de ejercicio y asoleadero . . . . .	43
Foto 3. Jaula y báscula usadas para pesar los lechones del experimento . . . . .	43
Foto 4. Lechón bajando de la jaula después de haberlo pesado.	43
Foto 5. Lechón afectado de hernia umbilical, antes de operarlo . . . . .	43
Foto 6. Lechón número 18 en el período de preparación. Fue el que tuvo mayor aumento, (9 kg.). . . . .	44
Foto 7. Lechón comiendo sal a discreción, en un saladero . . .	46
Foto 8. Los lechones adquirieron docilidad y mansedumbre con el manejo diario durante el experimento . . . .	52
Foto 9. Lechón No. 12 que tuvo el mayor aumento de peso durante el experimento y que alcanzó un aumento de 13.6 kg. en 20 días . . . . .	57
Foto 10. Canales, con lonja, de los cerdos que se usaron en el experimento . . . . .	57



# INTRODUCCION

El cerdo es un animal monogástrico y omnívoro, con especial predisposición al engorde, haciendo rápido aumento de peso en los primeros meses de su vida. Como transformador de los alimentos que ingiere llena su función con una perfección que no alcanza ninguna otra especie de animales domésticos, ya que mientras un novillo requiere de 15 a 20 kilogramos de materia seca para ganar un kilo de peso, un cerdo joven puede alcanzar este mismo aumento de peso, siempre que se elimine la celulosa de su ración, con 2.5 kilogramos de materia seca.

La tendencia actual en la producción del cerdo es la de lograr económicamente el máximo de peso en el menor tiempo posible. Teniendo en cuenta la tendencia de este animal al engorde, y habiendo observado que el impulso máximo de su crecimiento y aumento de peso ocurre en los primeros meses de vida, se ha tratado de aprovechar estas circunstancias para lograr el fin mencionado mediante ciertos productos estimulantes y aceleradores del crecimiento. Tales son la vitamina B-12, algunos antibióticos de reciente introducción, y ciertos elementos menores.

En numerosos ensayos hechos en el extranjero se ha observado, por comparación, que agregando estas sustancias y elementos menores a la ración de los lechones, éstos aumentan económicamente en forma más rápida que los que no reciben tales agregados.

El objetivo básico del trabajo expuesto en esta tesis fué estudiar en una forma modificada y siguiendo en diseño distinto, estos ensayos, creyendo que es la primera vez que se realizan en nuestro país, con el fin de comprobar la eficiencia de estos agregados en la alimentación del cerdo; y con el fin de intentar un método de cría con ventajas económicas, que permita difundir la explotación del cerdo dentro de una mayor escala en nuestro país, lo que a la larga permitiría mejores utilidades al criador y el abaratamiento del precio de la carne y la manteca de cerdo.

El ensayo en cuestión se prolongó por seis meses y aún cuando hubo algunas deficiencias y fallas, propias de todo experimento que se hace por primera vez, el resultado final puede considerarse satisfactorio.

El resultado promisorio de este ensayo preliminar hace entrever grandes posibilidades en este aspecto, y si ello se logra quedará al autor la satisfacción de haber contribuído con su grano de arena al engrandeci-



# REVISION DE LITERATURA

## Uso de Vitamina B-12 y Antibióticos en Cerdos

De acuerdo con la definición aceptada por el Departamento de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (Robinson, 10) un antibiótico alimenticio es una materia nutriente usada principalmente por el antibiótico o antibióticos que contiene, debiendo contener además de aquel o estos antibióticos promotores del crecimiento, un mínimo de 1.5 mg. de vitamina B-12 por libra.

La acción estimulante del crecimiento que poseen los antibióticos se debe, según una teoría, a que estos productos tienden a inhibir la proliferación de las bacterias nocivas del organismo de los animales, cuyas bacterias, por una parte, excretan toxinas (de ahí la frecuente enteritis de los lechones), y por otra parte se apoderan de substancias esenciales en el intestino, tomándolas de los alimentos que los animales consumen. La inhibición de tales bacterias por los antibióticos añadidos a las raciones ayuda a conservar sana y permeable a la mucosa intestinal, contribuye a una mejor absorción de los alimentos y hace más eficiente la utilización de éstos.

El uso de los antibióticos en la alimentación de los animales, sobre todo los jóvenes, ha ido adquiriendo gran popularidad entre los criadores de diversas especies domésticas, pues los centenares de experimentos al respecto han demostrado plenamente la eficacia de estos productos en la industria de la cría y engorda de dichas especies. De entre los experimentos a que se hace referencia se citarán solamente algunos de los más importantes realizados en los Estados Unidos, exclusivamente en lechones, ya que el presente trabajo se hizo con esta clase de animales.

1. Robinson (10) realizó a partir del otoño de 1949 una serie de estos experimentos en la Estación Agrícola Experimental de Ohio, con raciones para lechones compuestas de maíz, pasta de soya, harina de alfalfa, resi-

En un segundo experimento con lechones dió el mismo investigador citado a dos grupos la misma ración antes mencionada pero sin agregar a una de ellas el residuo seco de destilería. Ambos grupos recibieron el concentrado FPA. Un tercer grupo testigo no recibió este concentrado. El grupo que no recibió residuo seco de destilería aumentó de peso más rápidamente y requirió algo menos de alimento por kilogramo de peso ganado que el grupo que recibió este residuo; y los dos grupos que recibieron el concentrado FPA alcanzaron su peso comercial 17 días antes que el grupo testigo. Entre uno y otro de los grupos que recibieron el concentrado FPA solamente hubo una diferencia de 200 gr. entre las cantidades de alimento requeridas para ganar 50 kg. de peso.

En un tercer experimento de Robinson se usó para el grupo 1 de lechones la misma ración basal citada en el experimento primero; a las del grupo 2 se añadió FPA. El grupo 1 aumentó 550 gr. por día y requirió 220 kg. de ración por cada 50 kg. de aumento de peso; el grupo 2 aumentó, en promedio, 713 gr. por día y requirió solamente 167 kg. de ración por cada 50 kg. de aumento de peso.

Otros experimentos del mismo investigador produjeron resultados más o menos similares o sea que invariablemente se observó aumento de peso más rápido, menos tiempo para alcanzar el peso comercial, y utilización más eficiente del alimento en los lechones que recibieron aureomicina, con o sin vitamina B-12 que los que no recibieron dicho antibiótico.

Como los experimentos anteriores se habían hecho con lechones confinados, realizaron Robinson y sus colaboradores en mayo de 1949 un experimento con lechones en pastoreo libre en un lote de alfalfa, trébol y timothy. El promedio de peso y edad iniciales de los lechones eran 14.5 kg. y 56 días, respectivamente. Además del pastoreo se dió un suplemento proteínico de carnaza (1 p.) y pasta de soya (2 p.), y una mixtura mineral comprendiendo 1/10 de cloruro de cobalto. Los lechones fueron divididos en cuatro grupos: No. 1, testigo; No. 2, con aureomicina adicional; No. 3, con aureomicina y B-12, y No. 4 con aureomicina, B-12 y un concentrado de vitamina B. Estas adiciones aumentaron el costo de la ración y no aumentaron el peso en forma significativa. Las cantidades de alimento requeridas por unidad de peso apenas difirieron entre los distintos grupos. La no significancia de este experimento indicó que un buen campo de pastoreo es muy probablemente una excelente fuente de vitamina B y que en estos casos no se obtenía beneficio apreciable con la adición de aureomicina.

Agrega Robinson que no todos los antibióticos implican igual beneficio para los cerdos. Algunos antibióticos inhiben más que otros la proliferación de los microorganismos patógenos intestinales, lo que probablemente depende de la clase de microorganismos. De este modo un antibiótico puede ser ineficaz en un grupo de lechones y puede ser eficaz en otro.

Robinson comprobó, asimismo, el efecto de la aureomicina y la vitamina B-12 en la salud de los lechones. En un criadero en Ohio estaban ocu-

riendo continuas pérdidas de lechones desde 1948 por infecciones intestinales. En la primavera de 1950 se comenzó a dar a los lechones, que se hallaban en condiciones miserables y con peso subnormal para su edad, una ración basal adicionada de aureomicina y vitaminas B (entre ellas la B-12). Los lechones tratados de más edad fueron los que respondieron más pronto al tratamiento. Los de menos edad no medraban suficientemente pero cuando se les duplicó la ración dieron una respuesta satisfactoria.

2. En 1949 realizaron Colby y Ensminger (4) un experimento sobre el efecto de la vitamina B-12 en lechones, dándola en diferentes formas a cinco grupos de animales de peso similar y predominantemente de raza Hampshire. El grupo 1 recibió solamente la ración basal; a la del grupo 2 se agregó B-12 concentrada; a la del grupo 3 se le inyectó B-12; al grupo 4 se dió FPA; y al grupo 5 se agregaron harina de alfalfa y harina de pescado a la ración basal pero no vitamina B-12.

Los resultados obtenidos no indicaron diferencia significativa en los cinco grupos en lo relativo al aumento de peso por día ni en el número de kilogramos de ración requerido por kilogramo de aumento de peso. El examen de la sangre no mostró diferencias en los cinco grupos en lo relativo al tenor de hemoglobina ni en lo relativo al número de eritrocitos y leucocitos.

Los autores de este experimento atribuyeron el fracaso de la adición de la vitamina B-12 a la ración de los lechones a que éstos habían tenido acceso a alimentos naturales y lo mismo las madres durante la gestación y la lactancia. Quizá por estas causas los lechones habían recibido sin excepción suficiente vitamina B-12 y por eso no respondieron significativamente a la misma vitamina administrada durante el experimento. También es posible que la ración basal que todos recibieron contuviera suficiente vitamina B-12 o tal vez los lechones podían sintetizar esta vitamina en su intestino en dosis suficientes para las necesidades de su desarrollo como ocurre en el ganado vacuno.

3. En 1949 realizaron Dyer y sus colaboradores (6) en la Universidad de Illinois tres experimentos de elevada técnica, con los siguientes fines.

Experimento 1. Estudio del efecto del reticulógeno sobre el crecimiento de lechones destetados recibiendo una ración basal de pasta de soya y maíz fortificada con vitaminas A y D y nueve vitaminas del complejo B. A cada lechón del grupo se inyectó semanalmente 1 c.c. de reticulógeno (extracto de hígado contra anemia perniciosa).

Experimento 2. Estudio comparativo del suero de leche en polvo y ciertos suplementos conteniendo FPA, adicionados a la ración basal como fuentes de factores suplementarios del crecimiento en lechones destetados, y la ración basal sola.

Experimento 3. Estudios (1) del efecto de la adición de cloruro de colina a la ración basal más seis vitaminas del complejo B, y con o sin suplemento FPA; (2) del efecto del suplemento FPA con y sin cloruro de colina; (3) del efecto de diferentes concentraciones de FPA; y (4) del efecto de la adición de suero de leche en polvo y varios productos de la

ración basal, vitaminas y una inyección semanal de reticulógeno (equivalente a 2.7 microgramos de vitamina B-12 por cabeza por día). Esta no diferencia en el crecimiento se debió quizá a que los lechones que sólo recibieron la ración basal y vitaminas B (incluyendo 0.18% de colina) pudieron haber sintetizado suficiente vitamina B-12 para suplir sus necesidades o se debió quizá a que fué demasiado baja la dosis inyectada de reticulógeno para promover crecimiento significativo en los lechones inyectados.

En el experimento 2 el lote 1 sólo recibió la ración basal; a la del lote 2, se añadió 4% de suero de leche en polvo y sus productos de fermentación; a la del lote 3 se añadió 5% de carnaza; a la del lote 4, 1.1% de suplemento FPA Lederle; y a la del lote 5, 0.05% de suplemento FPA Merck.

La ración basal (que contenía siete vitaminas B) fue ligeramente inferior a la misma ración más suero de leche en polvo y sus productos de fermentación. El promedio de aumento del lote 3 (ración basal más carnaza) fué algo superior al de los dos lotes anteriores pero el alimento requerido por kilo de aumento fué ligeramente menor con el suero de leche que con la carnaza. En cambio, la proporción de aumento de peso fué significativamente mejorada con la adición de 1.1% de FPA Lederle (lote 4), observándose un aumento promedio de peso de 632 gr. por día. Con el suplemento FPA Merck hubo aumento pero menos significativo que el del caso precedente.

En el experimento 3 se vió que el cloruro de colina adicionado a la ración basal no mejoró a ésta en cuanto a mejor crecimiento o a eficiencia en la utilización del alimento, en comparación con la ración basal, con y sin FPA. En este experimento se usaron seis lotes de lechones. El lote 1 sólo recibió ración basal; el lote 2, la misma ración más 125 mg. de cloruro de colina por kilo; el lote 3, ración basal más 0.01% de FPA Merck; el lote 4, lo mismo que el 3 más 125 mg. de cloruro de colina por kilo; el lote 5, la misma fórmula que el 2 más 0.1% de FPA Lederle; y el lote 6 la misma fórmula que el 4 más suero de leche en polvo y productos de fermentación del suero, y 1% de levadura. Lo más significativo de este experimento se observó en el lote 5 que dió un promedio de 125 kg. de alimento requerido por cada 50 kg. de aumento de peso, siendo el promedio más bajo entre los grupos; y superó dicho lote a todos los demás en aumento de peso por día, siendo este aumento de un promedio de 672 gr.

4. Mientras Dyer y sus colaboradores trabajaban en estos experimentos en la Universidad de Illinois otros investigadores realizaban en otras partes experimentos similares. Entre estos puede citarse el de Cunha y sus colaboradores (5) en la Estación Agrícola Experimental de la Universidad de Florida (1949) quienes, para estudiar la eficiencia de la utilización del alimento, emplearon lechones de distinto peso inicial (8-22 kg.) distribuidos en cada lote en grupos de peso similar, y según sexo, condición, frugalidad y antecedentes dietéticos. Las raciones se dieron en comederos

automáticos. El piso de cada chiquero se lavaba diariamente con el fin de evitar posible ingestión de estiércol, que puede contener residuos de vitamina B-12. La ración basal para los lotes 1 a 6 se compuso de maíz amarillo molido (57%), pasta de cacahuete (41.5%), harina de hueso y de piedra caliza (0.5%) y sal (0.5%). Los lotes 7 a 12 recibieron igual ración pero en lugar de la sal se usó el mismo porcentaje de una mezcla compuesta de 25 kg. de sal yodada, 921 gr. de sulfato de manganeso, 398 gr. de sulfato ferroso, 125 gr. de sulfato de cobre y 10 gr. de carbonato de cobalto. A estas raciones se añadieron distintos porcentajes de FPA conteniendo dosis variables de aureomicina. Los lotes testigos recibieron sólo una u otra de las raciones basales.

Los resultados demostraron en todos los casos que el FPA tuvo relación con el aumento de peso pues en los casos en que se le usó hubo marcado incremento en el promedio de aumento diario de peso, en comparación con la ración basal sola. La proporción de este aumento varió desde un mínimo de 136 gr. (lote 1) a un máximo de 472 gr. (lote 12).

