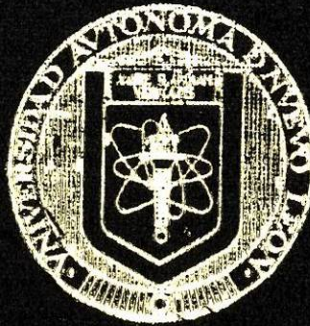


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



SALINOMICINA, COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO
EN LA ETAPA DE DESARROLLO Y FINALIZACION,
EN CERDOS DE ENGORDA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOEL GERARDO DOMINGUEZ ARMENTA

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1989

T

SB396

.M6

D6

C.1



1080061841

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



SALINOMICINA, COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO
EN LA ETAPA DE DESARROLLO Y FINALIZACION,
EN CERDOS DE ENGORDA.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JOEL GERARDO DOMINGUEZ ARMENTA

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1989

10035

T
SB396
.M6
D6



040.636
FA16
1989
C.5

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

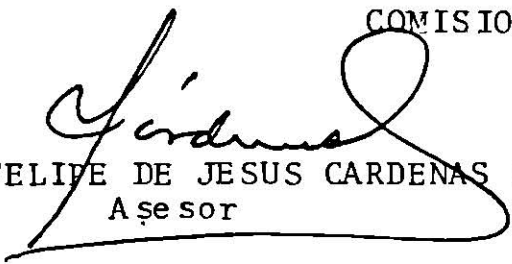
SALINOMICINA, COMO PROMOTOR DEL CRECIMIENTO
EN LA ETAPA DE DESARROLLO Y FINALIZACION,
EN CERDOS DE ENGORDA.

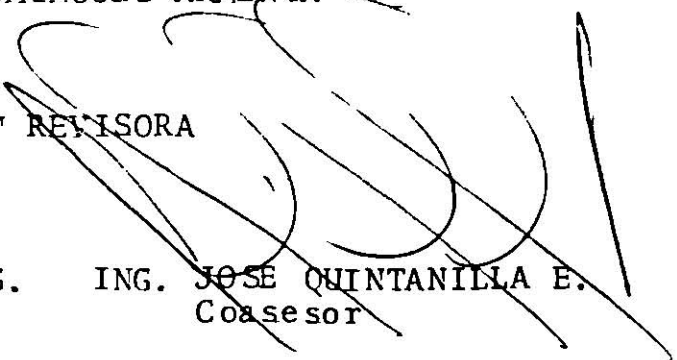
TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTENER EL
TITULO DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

JOEL GERARDO DOMINGUEZ ARMENTA

COMISION REVISORA


ING. FELIPE DE JESUS CARDENAS G.
A s e s o r


ING. JOSE QUINTANILLA E.
C o a s e s o r

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1989.

GRACIAS A DIOS

Gracias Señor, por haberme permitido llegar al final de mi carrera, y que me ayudes a lograr todas las metas que me trace en la vida y saberlas disfrutar.

DEDICATORIAS

Esta tesis va dedicada muy especialmente a los que me --
dieron la vida, con la cual tengo la oportunidad de ir reali--
zando los diversos retos que en ella se presentan:

A MIS PADRES:

Sr. Elías Domínguez Domínguez

(q.e.p.d.)

Que cuando estuve cerca de él
compartiendo su vida, siempre
trató de guiarme por el buen-
camino; con sus consejos y --
ejemplos.

Sra. Isabel Armenta de Domínguez

Que con su gran cariño y apoyo
desde siempre me ha ayudado en
la culminación de mi carrera y
en mi formación como persona.

A MIS HERMANOS:

Lic. Elías Domínguez Armenta
Sra. María Domínguez Armenta
Sra. Graciela Domínguez de Luna
Sra. Isela Domínguez de Moreira .
Sra. Lourdes Domínguez de Maynez
Sra. Ana Domínguez de Rodarte
Sra. Oralia Domínguez de Pineda (q.e.p.d.)

Por su apoyo que siempre ha sido un aliciente a la superación, deseando que el amor y respeto nos mantenga unidos.

A MIS SOBRINOS:

Violeta Domínguez Trillo
Leticia Pineda Domínguez
Ilse Pineda Domínguez
Anabel Rodarte Domínguez
Sandra Maynez Domínguez
Felie Maynez Domínguez
Eduardo Herrejón Domínguez
Salvador Rodarte Domínguez
Humberto Luna Domínguez
Edgar Luna Domínguez
Daniel Luna Domínguez

Que son la alegría de la casa, que con sus sonrisas inocentes y juegos traviosos inspiran la alegría y el proseguir el camino.

CON CARINO Y RESPETO,

Joel Gerardo Domínguez Armenta.

RECONOCIMIENTOS

-A MI ASESOR:

Ing. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán

Con mucho respeto y agradecimiento por su apoyo, para la culminación de uno de los requisitos más importantes en la vida profesional: LA TESIS.