Los datos obtenidos respecto a la cantidad de alimento requerida para ganar 50 kg. de peso también demostraron que el FPA influyó en la eficiencia de la utilización del alimento. En todos los casos en que se añadió este suplemento a la ración basal se obtuvo un ahorro de alimento en comparación con la ración sola. El promedio de ahorro fué de 57 kg. en todos los lotes (desde un mínimo de 8 kg. en el lote 5 a un máximo de 85 kg. en el lote 4).

En estos experimentos se hizo el análisis de la sangre de los lechones, y al contrario de los resultados negativos, en este respecto, de los experimentos de Colby y Ensminger (4) en los de Cunha et al. (5) se encontró que la adición del FPA aumentaba el nivel de la hemoglobina, siendo especialmente acentuado este aumento en el experimento 12 que duró 87 días. Es posible, según Cunha et al., que la adición del FPA no cause sino un aumento muy ligero del nivel de la hemoglobina en las pruebas cortas, y más pronunciado en las pruebas largas. En resumen, el FPA resultó benéfico durante el período de crecimiento y engorde de los lechones tanto en lo relativo a la proporción de incremento ganado como en lo correspondiente a la eficiencia de la utilización del alimento.

5. En 1950 los investigadores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos: Powick, Ellis, Dale y Zinober (9) realizaron un estudio sobre el efecto del ácido nicotínico (niacina), vitamina B-12 y aureomicina, sobre el crecimiento de los cerdos. Los lechones fueron divididos en ocho grupos: el grupo 1 sólo recibió ración basal; el 2 recibió además niacina; el 3, vitamina B-12; el 4, niacina y B-12; el 5 aureomicina; el 6, niacina y aureomicina; el 7, aureomicina y B-12; y el 8, niacina, B-12 y aureomicina. En resumen, los lotes 1-2-5-6 no recibieron vitamina B-12 y si la recibieron los lotes 3-4-7-8. El promedio de aumento de peso por día no presentó diferencia significativa entre los dos grupos citados mientras que la adición de niacina y aureomicina dió en el análisis estadístico un efecto altamente significativo.

niacina, en ausencia de aureomicina (roles 3-7) fue casi tan efectiva como la niacina en ausencia de aureomicina en lo relativo a la aceleración altamente significativa del crecimiento. Pero en las tres segundas semanas no se conservó este efecto de la aureomicina sola, no restableciéndose el aceleramiento del crecimiento sino después de las tres segundas semanas, cuando se dieron juntas niacina y aureomicina.

Según los investigadores citados la aureomicina pudo cubrir satisfactoriamente la falta de niacina durante el período inicial de tres semanas pero no después de este período (tres segundas semanas). Los autores explican este hecho con la siguiente hipótesis. La flora bacteriana intestinal contiene niacina; la niacina no puede ser aprovechada por el huésped mientras las bacterias están vivas pero sí la aprovecha cuando éstas mueren por efecto de la aureomicina. Al parecer, al cabo de las tres primeras semanas solamente sobreviven las bacterias aureomicino-resistentes, perdiendo así el huésped esta fuente de niacina. Al adicionar niacina a la ración reanúdase otra vez la aceleración del crecimiento.

Si esta hipótesis es válida cabría esperar, dicen Powick et al. (9) que pueda haber otros factores, distintos de la niacina, y otros antibióticos, distintos de la aureomicina, capaces de producir efectos similares a los de estos compuestos; y también cabe pensar que la administración intermitente de aureomicina (a intervalos suficientes para permitir la restauración de la flora bacteriana original), daría lugar a la reanudación del efecto inicial de la aureomicina. En resumen resultó lo siguiente.

1. La adición de niacina produjo un estímulo del crecimiento altamente significativo.

2. La adición de vitamina B-12 no tuvo este efecto.

3. La adición de aureomicina produjo un estímulo altamente significativo limitado a las tres primeras semanas del experimento; y en las siguientes a las tres segundas semanas cuando se dieron juntas las aureomicina y la niacina.

6. Bowland y sus colaboradores (1) iniciaron en 1949 en la Universidad de Alberta, Canadá, un experimento de alimentación de cerdos agregando el factor protéico animal (vitamina B-12) a las raciones típicas del oeste canadiense conteniendo proteínas animales o vegetales o una mezcla de ambas, con el objetivo primordial de investigar la proporción y el aumento de peso y la calidad de la carne en cerdos de tipos de tocino. El factor protéico animal agregado a las raciones basales (avena-cebada) no contenía antibiótico en unos casos y en otros contenía aureomicina. Los productos comerciales usados fueron los denominados FPA-3 de Merck, el cual contenía 12.5 mg. de vitamina B-12 por libra; y FPA-5 de Lederle que contenía aureomicina residual adicionada a la vitamina citada.

El segundo objetivo de estos experimentos fué estudiar el efecto de la adición de estos suplementos (FPA) a dos raciones de las cuales una contenía exclusivamente proteína de origen vegetal y la otra una mezcla de proteína vegetal y proteína animal.

Para el experimento se usaron lechones Yorkshire pura sangre, distribuidos en lotes basados en la uniformidad por camada, sexo, peso, edad y tipo de canal. Los lechones estuvieron confinados en chiqueros de cemento.

En las raciones basales usadas se redujo en todos los casos el porcentaje de la proteína al alcanzar los lechones un peso medio de 125 libras.

El suplemento proteínico agregado a la ración basal (avena-cebada) se componía, en el caso de la mixtura de proteínas vegetales y animales de 50 libras de desechos de carne, 15 libras de piedra caliza molida (carbonato de calcio). El suplemento proteínico exclusivamente vegetal fué semejante al anterior pero reemplazando la carne por igual cantidad de pasta de soya. Por último, a los suplementos proteínicos se les agregó vitamina A y vitamina D en la proporción de 10,000 y 1,667 unidades internacionales respectivamente, por cabeza y por día, en la forma de aceites vitamínicos, desde que los lechones tenían 30 libras hasta que llegaron a 125 libras de peso.

El trabajo se desarrolló en cuatro experimentos.

Experimento 1. Cuatro lotes uniformes de 7 lechones Yorkshire, destetados, de 30 libras, hasta llegar a 200 libras como peso final. El lote 1 recibió la ración conteniendo proteínas vegetales y animales; el lote 1-A igual ración más 50 gr. de FPA-3 por cada 100 libras de alimento; el lote 2 recibió la ración que sólo contenía proteínas vegetales; y el lote 2-A recibió la ración del lote 2 más 50 gr. de FPA-5 por cada 100 libras de alimento.

Experimento 2. Seis lotes uniformes de 7 lechones cada uno de la raza Yorkshire, de 30 libras de peso inicial hasta 200 libras como peso final. El lote 1 recibió ración basal más suplemento proteínico vegetal-animal (con 13.5% de proteína); el lote 1-A, la misma ración del anterior más 50 gr. de FPA-3 por cada 100 libras de alimento; el lote 1-B, la ración del lote 1 más 0.5% de FPA-5 por cada 100 libras de alimento; y el lote 2-B la ración del lote 2 más 0.4% de FPA-5 por cada 100 libras de alimento.

Todos los lechones de los experimentos 1 y 2 fueron pesados individualmente cada dos semanas y luego con más frecuencia al ir acercándose al peso final. En estos experimentos se obtuvieron también datos relativos a la calidad de la carne en canal.

Experimento 3 y 4. En cada uno de ellos se usaron dos lotes uniformes de 7 lechones flacos. Los del experimento 3 tenían un peso inicial con promedio aproximado de sólo 25 libras; los del experimento 4 de alrededor de 22 libras. En ambos experimentos el lote 1 recibió la ración basal (avena-cebada) adicionada de suplemento proteínico exclusivamente vegetal, y el lote 2 recibió igual alimentación adicionada con 0.5% de FPA-5 por cada 100 libras de alimento. Los lechones de ambos experimentos fueron pesados cada semana y se hicieron determinaciones hemoglobínicas con el colorímetro Evelyn fotoeléctrico, siguiendo el método del propio Evelyn.

Resultados del experimento. Los animales que recibieron FPA o sea los de los lotes 1-A y 2-A, aumentaron ligeramente de modo más rápido

mento no fueron estrictamente comparables.

Se observó que los lechones de los lotes que sólo recibieron suplementos proteínico vegetal mostraron tendencia a un aumento más eficiente que los que recibieron proteínas mixtas. Los del lote 2-A (proteínas vegetales y FPA) comieron 0.35 libras más de alimento que los testigos del lote 2, pero no hubo diferencia en el consumo de alimento entre los lechones que recibieron proteínas mixtas, con o sin FPA.

Resultado del Experimento 2. Este experimento fué similar al anterior excepto en que dos lotes recibieron FPA conteniendo aureomicina residual FPA. Se disminuyó en la ración el porcentaje de proteína, como quedó dicho.

Los lechones que recibieron FPA mostraron un promedio de peso diario más alto y mejor eficiencia en la alimentación que los testigos. Los aumentos de los que recibieron proteínas vegetales y FPA fueron significativamente más altos que los testigos. Los que recibieron proteínas mixtas no presentaron un aumento significativo en el incremento diario de peso. Se dedujo de esto que al parecer el FPA tiende a igualar a las dos raciones independientemente de la fuente proteínica.

El suplemento FPA-5 produjo incremento altamente significativo en el promedio de aumento diario en ambas raciones de control. Este suplemento, que contenía aureomicina residual, determinó un incremento significativo mayor que el FPA que no contenía aureomicina residual. El promedio diario de consumo de alimento resultó notablemente aumentado en los lotes que recibieron FPA-5 pero la eficiencia de alimentación en ellos fué algo menor que la de los lotes que no recibieron este suplemento. No hubo significancia en el promedio diario de aumento entre los animales que recibieron proteínas vegetales y los que recibieron proteínas mixtas. Por último, el porcentaje de carne por canal fué superior en los casos en que se usó FPA-5 en comparación con los casos en que se usó FPA-3, aún cuando en lo que se refiere a la calificación de calidad de la carne el score o puntuación fué ligeramente menor cuando se usó FPA-5 en comparación con FPA-3.

Resultado de los Experimentos 3 y 4. Teniendo en cuenta la inmediata respuesta obtenida con el FPA-5 en lechones en buen estado de nutrición (peso mínimo inicial de 30 libras), se repitió la investigación con lechones flacos (redrojos).

Durante los 40 días de experimentación (experimento 3) los lechones que recibieron FPA-5 (con aureomicina residual) aumentaron de peso más rápidamente en un 51 por ciento, y aprovecharon 14 por ciento más efectivamente el alimento. Al cabo de los 40 días se puso a los lechones en-pastoreo en alfalfa y recibieron la ración basal (cebada-avena) con suplemento proteínico vegetal pero sin añadirle FPA-5. Al cabo de ocho semanas el lote que originalmente había recibido FPA-5, conservó su supremacía en peso pero falló en cuanto a aumentar más rápidamente que los testigos

originales. El promedio de peso después de las ocho semanas de pastoreo fué de 117 libras en los lechones que originamente recibieron FPA-5, y de 104 libras en los del lote testigo original.

En el experimento 4 (lechones de sólo 22 libras de peso inicial de promedio) la respuesta también fué notable con el FPA-5. Hubo un aumento de 86 por ciento de los incrementos de peso y de 20 por ciento en la utilización eficiente del alimento cuando se administró 0.5 por ciento de FPA-5. Al cabo de 48 días se invirtieron las raciones siendo entonces el lote 2 el testigo y al final de la primera semana ya se había invertido la proporción del incremento de peso en los dos lotes.

En todos los lechones se hicieron determinaciones de la hemoglobina al comenzar cada experimento y al finalizar los experimentos 3 y 4, y después de las primeras 8 semanas en los experimentos 1 y 2. No se encontró variación apreciable en los niveles de la hemoglobina en la sangre de los animales en ninguno de los experimentos. El nivel promedio fué de 9.3 mg. por ciento en la sangre de los lechones testigos y de 9.2 mg. por ciento en los lechones del lote que recibió FPA-5.

Resumen. Los lechones que recibieron FPA-3 (sin antibiótico residual) ganaron en peso ligeramente de modo más rápido y eficiente que los testigos aunque la diferencia no fué generalmente significativa. La respuesta fué algo más grande cuando se usaron proteínas mixtas.

El suplemento FPA-5 (con antibiótico residual) produjo marcados incrementos en la proporción y la eficiencia del aumento de peso, tanto cuando se añadió a la ración con suplemento proteínico vegetal como a la que contenía proteínas mixtas. Los lechones flacos (redrojos) dieron una gran respuesta en cuanto a la proporción y eficiencia en el aumento de peso con el suplemento FPA-5.

Hubo una aparente reducción en la calidad de la carne en los cerdos que recibieron FPA en el período de crecimiento y engorda. Esto fué particularmente evidente en los animales que recibieron FPA conteniendo aureomicina.

7. Los experimentos de Carpenter (3) en la Universidad de Minnesota tuvieron como fin estudiar primeramente el efecto sobre los lechones lactantes de una ración conteniendo FPA con aureomicina, dada a las hembras en gestación y lactancia, y en segundo lugar para estudiar el efecto de diferentes niveles de aureomicina en lechones destetados.

Procedimiento y Resultados. Las raciones usadas en los períodos de

	%	%	%
Maíz amarillo molido . . . . .	35	30	44
Avena quebrada o molida . . . . .	21	21	8
Cebada molida . . . . .	21	21	—
Leche descremada en polvo . . . . .	—	—	2
Salvado de trigo . . . . .	—	—	6
Harina de hojas de alfalfa . . . . .	10	10	20
Tankage . . . . .	4	6	8
Pasta de linaza . . . . .	3	5	4
Pasta de soya desgrasada . . . . .	4	5	6
Harina de hueso . . . . .	1	1	1
Sal yodizada . . . . .	1	1	1
Aceite de hígado de bacalao . . . . .	—	—	0.25

Todas las hembras recibieron la Ración I en los primeros 85 días de la gestación y la ración II en los últimos 30 días. Cada una recibió 7 lb. de ración por día. La ración III se usó en comedores automáticos durante el período de lactancia.

Como fuente de la aureomicina se usó el suplemento FPA-5 de Lederle conteniendo cada dosis 1.3 mg. de vitamina B-12 y 1.9 gr. de aureomicina, por libra.

Todas las hembras (adultas y primerizas) fueron cubiertas por verracos no emparentados con ellas y se las tuvo en chiqueros de 50 por 200 pies, provistos siempre de agua fresca. Los partos se realizaron en local ad-hoc de 6 por 8 pies con piso de concreto, conservando (el local) a temperatura uniforme hasta los 14 días después de los partos. Las hembras y sus crías fueron puestas en chiqueros individuales de 6 por 15 pies hasta que los lechones tuvieron 56 días de edad.

Experimento 1 sobre el efecto de concentrado FPA-5 (conteniendo aureomicina) en las hembras en gestación y lactancia. Ya cubiertas las hembras por los verracos fueron divididas en cuatro lotes: el 1 y 3 con 14 y 13 animales respectivamente, usados como testigos, y el 2 y 4 con 14 y 12 animales respectivamente, usados como material de experimentación.

Todas las marranas recibieron la misma dieta hasta el 1 de marzo: durante el período de gestación las hembras de los lotes 1 y 3 recibieron las raciones I y II antes descritas. Las de los lotes 2 y 4 recibieron estas mismas raciones pero adicionadas de 0.5 por ciento de FPA-5. Como en estas hembras las fechas de preñez eran escalonadas las raciones con FPA-5 fueron administradas en un período de 49 a 90 días desde antes del parto. Después del parto las testigos recibieron la ración III y las experimentales recibieron esta ración adicionada de 0.5 por ciento de FPA-5. Los lechones en lactancia de las testigos recibieron una dieta de hojuelas de avena; los lechones de las hembras experimentales recibieron esta misma dieta más 1 por ciento de FPA-5.

Aunque las testigos que parieron en abril (lote 1) tuvieron un promedio de dos lechones por camada más que las experimentales (lote 2) el

el mismo en los dos lotes. El número de lechones muertos, por camada, fue prácticamente el mismo en los cuatro lotes. Como las hembras que parieron en mayo recibieron FPA-5 por más tiempo que las que parieron en abril, los resultados indicaron que el antibiótico del FPA-5 no tuvo efecto sobre el número de las camadas ni sobre el de los lechones nacidos muertos. Los pesos de los lechones al nacer fueron por término medio iguales en los cuatro lotes.

El promedio de peso en los lechones al ser destetados fué de 36 libras en los lotes experimentales y de 25 libras en los testigos. En estos últimos fueron frecuentes los casos de diarrea, sobre todo al final del período de 56 días; en los lotes experimentales los casos de diarrea fueron raros.

Las hembras testigos que parieron en abril tuvieron una pérdida de peso, en promedio, de 27 libras más que las hembras experimentales durante el período de lactancia.

Las hembras testigos consumieron como promedio 717 y 644 libras de alimento durante el período de lactancia entre las que parieron en abril y mayo, respectivamente; a ese período las hembras en experimentación consumieron como promedio 760 (lote 3) y 644 (lote 4) libras de ración. Los lechones de las testigos consumieron un promedio de 106 libras en comparación con 190 libras en los lechones del grupo experimental.

Experimento 2 sobre el efecto de la alimentación con FPA-5 durante la lactancia. El experimento 1 había demostrado que los lechones de hembras que recibieron FPA-5 aumentaron de peso más rápidamente que los de las hembras testigos. Como los lechones consumieron durante el período lactante una cantidad relativamente pequeña de alimento (especialmente en sus cuatro primeras semanas de vida), parece posible que el antibiótico recibido por las madres pasó a los hijos a través de la leche en cantidad suficiente para estimular en ellos el crecimiento. Para comprobar esta hipótesis se sometió a tres grupos de marranas y sus crías a las siguientes dietas:

(1) Hembras, ración III sin FPA; lechones, hojuelas de avena sin FPA; peso promedio de los lechones al destete, 29.0 libras.

(2) Hembras, ración III más 0.5% de FPA; lechones, hojuelas de avena sin FPA. El promedio de peso de los lechones al destete, 28.6 libras.

(3) Hembras, ración III más 0.5% de FPA; lechones hojuelas de avena más 1% de FPA. Peso promedio de los lechones al destete 35.2 libras.

Se sometió a las hembras de este ensayo a las dietas citadas inmediatamente después del parto; a los lechones se les comenzó a dar su dieta alrededor de los 12 días de nacidos. Los datos obtenidos indicaron que los lechones del grupo (2) hijos de las hembras que habían recibido 0.5% de FPA no se desarrollaron más rápidamente que los testigos lo que demostró que el antibiótico no es transferido por la leche materna en cantidad suficiente para promover el crecimiento. La comparación del peso de los lechones destetados: 28.6 y 29.0 libras en los que no recibieron FPA y 35.2 libras en los que recibieron el antibiótico, sugiere que el estímulo del cre-

aureomicina a lechones lactantes y destetados. Los resultados del experimento anterior habían demostrado que la administración de FPA-5, que contienen vitamina B-12 y aureomicina a los lechones lactantes había estimulado el aumento de peso. Para saber si la aureomicina por sí sola podía producir el mismo efecto se hizo un ensayo dividiendo a un grupo de lechones lactantes en cuatro grupos cada uno de los cuales recibió su ración basal (avena adicionada respectivamente de 0, 2, 4 y 8 gr. de clorhidrato de aureomicina puro por cada 100 libras de ración, comenzando el vigésimo día del período de lactancia.

Aunque el número de lechones por grupo fué relativamente corto se hizo evidente que la adición de 2 gr. de corhidrato de aureomicina por 100 libras de ración eran tan efectiva como la de 4 y de 8 gramos. En algunos lechoncillos de los que recibieron aureomicina se presentó diarrea pero fué mucho menos acentuada que la ocurrida en los testigos.

Se hizo otro estudio, esta vez con los lechones destetados, sobre el efecto de distintas dosis de FPA-5, usando los mismos lechones que, estando en lactancia, habían recibido aureomicina.- La dieta basal de los destetados se componía de maíz amarillo molido (41%) avena molida (20%), harina de alfalfa deshidratada (10%), pasta de soya (7%), tankage con 60% de proteína (10%), granza de trigo (10%), mezcla mineral comercial (2%) y levadura irradiada (9,000 U. S. P. de vitamina D por gramo, 0.0125%). Los lechones fueron divididos en cuatro grupos: dos testigos y dos experimentales.

Los resultados en conjunto fueron los siguientes:

(1) Los testigos que no recibieron FPA en la lactancia ni el destete alcanzaron al final del experimento un promedio de aumento de 33.0 lbs. y consumieron 4.87 lbs. de alimento por libra de aumento de peso; (2) los que no recibieron FPA en lactancia pero sí después del destete dieron un aumento promedio de 38.3 lbs. y consumieron 3.01 lbs. de alimento por libra de aumento; (3) los que recibieron FPA en el período de lactancia pero no lo recibieron en el período de destete, dieron un promedio de aumento de 46.0 lbs. y consumieron 4.59 lbs. de alimento por libra de aumento; y (4) los que recibieron FPA en el período de lactancia y en el de destete, dieron un aumento promedio de 54.0 lbs. y requirieron 2.82 lbs. de alimento por libra de aumento.

Examinando estos datos se vió que los del último grupo habían logrado el aumento promedio más alto y fueron los que necesitaron menos alimento por cada libra de aumento de peso. Además, los lechones del lote 4 nunca sufrieron diarreas.

Experimento 4. Para confirmar el efecto estimulante del FPA se hizo un último ensayo con los lechones destetados del lote 4 del experimento anterior. Se les dividió en tres grupos que recibieron distintas dosis del factor proteínico animal, en comparación con un lote testigo que no había recibido este factor en el período del destete. El resultado confirmó el efec-

de cuadro:

	Promedio de peso inicial.	Promedio de aumento diario de peso (4 semanas)	Alimento por Lb. de aumento de peso.
	lbs.	lbs.	lbs.
Grupo testigo. No recibió FPA	56.8	0.76	5.52
Grupo 1. Recibió 0.25 % de FPA	56.8	0.94	4.80
Grupo 2. Recibió 0.50 % de FPA	56.3	0.94	4.55
Grupo 3. Recibió 1.00 % de FPA	56.1	1.08	4.22

El resultado del ensayo demostró que los lechones que recibieron 1.0% de FPA no obstante ser los de menor peso inicial fueron los que lograron mayor promedio diario de aumento de peso (1.08 lb.) y los que utilizaron más eficiente y económicamente el alimento pues sólo requirieron 4.22 lbs. de ración por libra de aumento de peso.

8. En 1950 realizaron Briggs y Beeson (2) de la Universidad de Purdue un experimento sobre el valor de la aureomicina, la estreptomycinina y la vitamina B-12 adicionadas a una ración conteniendo proteína vegetal en lechones para crecimiento y engorda.

Animales usados. Se usaron 50 lechones Duroc de pura raza, destetados, divididos en cinco tratamientos. Eran hijos de marranas que habían sido alimentadas con raciones bien balanceadas y manejadas en buenas condiciones sanitarias durante la gestación y lactancia. Se usó un número aproximadamente igual de lechones machos castrados y de hembras, de 10 a 12 semanas de edad, con promedio inicial de peso de 44 libras. Antes de darles las raciones experimentales se les desparasitó con fluoruro de sodio. El experimento sólo duró 70 días por haberse presentado una seria epizootia de disentería en el lote testigo.

Ración basal. Se componía la ración basal de maíz amarillo molido (62.6%), pasta de soya (32.15%), harina de alfalfa (5.0%) y aceite de vitaminas A y D (0.25%). El porcentaje de proteína de esta ración era de 21.8%. La mezcla mineral (a discreción) constaba de cuatro partes de harina de hueso, cuatro de piedra caliza molida y dos de sal yodada. La ración incluía 0.8 mg. de riboflavina, 5.0 mg de niacina y 4.5 mg. de pantotenato de calcio por libra.

Tratamiento. Se ensayaron varias combinaciones de estreptomycinina, aureomicina y vitamina B-12 en la ración basal. Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

Lote 1 Ración basal.

Lote 2 Ración basal y 15 mg. de estreptomycinina por libra.

Lote 3 Ración basal y 10 mg. de clorhidrato de aureomicina por libra.

Lote 4 Ración basal y 15 mg. de estreptomycinina y 0.10 por ciento de vitamina B-12 Merck por libra.

Lote 5 Ración basal, 10 mg. de clorhidrato de aureomicina y 0.10 por

(La vitamina y los antibióticos se mezclaron primeramente con la pasta de soya y luego con los demás ingredientes).

Resultados. Los resultados de adicionar aureomicina y estreptomocina, con y sin vitamina B-12, a la ración, en chiqueros, fueron como sigue:

El lote 1 (ración basal sola) tuvo un excelente promedio de incremento diario de peso: 1.62 libras; requirió 392 libras de alimento por cada 100 libras de aumento de peso en el período experimental de 70 días.

Con la ración basal más esteptomocina (lote 2) o con aureomicina (lote 3) se obtuvo un aumento de peso significativamente mayor y una reducción de 60 a 70 libras de alimento por cada 100 libras de carne producida, en comparación con el lote 1.

Con la ración basal adicionada de estreptomocina y vitamina B-12 (lote 4) o con aureomicina y vitamina B-12 (lote 5) se observó un comportamiento superior al del lote 1 y ligeramente mejor que el de los lotes 2 y 3. Los lechones de los lotes 4 y 5 requirieron menos alimento por cada 100 libras de aumento que los del lote 1 pero más que los lechones de los lotes 2 y 3.

En general los lechones que recibieron los antibióticos, con y sin la vitamina B-12, aumentaron de peso más uniformemente que los testigos (lote 1) y durante el experimento no mostraron ningún síntoma de diarrea mientras que los testigos sufrieron a los 70 días un ataque tan severo de esta enfermedad que fué la causa de suspender entonces el experimento, no obstante que los animales enfermos sanaron en el curso de dos días con la administración de 1 gramo de estreptomocina pura por cabeza en el primer día y medio gramo en el segundo.

9. En 1951 realizaron Vohs y sus colaboradores (12) de la Estación Agrícola Experimental de Iowa, un experimento con la adición de vitamina B-12, FPA y suero de leche en polvo en lechones en crecimiento y engorda.

Los fines del estudio fueron: (1) tratar de establecer mejor la cantidad de vitamina B-12 requerida en la práctica para el crecimiento y engorde de lechones alimentados con maíz molido y pasta de soya, usando vitamina B-12 concentrada y en cristales como control positivo; (2) determinar si el "factor suero" es una porción del complejo FPA y (3) determinar si algún FPA suplementario proporciona factores de crecimiento aparte de la vitamina B-12 y del llamado "factor suero".

Método del experimento. Su usaron lechones destetados confinados en chiqueros de piso de concreto; se les dividió en nueve lotes de 10 individuos cada uno, sobre la base de un tratamiento previo y sobre las bases de edad, peso, condición, camadas y sexo. No se les agotó previamente la vitamina B-12 que pudieran conservar almacenada en su organismo y se les alojó en chiqueros de igual tamaño con acceso a patios de asoleo. Los lechones recibieron agua y alimento a discreción y se les dió un tratamiento parasiticida previo.

La ración basal estaba compuesta de maíz amarillo molido pasta desgrasada de soya (obtenida de tres fuentes distintas), mezcla mineral conteniendo manganeso, fierro, cobalto, zinc y potasio, y una mezcla vitamí-

nica que por cada libra de ración basal proporcionara 500 mg. de colina, 15 mg. de niacina, 10 mg. de ácido pantoténico, 2.5 mg. de riboflavina, 1.5 mg. de vitamina E (acetato de alfa-tocoferol), 200 unidades de vitamina A y 400 unidades de vitamina D.

El lote 1 sólo recibió la ración basal; los lotes 2, 3 y 4 recibieron además vitamina B-12 en cantidad necesaria para proporcionar, respectivamente, 5, 10 y 15 microgramos de dicha vitamina: el lote 5, usado como referencia standard, recibió 15 microgramos de vitamina B-12 cristalizada por libra de ración; el lote 6 recibió la ración basal adicionada de 2 por ciento de suero de leche en polvo; el lote 7 recibió adicionalmente 15 microgramos del concentrado de vitamina B-12 por libra de ración; los lotes 8 y 9 recibieron adicionalmente cada uno 0.44 y 0.66 por ciento de FPA por libra, proporcionando respectivamente 10 y 15 microgramos de vitamina B-12 por libra. El promedio de aureomicina contenida en el FPA era de 2,386 microgramos por libra de FPA, lo que proporcionaba 10.5 mg. de aureomicina por libra a los lechones del lote 8 y alrededor de 16 mg. a los del 9.

Las raciones iniciales fueron calculadas para un contenido de 18 por ciento de proteína. Al alcanzar los lechones un peso promedio en cada lote de 75 y de 150 libras se disminuyó el porcentaje de proteína a 15 y 12 por ciento respectivamente mediante el aumento de la cantidad de maíz y la correspondiente disminución de la pasta de soya.

Los lechones fueron pesados a intervalos de quince días durante el curso del experimento y fueron siendo retirados individualmente al alcanzar el peso final de 200 libras. Se llevó un registro de los tratamientos de cada lote. En cuatro lechones de cada uno de los lotes 1, 5 y 9, se tomaron medidas de la grasa del espinazo para estimar los efectos de la fijación de la grasa, de la vitamina B-12 y del FPA. La profundidad de la capa de grasa se midió sobre las paletas, sobre la porción media del dorso y sobre la mediación de los lomos. Se hizo una incisión de media pulgada en la piel, como a una pulgada de la línea media, introduciendo entre la grasa, hasta el músculo Largo Dorsal, una reglita metálica. Estas mediciones en animales vivos se hicieron siguiendo el método de Hazel (1950) quien reportó una correlación de 0.83 entre el promedio de las mediciones de tres cerdos vivos y la de tres canales de cerdo. Por último, se hicieron los análisis estadísticos del promedio de los aumentos diarios de peso y del espesor medio de la grasa, de acuerdo con los procedimientos de Snedecor (1946).