-A MI COASESOR:

Ing. José A. Quintanilla Escandón

Por su apoyo y consejos durante la realización de este trabajo.

-A MIS MAESTROS:

Ing. Homero Morales

Ing. Ramón Treviño

Ph.D. Emilio Olivares

Porque de manera directa colaboraron en la realización de este trabajo.

-A TODOS EN GENERAL

Porque sin su apoyo, conocimientos y experiencias transmi tidas a lo largo de mi carrera, no hubiera podido llegar a feliz término de esto.

A MIS AMIGOS:

Luis Alberto Fernández Dávila

Raymundo Cespedes Regalado

Que colaboraron sin ningún interés
en la realización de este trabajo.

A todos mis compañeros y amigos
que de una u otra forma, me ayu
daron no simplemente en el desa
rrollo de este experimento sino
a lo largo de toda mi carrera.

A Pfizer de México, por el apoyo
brindado para la realización de
este trabajo; especialmente al
SR. GUSTAVO SALAZAR.

I N D I C E

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCION..... | 1 |
| LITERATURA REVISADA..... | 3 |
| I. Crecimiento..... | 3 |
| A) Generalidades..... | 3 |
| B) Hiperplasia e hipertrofia..... | 5 |
| C) Productos que influncian directamente el crecimiento..... | 8 |
| 1) Reguladores del crecimiento..... | 8 |
| 2) Hormonas..... | 9 |
| 3) Aditivos nutritivos y otros factores de crecimiento..... | 13 |
| D) Evolución..... | 15 |
| 1) Factores no alimentarios..... | 15 |
| 2) Factores alimentarios..... | 20 |
| II. Alimentación..... | 24 |
| A) Generalidades..... | 24 |
| B) Clases y función de los elementos nutriti- vos..... | 27 |
| C) Promotores de crecimiento..... | 29 |
| D) Salinomicina..... | 31 |
| 1) Propiedades químicas y físicas..... | 32 |
| 2) Forma de acción..... | 33 |
| 3) Tolerancia..... | 33 |
| 4) Espectro antibacteriano..... | 34 |
| 5) Eficacia en la producción..... | 34 |

| | Pág. |
|-------------------------------------|------|
| MATERIALES Y METODOS..... | 39 |
| RESULTADOS Y DISCUSIONES..... | 46 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 55 |
| RESUMEN..... | 57 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 59 |
| APENDICE..... | 63 |

INDICE DE CUADROS

| | Pag. |
|--|------|
| Cuadros del texto: | |
| 1 Evolución de la composición de la canal de cerdos daneses..... | 16 |
| 2 Resultados del control de rendimiento entre razas de cerdos..... | 17 |
| 3 Resultados obtenidos entre 2 verracos (9 descendientes)..... | 17 |
| 4 Resultados obtenidos entre 3 grupos del mismo verraco (verraco #1 del cuadro 3)..... | 18 |
| 5 Influencia del sexo sobre la composición del cuerpo del cerdo..... | 18 |
| 6 Influencia del sexo sobre la composición de la canal del cerdo..... | 19 |
| 7 Efecto de la temperatura sobre la rapidez del crecimiento en cerdos..... | 19 |
| 8 Comparación de la alimentación racionada y de la ad libitum, con restricción al final del crecimiento en cerdos..... | 22 |

| | Pág. |
|---|------|
| 9 Cuadro de racionamiento según la experiencia de Braude..... | 22 |
| 10 Comparación de la duración de la comida ad libitum contra 3 comidas diarias sobre el crecimiento y rendimiento en cerdos..... | 23 |
| 11 Resumen de comportamiento de cerdos alimentados con salinomicina en la ración para las etapas de crecimiento y finalización comparado con cerdos alimentados con ración sin medicar..... | 37 |
| 12 Resumen del comportamiento de cerdos alimentados con salinomicina en la ración para las etapas de crecimiento y finalización comparado con cerdos alimentados con ración sin medicar o con otros antibióticos..... | 38 |
| 13 Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U. A.N.L. (D ₂ Desarrollo para cerdos)..... | 41 |
| 14 Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U.A.N.L. (D ₃ finalizador para cerdos)..... | 41 |

| | Pág. |
|--|------|
| 15 Composición física del alimento convencional usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U.A.-N.L. (D ₂ Desarrollo para cerdos)..... | 42 |
| 16 Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U.A.N.L. (D ₃ finalizador para cerdos)..... | 42 |
| 17 Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la primera etapa (49 días experimentales), en cerdos machos..... | 46 |
| 18 Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la segunda etapa (14 días), en cerdos machos..... | 47 |
| 19 Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la etapa global (63 días), en cerdos machos..... | 47 |
| 20 Comparación de medias para aumento de peso en las etapas y global, entre los tratamientos para cerdos machos..... | 48 |
| 21 Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la primera etapa (49 días experimentales), en cerdos hembras | 48 |