Resultados. Los promedios diarios de aumento de peso aparecieron mejorados con la adición de vitamina B-12 concentrada (en diferentes dosis) y de vitamina B-12 cristalizada.

El análisis de variancia demostró que el promedio diario de aumento se incrementó en 0.16 libras, lo que fué significativo al 0.5, por la acción combinada del suero de leche en polvo y de la vitamina B-12 concentrada (lote 7). Se obtuvieron aumentos altamente significativos (0.27 y 0.37 libras) en el incremento diario de peso con la acción de 0.44 por ciento (lote 8) y 0.66 por ciento (lote 9) de FPA.

No hubo diferencia significativa en el promedio diario de aumento

En todos los lotes hubo casos intermitentes de diarrea, excepto en los dos que recibieron FPA (lote 8 y 9). Los lechones de estos lotes aumentaron de peso considerablemente con mayor rapidéz y requirieron menos alimento por libra de aumento de peso que los de los otros siete grupos. Esto parece indicar que el FPA proporcioná factores distintos que los propios de la vitamina B-12 o que los que están presentes en el suero de leche en polvo. Es muy probable que la aureomicina residual del FPA controle la diarrea lo que permite un aumento más rápido de peso y un mayor eficiencia alimenticia.

Como dato complementario puede decirse que los lechones del lote 1 (testigo) tuvieron un promedio diario de aumento de 1.46 libras; consumieron un promedio diario de ración de 5.44 libras; requirieron 376.2 libras de ración por cada 100 libras de aumento de peso, y llegaron al peso final (200 libras) a los 115 días. En cambio, los lechones del lote 9 que recibieron 0.66 por ciento de FPA tuvieron un promedio diario de aumento de peso de 1.83 libras; consumieron 6.51 libras de ración como promedio diario; requirieron 357.1 libras de ración por cada 100 libras de aumento de peso, y alcanzaron el peso final (200 libras) en sólo 94 días.

### *Uso de Elementos Menores.*

En muchos experimentos con lechones se han usado junto con la sal distintas combinaciones de minerales menores. Uno de estos experimentos es el realizado por Speer y colaboradores (11) en 1951 en la Estación Agrícola Experimental de Iowa, con el fin de apreciar el valor suplementario de una mezcla de minerales menores (hierro, manganeso, cobalto y zinc) añadiendo a la ración basal. Entre los experimentos similares anteriores los autores de éste citan a los siguientes investigadores.

Ya en 1928 habían indicado W. E. Carroll y H. M. Mithcell que "no se obtenía ventaja alguna agregando sulfato de cobre al alimento de los lechones". L. E. Carleton encontró en 1948 una respuesta favorable en el crecimiento cuando se añadía cobre a la ración de los lechones, y J. P. Wellman y P. R. Noldan reportaron en 1949 que el cobalto, hierro, y manganeso mejoraban el crecimiento y la eficiencia de la alimentación en los cerdos. En 1950 estos investigadores ensayaron el cobalto, cobre y manganeso, separadamente y combinados. Los mejores resultados se obtuvieron con cobalto más cobre; los tres minerales solos dieron un resultado intermedio, y las otras combinaciones resultaron inferiores al de los minerales solos. R. M. Anderson y E. P. Ferrin, de Minnesota, reportaron en 1950 una respuesta favorable con el hierro y el cobre, solos o combinados; y en el mismo año de 1950 encontraron W. E. Dinusson y colaboradores, en tres ensayos diferentes, que el cobalto estimulaba el aumento diario de peso en lechones confinados.

1. En el experimento de Speer y sus colaboradores la ración basal se compuso de maíz amarillo molido, pasta desgrasada de soya, mixtura de

carnaza y hueso, harina de hueso, sal, compuesto FPA Lederle (con 4 mg. de vitamina B-12 y 4.6 gr. de aureomicina por kg); carbonato de calcio yodado, y varias vitaminas. La mezcla mineral se añadió a la ración basal en tres niveles: 0.05, 0.10 y 0.15 por ciento, conteniendo la mezcla al 0.05 por ciento 35 ppm. de sulfato de hierro, 29.5 ppm. de sulfato de mangneso, 2.4 ppm. de sulfato de cobre, 0.8 ppm. de sulfato de cobalto, y 2.2 ppm. de sulfato de zinc. Se usaron lechones Duroc de 60 a 73 días en dos repeticiones (I, con lechones "buenos"; II, con lechones "medianos"), con cuatro lotes en cada repetición: un lote testigo, que no recibió la mezcla mineral; otro, con el nivel de 0.05, por ciento; el tercero con el nivel de 0.10 por ciento, y el último con el nivel de 0.15 por ciento de dicha mezcla.

Las diferencias en el promedio de aumento de peso diario fueron muy pequeñas aunque con notable similaridad en las dos repeticiones. Los lechones que recibieron 0.05 por ciento de la mezcla de minerales huellas crecieron más rápidamente que los testigos. En las dos repeticiones se observó ligero aumento con el nivel de 0.10 por ciento en comparación con el nivel anterior; y con el de 0.15 por ciento se observó aumento en el incremento de peso en comparación con el nivel precedente, en la repetición I y ligero descenso, en comparación también con el nivel precedente, en la repetición II.

La adición de esta mezcla de minerales menores no influyó apreciablemente en la utilización eficiente del alimento, y el análisis de la hemoglobina no reveló ninguna diferencia significativa atribuible a los tratamientos, al finalizar el experimento.

Algunos de los lechones eran hijos de hembras que no recibieron minerales huellas durante la gestación y la lactancia; otros eran hijos de hembras que sí recibieron dicha mezcla en este tiempo. Los primeros, en el experimento, presentaron un aumento de peso por día (promedio) de 770 gramos; los hijos de hembras que recibieron 0.05 por ciento de minerales huellas en los períodos mencionados dieron un aumento de peso por día (promedio) de 775 gramos; los hijos de las hembras que recibieron el nivel de 0.10 por ciento en la gestación y lactancia aumentaron 825 gramos por día como promedio. Es posible que estos niveles hayan tenido un efecto residual en los hijos.

Por último, en la repetición I los lechones que requirieron menos alimento por 50 kilos de aumento fueron los que recibieron el nivel de 0.10 por ciento de minerales huellas; y en la repetición II los que recibieron el nivel de 0.15 por ciento.

### *La Sal en la Alimentación del Cerdo.*

Recientemente publicó Morton Salt Company (8) los resultados de las investigaciones realizadas en la Universidad de Purdue sobre las cantidades de sal que requieren las distintas especies de animales domésticos. Los citados experimentos, en cerdos, se hicieron principalmente con la mira de estimar la importancia de la sal, administrada a estos animales, desde un punto de vista económico (costo y utilidades).

riase para este fin. En el experimento hecho en Purdue en 1945 con cerdos de 90 libras de peso se observó que la falta de sal incrementó en un 45 por ciento el costo de la alimentación. En la investigación realizada en 1946 con cerdos desde el destete a las 100 libras, se observó un incremento de 66 por ciento en el costo de la alimentación de los cerdos privados de sal; y en el experimento hecho en 1947 se demostró que el costo de la alimentación privada de sal era 76 por ciento más alto que el de la alimentación de los cerdos que dispusieron de sal a discreción. En los tres experimentos citados los animales que dispusieron de sal a discreción adquirieron peso más rápidamente y presentaban mejor aspecto que en el caso contrario.

Estos experimentos causaron una revolución en los métodos de alimentar a los cerdos. Antiguamente casi era innecesario agregar sal a las raciones porque éstas se componían en gran parte de concentrados proteínicos de origen animal que son ricos en sal y elementos menores (tankage, desechos de carne y hueso, harina de sangre, harina de pescado). En cambio las raciones usadas actualmente contienen casi exclusivamente proteínas de origen vegetal (harina de pasta de soya, de alfalfa, de linaza, de algodón), dada la escasez creciente de proteínas de origen animal.

En los tres experimentos que se citan se procedió como sigue. El experimento 1 se hizo en dos lotes de 14 animales con peso inicial medio de 90 libras y duró 85 días, del 14 de junio al 7 de septiembre de 1945. En el experimento 2 se usaron dos lotes de 15 animales con peso medio inicial de 50 libras y duró 65 días, de 11 de julio al 14 de septiembre de 1946. El experimento 3 se hizo con dos lotes de siete cerdos con un peso medio inicial de 57 libras y duró 100 días, del 16 de diciembre de 1946 al 26 de marzo de 1947.

Los resultados obtenidos fueron bastante convincentes. En el experimento 1 (cerdos de peso inicial de 90 libras) los del lote que no recibió sal pesaban por término medio, al finalizar el experimento, 174 libras y los que recibieron la sal, 255 libras; los primeros requirieron 568.7 libras de alimento por cada 100 libras de aumento, los segundos, 395.8 libras; el costo del alimento por cada 100 libras de aumento fué en el primer caso de 12.53 dólares, en el segundo de 8.68 dólares.

En el experimento 2 (cerdos de peso medio inicial de 50 libras) los resultados fueron como sigue, a grandes rasgos; al finalizar el experimento (65 días) los cerdos que no recibieron sal pesaban por término medio 108 libras; requirieron 555.4 libras de alimento por cada 100 libras de aumento de peso, y el costo del alimento por cada 100 libras de aumento de peso fué de 17.85 dólares; los cerdos que recibieron sal mineralizada pesaban al finalizar el experimento 134 libras por término medio, requirieron 331.0 libras de alimento por cada 100 libras de aumento de peso, y el costo del alimento para lograr este aumento fué de 10.73 dólares. En el experimento 3 (cerdos de 57 libras) al finalizar el experimento (100 días) los animales que no recibieron sal pesaban en promedio 125 libras, requirieron 676.7 libras de alimento por cada 100 libras de aumento y el

costo respectivo fué de 17.31 dólares; los que recibieron sal mineralizada a discreción pesaban por término medio 228 libras, requirieron 398.6 libras de alimento por cada 100 libras de aumento de peso, y el costo respectivo fué de 9.82 dólares.

Estas y otras investigaciones similares dieron la conclusión de que la sal y los elementos menores producen una gran economía en la explotación de cerdos a los que no se puede dar nutrientes de origen animal.

En un experimento hecho sobre el particular en la Estación Agrícola Experimental de Iowa se encontró que 1 libra de sal dada a cerdos en engorda ahorra 213 libras de alimento; se ahorra además tiempo y trabajo, se reducen los días de riesgo y hacía crecer más sanos a los cerdos. Los que recibieron sal alcanzaron el peso predeterminado en 158 días mientras que los privados de sal requirieron 218 días para alcanzar el mismo peso, con igual ración.

Reconocida la importancia de la sal y de los elementos minerales menores en la alimentación de los cerdos, la mayoría de los criadores ha convenido en que tanto la sal como dichos elementos menores deben figurar en las raciones standard, y numerosos técnicos han recomendado que se dé a los cerdos una mezcla de sal y elementos menores, a discreción, ya que está además comprobado que los cerdos no se intoxican con sal seca, como antaño se creía.

De numerosas investigaciones hechas por diversas instituciones se concluyó que adicionando las raciones de los cerdos con proporciones adecuadas de hierro, manganeso, cobalto y yodo, los cerdos se conservan más sanos y vigorosos, pues en tales investigaciones se vió que estos elementos minerales contribuían a obtener lechigadas más numerosas y que los lechones se desarrollaban mejor, siendo menor el número de nacidos muertos y de lechones sin pelo que entre los testigos privados de sal entre los cuales ordinariamente sólo una tercera parte de las crías de una camada llega a la edad del destete, principalmente a causa de anemia. En una de las estaciones experimentales del Medio Oeste se obtuvo un promedio de 6.3 lechones por camada cuando las hembras recibían una mezcla mineral simple; añadiendo a esta mezcla una pequeña cantidad de elementos menores (hierro, cobre, cobalto, manganeso y yodo) el número medio de crías por camada fué de 7, y duplicando la dosis de dichos elementos subió el número promedio de crías a 8.5.

Encontraron así mismos los investigadores que un cerdo que dispone de cantidades apropiadas de estos elementos menores produce mejores utilidades que en el caso contrario. Las pérdidas de lechones han disminuído en un 4 a 5 por ciento con la adición de los elementos menores mencionados a la sal proporcionada a los cerdos.

Para el efecto se recomienda que en los casos en que se dan separadamente el grano y el suplemento protéico, se añadan 2 a 3 libras de sal con elementos menores por cada 100 libras de suplemento. En esta forma el consumo total de sal mineralizada es por término medio de sólo 1/2 por ciento (alrededor de un sexto a un quinto de onza por cabeza por día.

vegetal aconsejan los técnicos las siguientes raciones: (1) para cerdos confinados: en comedero automático grano de maíz quebrado o molido o una mezcla de maíz (70 partes) y granos pequeños molidos (30 partes); en comedero automático chico: suplemento proteínico (50 partes de pasta de soya o de linaza, 25 p. de harina de alfalfa, 20 p. de tankage o desechos de carne, 3 partes de piedra caliza molida y 2 partes de sal mineralizada. La ración anterior también puede darse a mano mezclando los granos y el suplemento proteínico, en las siguientes proporciones: para cerdos hasta de 100 libras de peso en pie, 4 partes de grano y 1 parte de suplemento proteínico, para cerdos de más de 100 libras, 8 partes de grano y 1 parte de suplemento proteínico. Cuando los cerdos dispongan de pasteadero bueno y abundante se pueda reducir a la mitad la proporción citada de suplemento proteínico, el cual, además, se irá reduciendo a medida que los animales crecen. Por último cuando se trate de marranas en gestación además de la sal mineralizada mezclada a la ración se les pondrá esta sal en comedero separado para que consuman la que quieran.

Ración 2 para cerdos en pastoreo. En comedero automático grande: maíz quebrado o molido, o una mezcla de maíz molido y granos pequeños molidos (70 a 30 partes); en comedero automático chico, suplemento proteínico (75 p. de pasta de soya o linaza, 20 p. de tankage o carnazas) y 3 partes de piedra caliza molida y 2 partes de sal mineralizada.

Ración 3 para marranas de vientre (preñez en invierno, lactancia en primavera); maíz quebrado 69.5 lbs., tankage 4.0 libras pasta de soya 6.0 lbs., heno molido de alfalfa 20.0 lbs., y sal mineralizada 0.5 lbs. Cuando las hembras estén en pastoreo verde se puede omitir el heno de alfalfa y reducir a la mitad el suplemento proteínico a las hembras adultas pero no a las lactantes. La ración indicada para hembras de vientre puede aplicarse también a los verracos.

El maíz puede ser substituído por otros granos como cebada, sorgo y granza de trigo. La avena y el centeno pueden reemplazar a una tercera parte del maíz. Como estos granos pequeños son algo más ricos en proteína que el maíz se puede reducir parcialmente el suplemento proteínico. El tankage, carnazas, harina de pescado y leche descremada, pueden reemplazarse mutuamente. Las pastas molidas de soya, linaza y cacahuete son espléndidos alimentos para los cerdos. La harinolina de algodón puede constituir sin riesgo hasta un 9 por ciento de las raciones para los cerdos. Por último, en vez de la harina de heno de alfalfa, puede darse cualquiera otra leguminosa de follaje abundante como la lespedeza, trébol, heno de soya, y aún se puede usar un buen heno de gramíneas.

### *El Cobalto, Cobre y Molibdeno en la Nutrición de Animales y Plantas.*

De acuerdo con los estudios realizados por Morston (7), de la Universidad de Adelaide, South Australia, se sabe que desde hace unos 25 años

se comprobó que el cobalto, el cobre y el molibdeno son elementos nutritivos esenciales. El cobalto y el cobre intervienen en algunas funciones o procesos fisiológicos de los animales; el cobre y el molibdeno, en las plantas. No existe aún evidencia aceptable de que tengan algún papel en los animales el molibdeno, y el cobalto en las plantas superiores.

De acuerdo con lo que hoy se sabe el cobalto no tiene otra finalidad útil en los animales fuera de la de ser parte integrante del factor nutriente accesorio denominado vitamina B-12, que solamente se origina en la naturaleza como un producto metabólico de ciertos microorganismos, no existiendo en las plantas superiores de las cuales dependen, en última instancia, los animales para su sustentación. Esta dependencia de los animales de tales microorganismos crea una situación única en el aspecto de la nutrición y hace pensar en que no es sino una reliquia, de alguna remota simbiosis que no se ha perdido en el curso de la evolución de los seres vivos.

En cuanto al cobre se trata probablemente de un elemento nutritivo esencial tanto para las plantas como para los animales y que interviene, muy probablemente, en ciertos procesos fisiológicos comunes a todas las células vivientes. Sin embargo, aunque se sabe que varias funciones especiales dependen del cobre, no puede todavía atribuírsele una función universal sobre la materia viva.

El molibdeno interviene en los procesos metabólicos relacionados con la utilización del nitrógeno en las plantas. Al parecer no tiene una función fisiológica en el organismo animal.

Cobalto. Hasta hace poco tiempo las huellas de cobalto observadas en los tejidos animales y vegetales habían sido consideradas más bien como un componente adventicio que funcional del protoplasma; y, no obstante que se había observado que algunos hongos necesitan el cobalto para su desarrollo en los medios de cultivo, no se tenían evidencias de que este elemento desempeñara algún papel biológico esencial. En 1934 se descubrió que la disminución del cobalto en el forraje de los rumiantes que pasteaban en ciertas clases de terreno, era la causa primordial de enfermedades enzoóticas debilitantes. Esto atrajo la atención de los investigadores sobre la posible intervención del cobalto en el metabolismo. Sin embargo, se fracasó en las pruebas intentadas para demostrar que el cobalto, por sí mismo, tenía influencia en la nutrición de las otras especies no rumiantes. En 1946 se descubrió que el "factor anti-anemia perniciosa", aislado en el hígado de los mamíferos, contenía alrededor de un 4 por ciento de cobalto. Dicho descubrimiento estimuló a los investigadores hasta definir perfectamente a dicho factor como vitamina B-12 y establecer su origen microbiano, así como el papel esencial que desempeña en la producción de los grupos metílicos en el metabolismo de las proteínas, y posiblemente en la biosíntesis de los ácidos nucleicos.

Los primeros reportes de ganadería en Inglaterra contenían referencias a cierta enfermedad que padecían los ovinos y bovinos que pasteaban en ciertas aéreas bien delimitadas. A esta enfermedad se le daban, localmente los nombres de *pinning*, *daising* y *vinkish*.

Después se advirtió que existían enfermedades similares en otras

la llamada "enfermedad de la costa", que es enzootica entre los rumiantes en pastoreo sobre los terrenos de arena calcárea del litoral sud-australiano, reveló el hecho sorprendente de la curación de los animales afectados cuando se les administraban pequeñas dosis de sales solubles de cobalto por vía oral. Se descubrió también, un año después, que estas sales prevenían los síntomas que invariablemente aparecían en los ovinos confinados a estos terrenos, y que se recuperaba rápidamente la salud en los animales ya enfermos, tanto los que presentaban el síntoma llamado en Sud-Australia "enfermedad de la costa", como los afectados por enfermedades similares tales como la "bush sickness" de New Zealand, "Saltsickness" de Florida, "pine" de los montes cheviot y otras partes de Escocia, Devon, Cornwall, Hereford y Worcester en Inglaterra; "nakurutis" de Kenya, etc.

Los trastornos de la nutrición ocasionados por la deficiencia del cobalto son probablemente mucho más prevalecientes de lo que se cree, en los rumiantes, si bien dichos trastornos varían ampliamente de intensidad de acuerdo con la estación, el tipo de suelo y la clase de pasturas. La intensidad de los síntomas varía desde una forma aguda y mortal a una forma benigna que afecta solamente a los animales jóvenes, y hasta una forma incipiente, sin síntomas apreciables hasta por años, pero que por un cambio de estación se puede volver sub-aguda y aún aguda. Con frecuencia está condición, que es transitoria, se atribuye a otras causas y no a la de deficiencia de cobalto.

En su forma típica el síndrome consiste en un agotamiento progresivo acompañado de profunda anemia y pérdida del apetito. En una fase avanzada de este mal los borregos aparecen muy flacos y en estado letárgico; la conjuntiva y la mucosa bucal blanquecina y la piel pálida y frágil. Disminuyen el volumen de la sangre y el tenor proteínico del plasma, y la capacidad transportadora de oxígeno se abate a un 30 por ciento de la normal y a veces aún más.

En los bovinos la sintomatología es similar pero menos dramática y más lenta terminando en anemia e inapetencia. Los terneros aparecen desnutridos y raquíticos, y los nacidos de vacas enfermas son débiles y sobreviven poco tiempo.

El único diagnóstico seguro estriba en la sorprendente respuesta a la administración de cobalto por la vía oral. Los animales enfermos se recuperan rápidamente, recobran el apetito, y aumentan de peso. Al principio la dosis usada era de 1 mg. por día pero se sabe que puede bastar la décima parte de dicha dosis.

Vitamina B-12. El conocimiento de las funciones biológicas del cobalto tuvo un notable adelanto cuando se logró aislar (1948) el compuesto llamado factor anti-anemia perniciosa, el cual es un complejo conteniendo cobalto. Este aislamiento se ha hecho en hígados de mamíferos, en cultivos de *Streptomyces griseus*, y en otros medios. Este complejo, llamado vitamina B-12 probablemente sólo difiere del átomo de cobalto en una radícula. En dicha vitamina éste es un grupo cianógeno y si este grupo es reempla-

zado por un hidroxilo se produce la vitamina B-12-a la cual es idéntica a la vitamina B-12-b producida naturalmente en el tubo digestivo de los animales. Se ha reportado también una vitamina B-12-c en la cual un nitrato reemplaza al hidroxilo de la vitamina B-12-b y la B-12-d resulta de la eliminación del nitrato de la B-12-c. El espectro de absorción de la vitamina B-12-d es idéntico al de la B-12-c pero los complejos son cromatográficamente distintos.

Biológicamente estos complejos funcionan al parecer de manera idéntica, o por lo menos pueden ser convertidos "in vivo" en un complejo fisiológicamente activo, sin pérdida material de potencia, lo que se ha evidenciado porque la anemia perniciosa responde a cualquiera de ellos.

Los conocimientos actuales indican que, de modo general, la vitamina B-12 es esencial para los animales, y que como aparentemente no se encuentra en las plantas superiores su origen estriba en la actividad de ciertos microorganismos. Entre éstos se cuentan *Bacillus subtilis*, *Mycobacterium smegmatis*, *Lacto-bacillus arabinosus*, *Bacillus magatherium*, etc., y hongos tales como *Streptomyces griseus*, *S. aureofaciens* y *S. olivaceus*, capaces todos ellos de sintetizar la vitamina B-12. Algunos otros como *Lactobacillus lactis Dorner*, *L. leichmannii*, *L. casei* y *L. hiidus*, pueden sintetizar dicha vitamina en ciertas circunstancias.

**Cobre.** El cobre es al parecer un constituyente funcional de todas las células vivas, animales y vegetales.

Desde hace mucho tiempo se conocían enfermedades debilitantes atribuibles a deficiencias de cobre, tanto en ovinos como en bovinos en pastoreo en ciertos terrenos, pero la etiología de estas enfermedades realmente no se conoció sino hasta hace poco tiempo. Esto se reveló primeramente cuando se administraron sales de cobre a animales caquéticos, en Holanda. Más tarde se logró la recuperación de condiciones similares en otros países por este mismo medio.

El cobre se almacena en el hígado en una concentración relativamente alta y constituye la principal reserva a la que recurre el organismo para reponer el material perdido en las secreciones o excreciones o cuando el alimento consumido lo contiene en cantidad insuficiente. Los animales nacen con una considerable reserva de cobre en su hígado. En ratas, cuyos gazapos, lechones y niños la reserva de cobre es mayor que la de sus madres pero durante la lactancia esta reserva disminuye rápidamente, en parte por las pérdidas antes mencionadas y en parte por el creciente aumento del volumen del hígado.

El cobre no es fácilmente secretado a través de las glándulas mamarias; su concentración en la leche es siempre mucho más baja que en el plasma; el calostro contiene también más cobre que la leche. El tenor de cobre en la sangre humana y de los animales domésticos es en promedio de cosa de 1 microgramo por mililitro. Cuando este tenor baja de modo persistente a medio microgramo o menos indica un serio agotamiento de este metal, y cuando el promedio es de 1.3 microgramos o más en forma persistente, quiere decir que el animal ha recibido o está recibiendo mayores

dómicamente, al mismo tiempo una acentuada reducción de cobre en la sangre. El cobre en la sangre se encuentra tanto en el plasma como en los glóbulos rojos y blancos, sobre todo en los primeros.

**Molibdeno.** El molibdeno se halla presente probablemente en la materia viva. Se le ha encontrado en huellas en todos los tejidos animales y vegetales, pero hasta ahora no existe evidencia de que sea necesario para los animales. Sin embargo, puede afectar la salud de éstos según se ha visto en cierta enfermedad que ocurre en los bovinos y ovinos en ciertos condados de Inglaterra. El síntoma característico es una diarrea profusa que debilita grandemente a los animales y decolora su pelaje.

**Análisis de la Sal Mineralizada (Morton) Administrada a Discreción.**

El análisis de la sal mineralizada Morton, usada exclusivamente para animales y garantizado por Morton Salt Company, de Chicago, Illinois, es el siguiente:

Sal (NaCl)	máximo	98.900 %
Sal (NaCl)	mínimo	97.700 "
Manganeso (Mn)	no menos de	0.250 "
Fierro (Fe)	no menos de	0.160 "
Fósforo (P)	no menos de	0.038 "
Cobre (Cu)	no menos de	0.033 "
Cobalto (Co)	no menos de	0.010 "
Yodo (I)	no menos de	0.007 "
Zinc (Zn)	no menos de	0.005 "
Melazas	no menos de	0.250 "

Los ingredientes correspondientes son: cloruro de sodio, fosfato de manganeso, óxido de manganeso, fosfato de fierro, óxido de fierro, carbonato de cobre, carbonato de cobalto, yoduro de timol, carbonato de zinc y melazas.

## MATERIAL Y METODOS

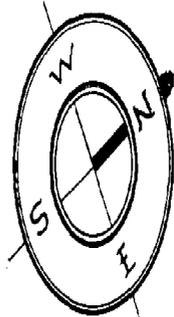
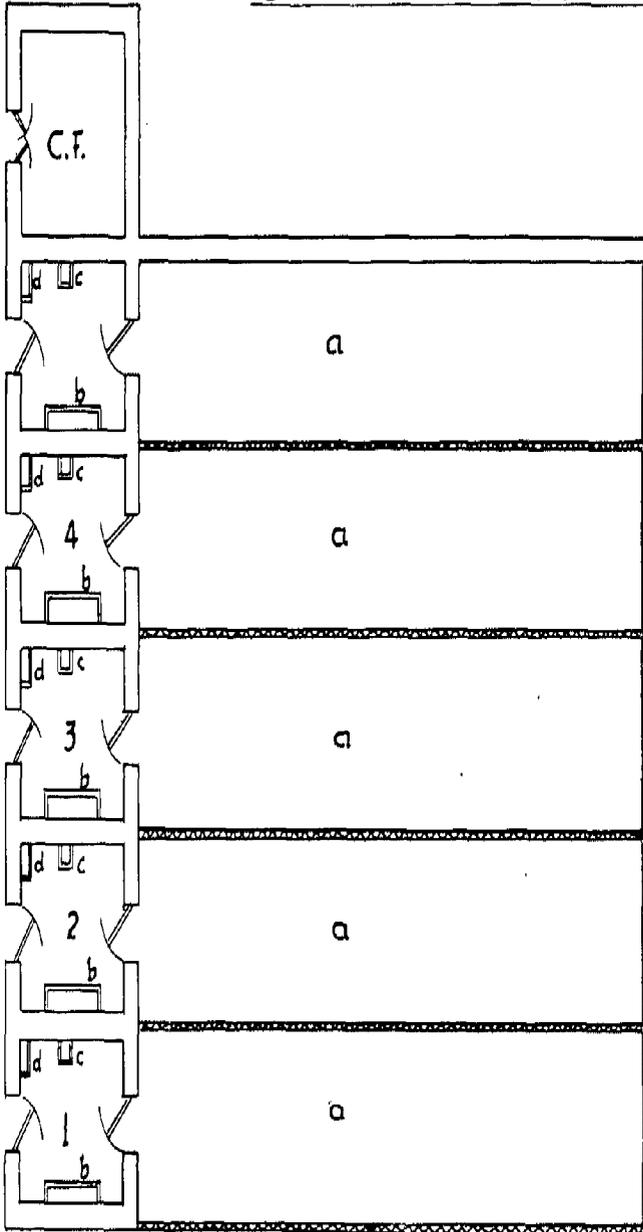
En el experimento se utilizaron 18 lechones de sangre. Duroc Jersey, machos castrados, con los que se formaron cuatro grupos, tomando como criterio principal para esta selección la capacidad de crecimiento y los aumentos de peso durante un período de preparación de 25 días, iniciado el 15 de noviembre de 1952, durante el cual se pesaron los lechones cada cinco días; sin tomar en consideración, al formar los grupos previstos, el peso inicial de cada animal. La ración dada en este período fué igual para todos, sin contener antibióticos ni sal Morton.

Los animales fueron alojados en zahurdas en el Edificio de la Posta, con piso de concreto y con iguales dimensiones y características de orientación y construcción. En cada zahurda se construyó un bebedero, un comedero y un saladero, todos hechos del mismo material, y cada una contaba con un corral para ejercicio y asoleadero, separados entre sí con tela de alambre.

Para pesar periódicamente a los animales se usaron dos básculas de

# PLANO A ESCALA

PARTE NORTE DEL ALA ORIENTAL DE LA POSTA  
DONDE SE HIZO EL EXPERIMENTO.



ESC = 1:200

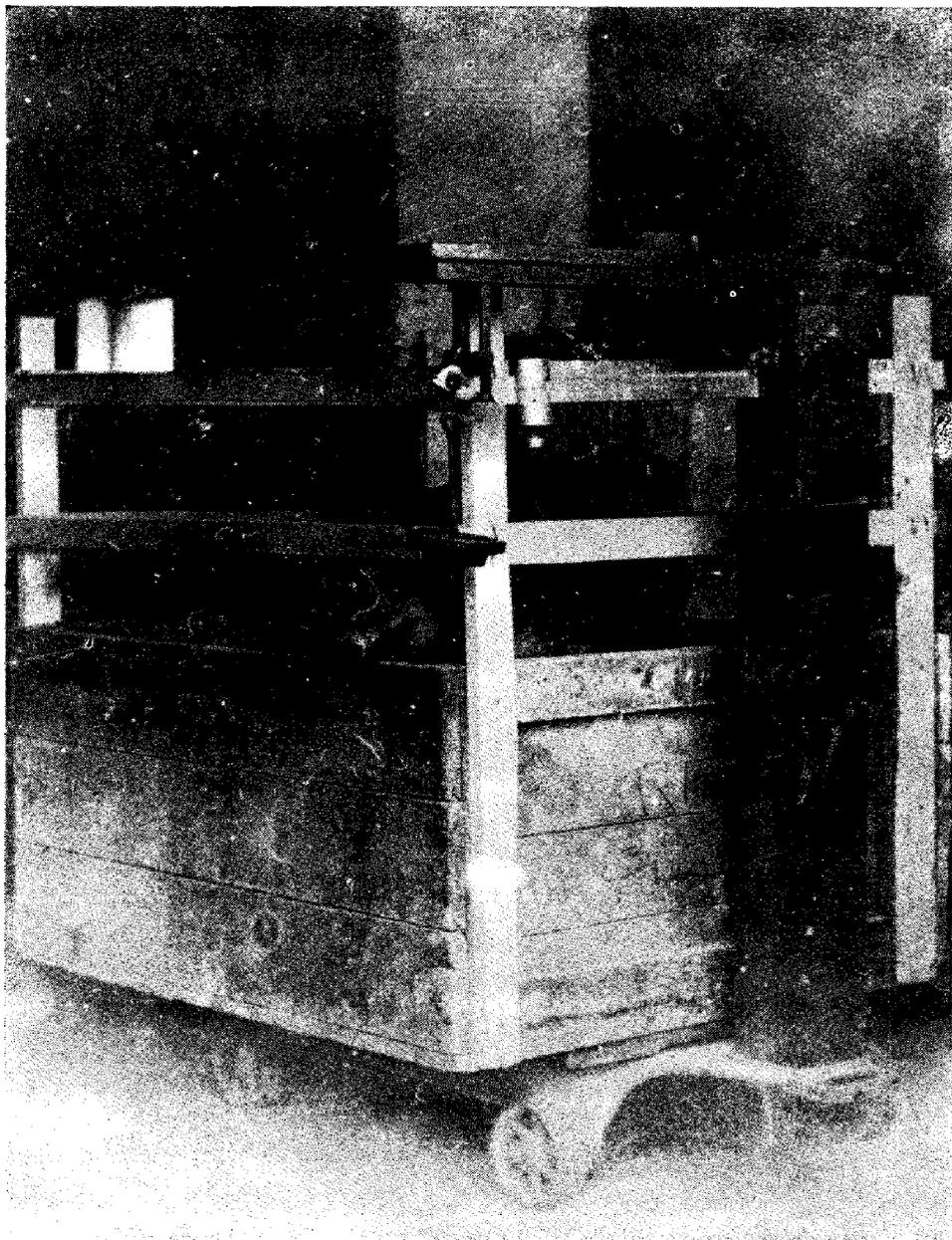
C.F. CUARTO DE FORRAJES
1,2,3,4,5 ZAHURADAS PARA LOS CUATRO GRUPOS
a - CORRALES PARA ASOLEO Y EJERCICIO
b - COMEDEROS
c - SALADEROS
d - BEBEDEROS



Un lechón en el corral de ejercicio y asoleadero.



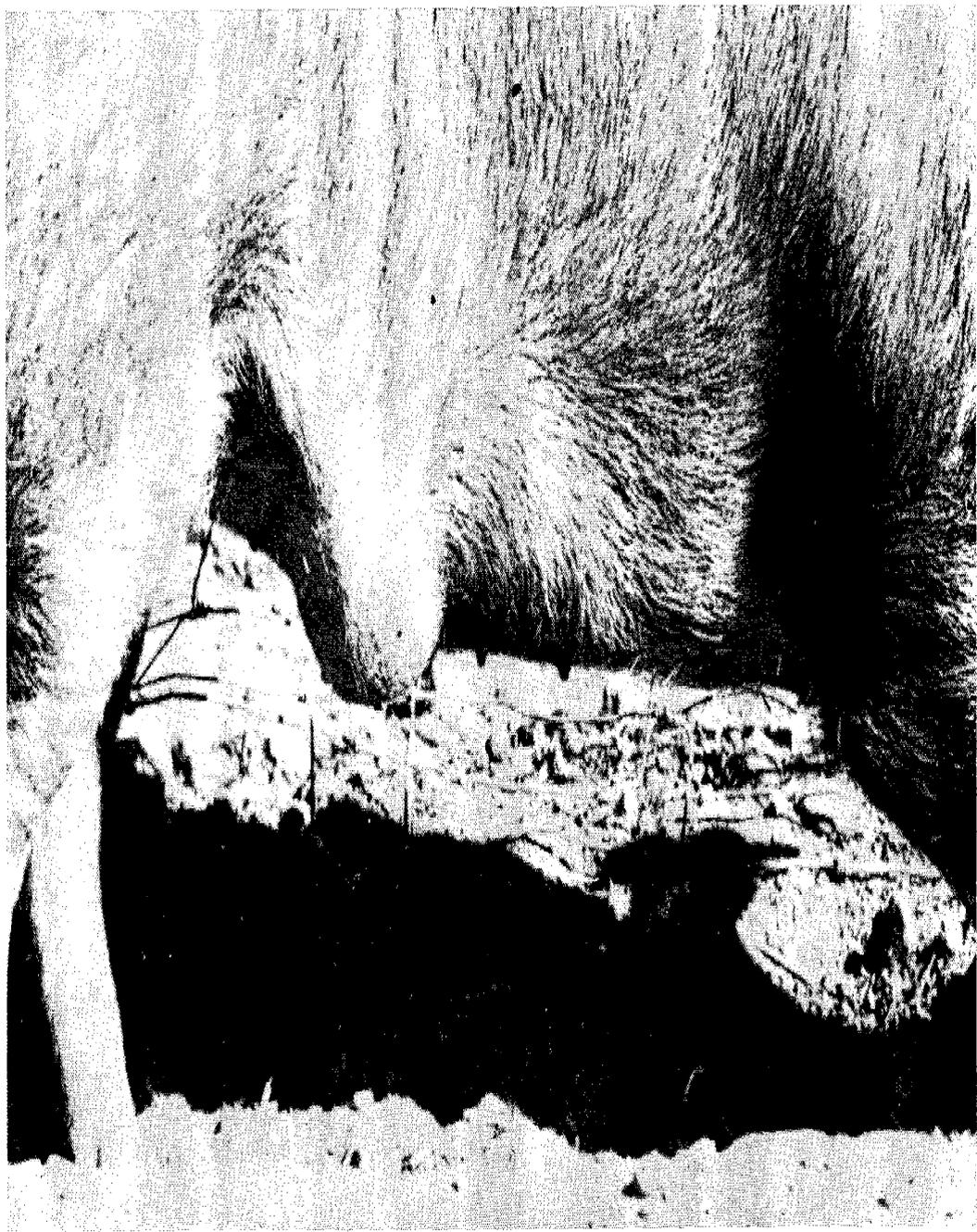
Uno de los lotes de lechones del Experimento en el corral de ejercicio y soleadero.



Jaula y báscula usadas para pesar los lechones del experimento.



Lechón bajando de la jaula después de haberlo pesado



Lechón afectado de hernia umbical, antes de operarlo.

diferente tipo. La primera, una romana de barra, la que sólo se utilizó en las tres primeras pesadas del período de preparación, desechándola por falta de precisión. La segunda, una báscula de planta a la cual se acondicionó una jaula de madera con un peso de 25.400 kg., para pesar a los animales.

También se utilizó una báscula pequeña para gramos, para pesar la sal mineralizada, la sal común y el Auofac, (aureomicina y vitamina B-12), puesto en bolsitas de papel celofán, para facilitar su manejo.

Para anotar los registros semanales de peso de los lechones se usaron tarjetas cartulinas, anotando en cada una el número de chiquero, el período, el tratamiento, el número de los animales, su peso individual y total, y la fecha.

Se utilizaron así mismo tarjetones, puestos en la puerta de cada chiquero, con el número de éste, el tratamiento correspondiente, y las fechas de principio y fin de cada tratamiento, y el período de que se trataba.

En cada chiquero se usaron camas de paja, renovadas periódicamente, y antes del período de preparación, el 3 de noviembre, se administró a cada lechón una cucharada de fenotiazina, y otra durante el citado período, el 22 de noviembre.

Al principiar el período experimental se encaloron los pisos, las paredes y puertas de los chiqueros. La encalada se repitió en los pisos cada 29 días. Las zahurdas se barrían dos veces al día, y se lavaban cada tercer día con agua.

Los 18 lechones machos utilizados en el experimento fueron castrados el día 30 de septiembre, utilizando un bisturí, catgut, seda, agujas de sutura, mercurocromo, estuche de rasurar, alcohol, jabón y matagusanos. Uno de estos lechones murió de enteritis y fué substituído por otro, el número 11, de su misma camada, que fué castrado el 20 de octubre. Sufrió una inflamación en una pata trasera, la que se trató con yodo.

Cada lechón fué marcado en las orejas, usando pinzas especiales para este objeto, siguiendo la técnica correspondiente. La operación se hizo con el objeto de distinguir a los animales de cada grupo.

Durante el período experimental ocurrieron los siguientes incidentes: (1) un lechón presentó hernia umbilical, la que fué operada; (2) otro, tuvo una afección en los párpados, que se curó usando pomada Pink-eye; (3) otro tuvo un acceso de neumonía, que se trató rápidamente con inyecciones de penicilina y dihidopenprocilina; y (4) un caso de edema en la región testicular, que se curó mediante punción y desinfección. Estas afecciones no alteraron seriamente la salud ni el apetito.

Para los tratamientos citados se usó jeringa veterinaria y los medicamentos correspondientes.

Los alimentos, antibióticos y sales usadas se citan a continuación.

El experimento consistió en añadir a la ración basal el producto comercial llamado Auofac, sal común granulada y sal Morton pulverizada.

El Auofac se llama así por contener aureomicina y vitamina B-12 y se ha venido recomendando para el crecimiento de los lechones adicionado

se le uso por estimarse que estos elementos, según numerosos experimentos sobre el particular que se citan en el capítulo anterior, contribuyen a un mejor y más rápido crecimiento de los animales. Para conocer la efectividad de esta sal Morton en el crecimiento de los cerdos castrados, se le comparó con la sal común.

### *Método.*

Se seleccionaron 18 lechones machos, castrados, de sangre Duroc Jersey, para estudiar el efecto del Auromatic y de la sal Morton. Se dividió a estos animales en cuatro grupos, tomando como criterio principal para esta selección la capacidad de crecimiento y la uniformidad de los aumentos de peso durante el período de preparación de 25 días, iniciado el 15 de noviembre de 1952, durante el cual se pesaron los lechones cada cinco días, sin tomar en consideración, al formar los grupos previstos, el peso inicial de cada animal.

Al finalizar este período de preparación, el día 10 de diciembre de 1952, se descartaron dos lechones: uno por haber disminuido 400 gramos de su peso inicial, y otro por estar padeciendo enteritis. De esta manera, al iniciarse el 10 de diciembre los períodos experimentales, se disponía de cuatro grupos de cuatro lechones cada uno.

El experimento duró 116 días, (después de los 25 días de preparación), habiéndolo dividido en cuatro períodos de 29 días cada uno. Los primeros nueve días de cada período no se tomaron en cuenta para el análisis biométrico, tratando así de descartar el posible efecto residual del Auromatic y la sal Morton.

Se diseñó un cuadro latino conforme el cual los lechones deberían pasar por las cuatro zahurdas y los cuatro tratamientos.

En cada período cada uno de los tratamientos comprendió un individuo de cada uno de los grupos previstos.

Tratamientos. Los cuatro tratamientos usados fueron como sigue:

1. Concentrado + Auromatic + Sal Morton.
2. Concentrado + Sal Morton.
3. Concentrado + Auromatic + Sal común.
4. Concentrado + Sal común.

### *Fórmulas del Concentrado.*

Concentrado para el período de preparación y primero y segundo períodos experimentales.

	M. S.	P. D.	T. M. D.
Maíz molido.	88.4	7.4	83.7
Mezquite molido.	94.0	11.4	71.6
Harina de carne.	92.2	56.4	78.0
Harina de alfalfa.	92.3	8.8	51.8
Harinolina.	92.8	32.2	72.8
40 kg. Maíz molido.	35.400	2.96	33.48



Lechón No. 18 en el período de preparación. Fué el que tuvo mayor aumento (9 Kg.)

10 "	Harina de carne.	9.220	5.64	7.80
5 "	Harina de alfalfa	4.615	0.44	2.59
5 "	Harinolina.	4.640	1.61	3.64
<hr/>				
100 kg.		91.475	15.33	76.15

R. N. = 1:4

Concentrado para el tercero y cuarto períodos experimentales.

		M. S.	P. D.	T. M. D.
41 kg.	Maíz molido.	36.285	3.034	34.317
41 "	Mezquite molido.	38.540	4.797	29.356
4 "	Harina de carne.	3.680	2.256	3.120
10 "	Harina de alfalfa.	9.230	0.880	5.180
4 "	Harinolina.	3.712	1.288	2.912
<hr/>				
100 kg.		9.447	12.225	74.885

R. N. = 1:5

Al concentrado siempre se le agregó 1.5 por ciento de hueso molido. El concentrado se dió dos veces por día, de acuerdo con los promedios de peso de cada grupo y según las normas de alimentación de Morrison (7) haciendo los ajustes al principio de cada período.

En el cuadro siguiente se expresan las cantidades de Aurofac, sal común y sal mineralizada que se proporcionó a los cerdos durante los cuatro períodos experimentales, diariamente. En los cuatro períodos se les dió 2 por ciento de sal (1 por ciento a discreción y 1 por ciento mezclado con la ración). El Aurofac se dió en diferentes proporciones: en el primero y segundo períodos, 5 kg. de Aurofac por tonelada de concentrado; en el tercero y cuarto períodos, 2.5 kg. de Aurofac por tonelada de concentrado.

		Concentrado		Aurofac.		Sal.	
		Por Cabeza.	Por Lote.	Por Cabeza.	Por Lote.	Por Cabeza.	Por Lote.
		Kg.	Kg.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.
Aurofac							
5 kg. x							
1000 kg.	I	1.5	6.0	7.5	30	30	120
de concentrado	II	2.0	8.0	10.0	40	40	160
Aurofac							
2.5 kg. x							
1000 kg.	III	2.5	10.0	6.25	25	25	200
de concentrado	IV	3.0	12.0	7.5	30	30	240

La sal Morton estaba pulverizada; la sal común era granulada

c	1	12	4.4	3	III
	2	13	4.1	4	I
	3	9	4.0	2	IV
	4	6	3.9	1	II
d	1	8	3.6	1	II
	2	11	3.4	4	I
	3	5	3.0	3	III
	4	4	1.9	2	IV

Nota. El Sorteo de los tratamientos y los chiqueros se hizo con baraja.

Distribución de los Lotes, Tratamientos y Zahurdas. La distribución de los lotes de animales, de los tratamiento, y de las zahurdas, para los cuatro períodos experimentales, se hizo en la forma anotada en la Tabla 2.

Los números romanos (I, II, III y IV) en la Tabla 2 significan las zahurdas; los períodos experimentales se indican con las cifras 1o., 2o., 3o. y 4o. Las letras mayúsculas significan los lotes de cuatro lechones, y los exponentes indican los tratamientos correspondientes.

Tabla 2. Distribución de los Lotes, Tratamientos y Zahurdas.

1o.	A <sup>4</sup>	B <sup>1</sup>	C <sup>3</sup>	D <sup>2</sup>
2o.	D <sup>1</sup>	C <sup>4</sup>	B <sup>2</sup>	A <sup>3</sup>
3o.	C <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>	A <sup>1</sup>	B <sup>4</sup>
4o.	B <sup>3</sup>	A <sup>2</sup>	D <sup>4</sup>	C <sup>1</sup>

Los lotes estuvieron integrados en la forma expuesta en la Tabla 3. Las mayúsculas indican el grupo previsto a que pertenecía el animal y los

A		B	
a —	18	a —	3
b —	15	b —	14
c —	13	c —	12
d —	11	d —	5
C		D	
a —	10	a —	1
b —	7	b —	2
c —	6	c —	9
d —	8	d —	4

Las temperaturas que se registraron en la región desde que nacieron los lechones del experimento (agosto de 1952), hasta la fecha en que fueron sacrificados (abril de 1953), fueron las siguientes, proporcionadas por el Observatorio Meteorológico de Saltillo.

1952.	Temper.	Temperatura al Abrigo.		T. Media.	Precipita- ción.
	Intemperie. Mínima	T. Máxima.	T. Mínima		
Agosto . . . . .	9.1	32.5	11.6	23.4	18.5
Septiembre . . . . .	7.0	32.5	9.0	20.0	2.0
Octubre . . . . .	2.1	27.6	3.5	16.2	0
Noviembre . . . . .	-1.4	28.2	1.1	14.8	Inap.
Diciembre . . . . .	-3.6	26.0	-1.5	12.4	Inap.
1953.					
Enero . . . . .	-5.0	27.5	-1.2	13.9	0.
Febrero . . . . .	-4.8	29.1	-3.4	13.9	11.2
Marzo . . . . .	0.8	30.2	1.6	18.5	8.2
Abril . . . . .	3.0	32.5	6.2	19.6	3.0

Se creyó conveniente incluir los datos meteorológicos precedentes, en razón de que el cerdo tiene diferente comportamiento, según las diferentes temperaturas. El cerdo, efectivamente, requiere mayor cantidad de alimento con bajas temperaturas por ser más alto su consumo de calorías, ocurriendo lo contrario con las temperaturas altas del verano.

De acuerdo con los cálculos estadísticos de este experimento se encontró que los términos chiqueros y tratamientos aparecieron confundidos no

De acuerdo con el análisis de variancia (Cuadro No. 1) se notará que el valor de F para tiempo es significativo a la altura del 5% lo que indica que el tiempo que duraron los tratamientos no fué el necesario para reportar resultados satisfactorios.

Variancia debida A:	G. L.	S. de C.	Variancia.	F. calculada	F teórica.
Total.	63	273.03			
Lotes	3	13.04	4.346	3.058	4.76
Tiempo	3	48.14	16.046	11.292	8.94
					(1)
Tratamientos	3	12.08	4.026	2.839	8.94
Error Residual 1	6	8.53	1.421	0.49	2.36
Grupos previstos	3	66.71	22.237		
Grupos x Tiempo	9	54.14	6.015		
Grupos x Lotes	9	2.04	0.227		
Grupos x Tratamientos	9	23.64	2.627		
Error Residual. S.	18	51.24	2.846		

$$51.24 + 2.04 + 5414/36 = 2.98$$

$$1.421/2.98 = 0.49$$

El cuadro número 2 muestra los aumentos de peso observados por cada uno de cerdos en el transcurso del experimento.

Cuadro No. 2. Suma Total de Cuadrados.

I	II	III	IV
$\frac{2}{8.4} = 70.56$	$\frac{2}{8.6} = 73.96$	$\frac{2}{8.8} = 77.44$	$\frac{2}{7.4} = 54.76$
$\frac{2}{6.2} = 38.44$	$\frac{2}{7.6} = 57.76$	$\frac{2}{5.4} = 29.16$	$\frac{2}{6.4} = 40.96$
$\frac{2}{6.4} = 40.96$	$\frac{2}{9.2} = 84.64$	$\frac{2}{8.6} = 73.96$	$\frac{2}{6.8} = 46.24$
$\frac{2}{6.2} = 77.44$	$\frac{2}{7.2} = 51.86$	$\frac{2}{5.0} = 25.00$	$\frac{2}{5.2} = 27.04$
$\frac{2}{8.8} = 77.44$	$\frac{2}{7.6} = 57.76$	$\frac{2}{9.2} = 84.64$	$\frac{2}{9.0} = 81.00$
$\frac{2}{9.6} = 92.16$	$\frac{2}{8.0} = 64.00$	$\frac{2}{11.4} = 129.96$	$\frac{2}{6.8} = 46.24$

$\frac{8.0}{2} = 64.00$	$\frac{5.8}{2} = 33.64$	$\frac{7.2}{2} = 51.84$	$\frac{8.6}{2} = 73.96$
$\frac{4.4}{2} = 19.36$	$\frac{10.2}{2} = 104.04$	$\frac{6.8}{2} = 46.24$	$\frac{7.0}{2} = 49.00$
$\frac{12.0}{2} = 144.00$	$\frac{11.2}{2} = 125.44$	$\frac{9.8}{2} = 96.04$	$\frac{9.0}{2} = 81.00$
$\frac{13.6}{2} = 184.96$	$\frac{10.4}{2} = 108.16$	$\frac{11.8}{2} = 139.24$	$\frac{10.0}{2} = 100.00$
$\frac{9.4}{2} = 88.36$	$\frac{7.8}{2} = 60.84$	$\frac{7.2}{2} = 51.84$	$\frac{10.4}{2} = 108.16$
$\frac{10.6}{2} = 112.36$	$\frac{9.0}{2} = 81.00$	$\frac{8.6}{2} = 73.96$	$\frac{10.0}{2} = 100.00$
$\frac{9.0}{2} = 81.00$	$\frac{6.8}{2} = 46.24$	$\frac{4.6}{2} = 21.16$	$\frac{5.8}{2} = 33.64$
$\frac{12.2}{2} = 148.84$	$\frac{9.2}{2} = 84.64$	$\frac{7.2}{2} = 51.84$	$\frac{10.4}{2} = 108.16$
$\frac{5.2}{2} = 27.04$	$\frac{3.6}{2} = 12.96$	$\frac{6.0}{2} = 36.00$	$\frac{7.6}{2} = 57.76$
<hr/>			
$= 1305.36$	$= 1131.56$	$= 1084.36$	$= 1092.56$
<hr/>			

$$I = 1305.36 \quad X^2 = (8.4)^2 + (6.2)^2 \dots (10.4)^2 + (7.6)^2 - (527.)^2 \quad 64$$

$$II = 1131.56 \quad X^2 =$$

$$III = 1084.36 \quad X^2 = 46.13.84 - 4342.81$$

$$IV = 1092.56 \quad X^2 = 271.03$$

$$S.C. = 4613.84 \quad X^2 = 271.03$$

El Cuadro No. 3 se refiere a los comportamientos que, conforme los aumentos de peso, tuvieron los cuatro lotes de cerdos que se formaron para conocer los efectos de las fórmulas suministradas.

Cuadro No. 3. Lotes.

A	B	C	D
27.2	32.6	27.8	25.8
33.6	37.6	30.6	35.2
35.6	36.4	39.4	39.6
28.6	37.0	33.8	26.4
125.0	143.6	131.6	137.0

## Lotes formados

A	B	C	D
a- 18	a- 10	a- 3	a- 1
b- 15	b- 7	b- 14	b- 2
c- 13	c- 6	c- 12	c- 9
d- 11	d- 8	d- 5	d- 4

El Cuadro No. 4 muestra la colocación y los aumentos de peso logrados por cada uno de los cerdos en períodos de 20 días y de los diferentes lotes formados, de acuerdo con el diseño de cuadro latino, y la forma en que se rotaron lotes y chiqueros en el transcurso del experimento.

Cuadro No. 4. Tiempo.

Períodos	Chiqueros.								Suma.	
	I		II		III		IV			
1.0	a	18	8.4	10	8.6	3	8.8	1	7.4	33.2
	b	15	6.2	7	7.6	14	5.4	2	6.4	25.6
	c	13	6.4	6	9.2	12	8.6	9	6.8	31.0
	d	11	6.2	8	7.2	5	5.0	4	5.2	23.6
		=	27.2		= 32.6		= 27.8		= 25.8	= 113.4
2.0.	a	1	8.0	3	7.6	10	9.2	18	9.0	34.6
	b	2	9.6	14	8.0	1	11.4	15	6.8	35.8
	c	9	8.0	12	9.2	6	9.8	13	9.2	37.0
	d	4	8.0	5	5.8	8	7.2	11	8.6	29.6

u	0 39.4	4 39.6	11 356	0 10.4	04.0
	= 39.4	= 39.6	= 356	= 36.4	= 151.0

40.	a	10 9.0	18 6.8	1 4.6	3 5.8	26.2
	b	7 10.6	15 9.0	2 8.6	14 10.0	38.2
	c	6 12.2	13 9.2	9 7.2	12 10.4	39.0
	d	8 5.2	11 3.6	4 6.0	5 7.6	22.4
		= 37.0	= 28.6	= 26.4	= 33.8	= 125.8

El Cuadro No. 5 muestra los aumentos logrados por los diferentes lotes de cerdos en experimentación, conforme con los tratamientos que se les proporcionaron en su alimentación.

Cuadro No. 5. Tratamientos.

Tratamientos.			
1	2	3	4
32.6	25.8	27.8	27.2
35.2	37.6	33.6	30.6
35.6	39.4	39.6	36.4
33.8	28.6	37.0	26.4
137.2	131.4	138.0	120.6

Los tratamientos dados a los cerdos fueron los siguientes:

- 1 Aurofac + Sal Morton + Concentrado.
- 2 Sal Morton + Concentrado.
- 3 Aurofac + Sal Común + Concentrado.
- 4 Sal Común + Concentrado.

El Cuadro No. 6 expresa los aumentos de peso individuales de los cerdos de cada uno de los grupos previstos, así como también los aumentos alcanzados por cada grupo previsto al finalizar el periodo experimental.

El orden en que están colocados estos grupos marca el diseño inicial de cuadro latino.



Los lechones adquirieron docilidad y mancedumbre con el manejo diario durante el Experimento

Cuadro No. 6. Grupos Previstos

	18	8.4	9.0	6.8	6.8	31.0
a	10	8.6	9.2	7.0	9.0	33.8
	3	8.8	7.6	4.4	5.8	26.6
	1	7.4	8.8	10.2	4.6	31.0
		33.2	34.6	28.4	26.2	122.4
	15	6.2	6.8	9.8	9.0	31.8
b	7	7.6	11.4	9.0	10.6	38.6
	14	6.4	8.0	12.0	10.0	35.4
	2	6.4	9.6	11.2	8.6	35.8
		25.6	35.8	42.0	38.2	141.6
	13	6.4	9.2	11.8	9.2	36.6
c	6	9.2	9.8	10.0	12.2	41.2
	12	8.6	9.2	13.6	10.4	41.8
	9	6.8	8.8	10.4	7.2	33.2
		31.0	37.0	45.8	39.0	152.8
	11	6.2	8.6	7.2	3.6	25.6
d	8	7.2	7.2	10.4	5.2	30.0
	5	5.0	5.8	9.4	7.6	27.8
	4	5.2	8.0	7.8	6.0	27.0
		23.8	29.6	34.8	22.4	110.4

Los cálculos de la interacción de grupos (Cuadro No. 7) siguen a través de todo el experimento los aumentos de peso que alcanzó cada uno de los cerdos. La suma vertical de cada uno de los cuadros pequeños se condensa en la última columna de la derecha y expresa el aumento de peso logrado por cada grupo previsto al finalizar cada uno de los períodos experimentales.

Cuadro No. 7. Tiempo por Grupos.

Grupos.	Tiempo.				Sumas.
18	8.4	9.0	6.8	6.8	
10	8.6	9.2	7.0	9.0	
3	8.8	7.6	4.4	5.8	
1	7.4	8.8	10.2	4.6	

Z	6.4	9.6	11.2	8.6	
S	25.6	35.8	42.0	38.2	141.6
13	6.4	9.2	11.8	9.2	
6	9.2	9.8	10.0	12.2	
12	8.6	9.2	13.6	10.4	
9	6.8	8.8	10.4	7.8	
S	31.0	37.0	45.8	39.0	152.8
	6.2	8.6	7.2	3.6	
	7.2	7.2	10.4	5.2	
	5.0	5.8	9.4	7.6	
S	23.6	29.6	34.8	22.4	110.4

De acuerdo con el diseño que se adoptó para el experimento el Cuadro No. 8 de lotes por grupo presenta, en sentido horizontal, la suma lograda por cada grupo; y las sumas que están en sentido vertical expresan los aumentos que logró cada lote.

Cuadro No. 8. Lotes por Grupos.

Grupos.	Lotes				Sumas.
	A	B	C	D	
a	8.4	8.6	8.8	7.4	33.2
b	6.2	7.6	5.4	6.4	25.6
c	6.4	9.2	8.6	6.8	31.0
d	6.2	7.2	5.0	5.2	23.6
	27.2	32.6	27.8	25.8	113.4
a	9.0	9.2	7.6	8.8	34.6
b	6.8	11.4	8.0	9.6	35.8
c	9.2	9.8	9.2	8.8	37.0
d	8.6	7.2	5.8	8.0	29.6
	33.6	37.6	30.6	35.2	137.0

a	6.8	7.0	4.4	10.2	28.4
b	9.8	9.0	12.0	11.2	42.0
c	11.8	10.0	13.6	10.4	45.8
d	7.2	10.4	9.4	7.8	34.8
	35.6	36.4	39.4	39.6	141.0

a	6.8	9.0	5.8	4.6	26.2
b	9.0	10.0	10.0	8.6	38.2
c	9.2	12.2	10.4	7.2	39.0
d	3.6	5.2	7.6	6.0	22.4
	28.6	37.0	33.8	26.4	125.8

Los resultados obtenidos de la interacción de grupos por tratamientos, expresados en el Cuadro No. 9, muestran, en sentido horizontal, la suma de aumentos de peso que alcanzó cada uno de los grupos previstos al final del experimento.

Cuadro No. 9. Tratamientos por Grupos.

Grupos.		Tratamientos.				Sumas.
		1	2	3	4	
a	18	6.8	6.8	9.0	8.4	31.0
	10	8.6	9.2	9.0	7.0	33.8
	3	5.8	4.4	8.8	7.6	26.6
	1	8.8	7.4	10.2	4.6	31.0
		30.0	27.8	37.0	27.0	122.4
b	15	9.8	9.0	6.8	6.2	31.8
	7	7.6	11.4	10.6	9.0	38.6
	14	10.0	12.0	5.4	8.0	35.4
	2	9.6	6.4	11.2	8.6	35.8
		37	37.0	38.8	34.0	31.8
c	13	11.8	9.2	9.2	6.4	36.6
	6	9.2	9.8	12.2	10.0	41.2
	12	10.4	13.6	8.6	9.2	41.8
	9	8.8	6.8	10.4	7.2	33.2
		40.2	39.4	40.4	32.8	152.8

4	5.0	5.2	7.8	5.0	27.0
	30.0	25.4	26.6	28.4	110.4

El cálculo del error residuo 2 se hizo como sigue: S. C. del residuo 2 = S. C. para total menos todas las S. C. excepto las de residuo S. C. total. La suma de cuadrados del residuo 2 es igual.

El Cuadro No. 10 presenta los resultados del sacrificio de los cerdos usados en el experimento.

Cuadro No. 10. Peso de Canales, Cabezas y Cueros.

Lote	Cerdo No.	Peso neto en canal sin la cabeza (1)	Peso de la cabeza.	Peso de los cueros (2)
		kgs.	kgs.	kgs.
A	18	50.6	5.2	4.6
	15	40.4	4.8	3.8
	13	44.0	4.6	4.2
	11	35.4	4.2	3.8
	Total	170.4	18.8	16.4
B	3	48.6	5.2	5.0
	14	47.4	4.8	4.6
	12	55.0	5.4	4.6
	5	37.2	4.4	3.8
	Total	188.2	19.8	18.4
C	10	46.4	4.6	4.6
	7	54.4	5.2	4.4
	6	44.8	4.4	4.2
	8	41.6	4.2	4.0
	Total	187.2	18.4	17.2
D	1	51.2	5.2	4.6
	2	51.8	5.2	4.6
	9	43.8	4.6	4.2
	4	34.0	3.8	3.4
	Total	180.8	18.8	17.8

(1) Canales incluida la lonja.

(2) Cueros incluida la cerda.



Lechón No. 12 que tuvo el mayor aumento de peso durante todo el Experimento y que alcanzó un aumento de 13.6 Kg. en 20 días.



Canales, con lonja, de los cerdos que se usaron en el experimento.

En el Cuadro No. 11 se indica el rendimiento de los productos y sub-productos de los cerdos del experimento, una vez sacrificados.

Cuadro No. 11. Peso de los Productos y Sub-productos.

Peso total de 16 cerdos, en pie . . . . .		1,122.0 kg.
	kg.	
Peso de las cabezas . . . . .	65.0	
Peso de los cuernos . . . . .	68.6	
Peso de la sangre . . . . .	36.2	
Peso de las patas y colas . . . . .	28.6	
Peso de los buches . . . . .	9.0	
Peso de las tripas gruesas . . . . .	27.6	
Peso de la lonja de tripa . . . . .	19.4	
Peso de las asaduras . . . . .	37.0	
Peso de los triperos . . . . .	17.4	
	<hr/>	
Suma . . . . .	308.8	
16 canales con lonja . . . . .	716.6	
	<hr/>	
Suma . . . . .	1025.4	1,025.4
Diferencia con el peso total . . . . .		96.6 kg.
Peso de las lonjas . . . . .	183.2	
Peso de la lonja de tripa . . . . .	19.4	
	<hr/>	
Suma . . . . .	202.6	
Humedad de la grasa . . . . .	13.5%	

## DISCUSION.

Puede decirse que respecto a la adición de sal mineralizada y aurofac a la ración que se proporcionó a los cerdos del experimento, no se pudo encontrar su efectividad debido sin duda a un error de diseño ya que se rotaron los grupos y las raciones en vez de los chiqueros; por lo tanto, los efectos y tratamientos resultaron confundidos completamente; es decir, no se puede determinar que tratamiento fue el más conveniente. Otra deficiencia observada en el experimento fue no haber determinado al principiar los períodos experimentales el efecto residual exacto de la vitamina B-12. Esto se puede fundar en el experimento hecho por Colby y Ensminger (4) en the State College of Washington sobre el efecto residual de la vitamina B-12 en el cerdo. Este autor llegó a la conclusión de que el cerdo posiblemente almacena en su intestino determinada cantidad de vitamina B-12 como material de reserva. Además, suponiendo que los efectos de chiqueros no tuvieran efectos opuestos a los tratamientos, se puede decir, que

mento mayor, comparativamente, al final del experimento.

Posiblemente las diferencias observadas en el aumento de peso entre lotes se debió a la heterogeneidad de los cerdos en experimentación. Estos cerdos eran hijos de cinco madres y de dos padres diferentes, y esta heterogeneidad pudo haber afectado el aprovechamiento de las fórmulas utilizadas, ya que es sabido que entre hermanos puede haber diferencias entre su capacidad digestiva y desarrollo, y aún más entre individuos con parentesco menor que el de hermanos.

El Cuadro número 4 muestra que en el tercer período los cerdos tuvieron un aumento mayor que en el resto del experimento. Efectivamente, el total de aumento logrado en este tercer período fué de 151.0 kilogramos, mientras que en los períodos primero, segundo y cuarto los aumentos logrados fueron de 113.4 137.0 y 125.8 kilogramos, respectivamente. Es posible que el aumento logrado en el tercer período se haya debido a que en dicho período los cerdos en experimentación se encontraban en su mejor edad para aprovechar más eficientemente los alimentos. En el primero y segundo períodos los cerdos aún no habían llegado a esta edad óptima, y en el cuarto período ya habían pasado de esta edad.

En cuanto a tratamientos, el Cuadro número 1 muestra que no hubo significancia entre tratamientos, lo que indica que estadísticamente todos los tratamientos fueron iguales. No habiendo pues encontrado significancia en el análisis de variancia, pueden hacerse a este respecto algunas consideraciones sobre el Cuadro número 5, el que muestra cómo se comportaron los cerdos con los diferentes tratamientos durante el experimento.

Los cerdos que recibieron los tratamientos 1 y 3 resultaron con aumentos mayores: (137.2 y 138.0 kilos, respectivamente).

La fórmula de los tratamientos citados contenía aurofac, y la fórmula 1 contenía, aurofac, sal Morton, y la fórmula 3, aurofac y sal común.

Cabe suponer que el aurofac aumenta en alguna forma el peso de los cerdos que lo reciben en su alimentación. En cuanto a los tratamientos 2 y 4, que no contenían aurofac y que contenía sal Morton el 2 y sal común el 4, se observó que los cerdos que consumieron sal Morton aumentaron más de peso que los que recibieron sal común (131.4 y 120.0 kilos respectivamente). Esto comprueba que la sal Morton, en este caso, tuvo mejor efecto que la sal común. También pudo observarse que el tratamiento 3, que contenía aurofac y sal común, produjo un aumento mayor que el tratamiento 1 que contenía aurofac y sal Morton. La diferencia fué de 0.800 kilos; quizá se debió esto a los efectos del aurofac administrado en la fórmula de alimentación anterior, y a diferencia individuales entre los cerdos.

En lo relativo a grupos previstos, los cerdos, como se observará en el Cuadro número 6, no se comportaron como era de esperarse. Efectivamente, los que en el período de preparación mostraron mayores aumentos, en el transcurso del experimento no conservaron, en general, el lugar que debía corresponderles, viéndose que los mejores aumentos los obtuvieron los

pos C y B, con aumentos de 152.8 y 141.6 kilos, respectivamente; que del grupo D, que en el período de preparación se conservaron en su lugar, al finalizar el experimento, tuvieron un aumento de 110.4 kilos; y que el grupo A tuvo mejores aumentos que el grupo D pero inferiores a los grupos C y B. Dicho grupo A tuvo un aumento de 122.4 kilos.

En cuanto a la interacción de grupos por tiempo son bastante explicativos los resultados observados en el Cuadro número 6, dado que se usó un mismo concentrado para todos los grupos. Los cerdos más grandes aumentaron menos a medida que avanzaban los períodos; los medianos siguieron aumentando con el mismo ritmo que en un principio, y los que en el período de preparación aparecieron malos, en cuanto a aumento logrado, se conservaron malos en el curso del experimento.

### CONCLUSIONES.

1. Los datos obtenidos en el ensayo sobre la efectividad de la aureomicina, vitamina B-12 y sal mineralizada, no son del todo satisfactorios, debido a que no se conoce con seguridad el efecto residual de dichos elementos.

2. La longitud de los períodos experimentales no fué lo suficientemente larga para observar el efecto de cada uno de los tratamientos dados en cada período experimental.

3. El diseño usado no resultó ser el apropiado en virtud de haber rotado los grupos, las raciones y los chiqueros en vez de sólo haber rotado los tratamientos y el resultado fué que aparecieron confundidos los datos, dificultándose el análisis.

4. Ninguno de los cerdos usados en el experimento sufrió enteritis diarréica.

5. El aurofac administrado a los cerdos aparentemente resultó efectivo para determinar aumento de peso de los mismos.

6. No pudo determinarse la efectividad de la sal mineralizada y la sal común dado que los cerdos se comportaron indistintamente cuando recibieron solas dichas sales que cuando las recibieron mezcladas con aurofac.

7. La edad a la que los cerdos aprovechan mejor y más económicamente su alimentación según este experimento fué la de 6 a 7 meses.

8. Aún cuando no se determinó estadísticamente la diferencia entre chiqueros, en realidad no la hubo dado que todos los chiqueros eran iguales en cuanto a ubicación, orientación y construcción.

9. Con los tratamientos usados en el experimento se obtuvo una carne de calidad suprema, según la clasificación hecha en la empacadora donde los animales del ensayo fueron sacrificados.

10. Se recomienda rectificar los datos obtenidos en este trabajo, en un experimento posterior y con un diseño más adecuado.

11. Para este tipo de experimentos es necesario utilizar animales de una misma línea genealógica para reducir la heterogeneidad individual.

1. Bowland, J. P., S. E. Beacom and L. W. Mc. Elroy. Animal protein factor and antibiotic supplementation of small grain rations for swine. Univ. of Alberta, Canada.- J. of An. Sci. Vol. 10 No. 3, 629-637, aug. 1951.
2. Briggs, J. E. and W. M. Beeson. Further studies on the supplementary value of aureomycin, streptomycin, and vitamin B-12 in a plant protein ration for growing fattening pigs. Purdue University, Agr. Exp. Sta. J. of An. Sci. Vol. 10 No. 4, 820-827, Nov. 1951.
3. Carpenter, L. E. Effect of APF concentrate containing aureomycin on gestating, lactating, and growing swine. University of Minnesota. J. of An. Sci. Vol. 10 No. 3, 657-664, aug. 1951.
4. Colby, R. M. and W. E. Ensminger. Effect of vitamin B-12 on the growing pigs. The State College of Washington.- J. of An. Sci., Vol. 9 No. 1. 90-103, Feb. 1950.
5. Cunha, T. J. et al. Effect of APF supplement of efficiency of feed utilization for the pig. Agr. Exp. Sta., Gainesville, Fla. J. of An. Sci., Vol. 9 No. 4, 615-618, Nov. 1950.
6. Duggar, B. M. Aureomycin: a product of the continuing search for new antibiotics, Ann. N. Y. Acad. Sci., 51, 177-81, 1948.
7. Dyer, I. A., S. W. Terrill and J. L. Krider. The effect of adding APF supplements and concentrates containing supplementary growth factors to a corn-soybean oilmeal ration for weanling pigs. University of Illinois. J. of An. Sci., Vol. 9 No. 3, 281-88, Aug. 1950.
8. Morrison, F. B. Alimentos y Alimentación: Trad. de la XX edición norteamericana bajo la dirección de A. Castro. Corp. de Fom. de la Prod., Santiago de Chile, 1943.
9. Morston, H. R. Cobalt, copper and molybdenum in the nutrition of animals and plants. Div. of Biochem. and Gen. Nutrition. Commonwealth Sci. and Ind. Res. Org. University of Adelaide, South Australia.
10. Motron Salt Company, Trace Mineralized Salt. Leaflet, 20-21, 29 Chicago, 1953.
11. Powick, W. C., N. R. Ellis, C. V. Dale and M. R. Zinder.- Effect of nicotinic acid, vitamin B-12 and aureomycin on growth of pigs and on resistance to artificial infection with *Salmonella choleraesuis*. U. S. Dept. of Agr. J. of An. Sci. Vol. 10 No. 3, 617-624, Aug. 1951.
12. Robinson, W, L. The Hog Annual 1952. Published by The Farm Quarterly, Ohio. Agr. Exp. Sta., Wooster, O., 209-15. 1952.
13. Schoenbach, E. B., M. S. Bryen and P. H. Long. The pharmacology

and clinical trial of aureomycin; a preliminary report. Ann N. Y. Acad. Sci. 51, 267-79, 1948.

14. Snedecor, G. W. Statistical Methods. Ames, Iowa. Iowa State College Press, 1942.
15. Speer, V. C., D. V. Catron, P. G. Homeyer and C. C. Culbertson. Trace minerals for growing-fattening swine fed in dry-lot. Iowa Agr. Exp. Sta., J. of An. Sci., Vol. 11 No. 1, 112-117, feb. 1952.
16. Vohs, R. L., H. M. Maddock, D. V. Catron and C. C. Culberston. Vitamin B-12, APF concentrate, and dried whey for growing fattening pigs. J. of An Sci. Vol. 10 No. 1, 42-49, Feb. 1952.
17. Wright, L. T., M. Sanders, M. A. Logan, A. Prigot and L. M. Hill. The treatment of lymphogranuloma venerum and granuloma inguinale in human with aureomycin. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1951, 318-330, 1948.