| | | |
|----|--|----|
| 22 | Análisis de varianza para la variable aumento de peso para la segunda etapa (14 días), en cerdos hembras..... | 49 |
| 23 | Análisis de varianza para la variable aumento de peso para la tercera etapa (14 días), en cerdos hembras | 49 |
| 24 | Análisis de varianza para la variable aumento de peso para la etapa global (77 días), en cerdos hembras..... | 50 |
| 25 | Comparación de medias para aumentos de peso en las etapas y total, entre los tratamientos, en cerdos-hembras..... | 50 |
| 26 | Análisis de varianza para la conversión alimenticia, para la etapa total (63 días), en cerdos machos..... | 51 |
| 27 | Comparación de medias en conversión alimenticia para las etapas y global, entre los tratamientos de cerdos machos..... | 51 |
| 28 | Análisis de varianza para la conversión alimenticia para la etapa global (77 días), en cerdos hembras..... | 52 |

| | | |
|----|--|----|
| 29 | Comparación de medias en conversión alimenticia para las etapas y global, entre los tratamientos, de cerdos hembras..... | 52 |
|----|--|----|

Cuadros del apéndice:

| | | |
|----|--|----|
| 30 | Pesos iniciales, intermedios y finales de los lotes de cerdos machos, probados en el experimento.. | 64 |
| 31 | Pesos iniciales, intermedios y finales de los lotes de cerdos hembras, probados en el experimento. | 65 |
| 32 | Aumento de peso por etapa y global de los cerdos machos, probados en el experimento..... | 66 |
| 33 | Aumento de peso por etapas y global de los cerdos hembras, probados en el experimento..... | 67 |

INDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| 1 Influencia de la alimentación sobre el ritmo de formación de las diferentes partes del cuerpo del cerdo..... | 20 |
| 2 Estructura química de la salinomicina..... | 32 |

INTRODUCCION

La productividad de una granja porcina, está determinada por el costo de producción y el precio de venta; sin embargo, el porcicultor puede influir con mayor facilidad sobre los costos de producción.

Aproximadamente dos tercios del costo total para la producción de un cerdo de 100 kg, se gasta desde el destete hasta que el cerdo está listo para ser llevado al mercado.

Por eso es muy importante que el productor busque cuidadosamente el mejoramiento del sistema de manejo y alimentación de los cerdos de engorda, con el fin de bajar los costos de -- producción y obtener una mejor productividad de la granja.

En la mayoría de las granjas de Europa y América, se si--gue el procedimiento de separar a los cerdos por sexo, criando se separadamente los machos y las hembras, con la finalidad de que los cerdos tengan el máximo desarrollo (Shields y Mahan, - 1980).

Se dispone de pruebas abrumadoras para poder afirmar que el empleo de antibióticos y otras drogas en los alimentos de los cerdos, proporcionan una ventaja económica notable.

Esta reducción en el costo de producción repercute sobre los consumidores en forma de unos precios más bajos para la -- carne de cerdo y de otros productos animales (Pond y Maner, -- 1976).

La salinomicina es un aditivo para los cerdos, el cual --
acelera su productividad. Presentando su máximo efecto en las
últimas etapas de producción.

El producto utilizado de este experimento es una mezcla -
que contiene 2.5% de salinomicina para ser suministrado como -
suplemento en crecimiento y finalización.

La salinomicina es un polieter del ácido carboxílico pro-
ducido por la fermentación de cepas del Hongo Streptomyces al-
bus en medio acuoso (Pfizer, S.A. de C.V. sin año).

Los objetivos que se persiguen en este experimento son --
los siguientes:

- 1).- Medir la eficiencia de la salinomicina en aumentos de pe-
so por etapas.
- 2).- Conocer la eficiencia alimenticia de los cerdos después -
de la aplicación de la salinomicina.
- 3).- Reducir el consumo total de alimento por cerdo en todo el
período productivo.
- 4).- Reducir el período de engorda.
- 5).- Reducir los costos de producción.

LITERATURA REVISADA

I. Crecimiento

A).- Generalidades.

El crecimiento animal presupone un aumento correlacionado de la masa orgánica total procedente de un incremento del tamaño de los tejidos y órganos individuales (Carlson, 1972).

La interrelación existente entre los fenómenos biológicos determina una dependencia entre las técnicas y las prácticas de manejo y crianza.

Las diversas modificaciones que experimentan los animales durante la vida en cuanto a forma, funciones y comportamiento se producen debido al crecimiento y al desarrollo.

El crecimiento es el aumento de peso hasta que el animal alcanza al tamaño correspondiente a la madurez.

La intensidad del crecimiento, medida en kilos de aumento de peso diario ó semanal, es muy pequeña en las primeras etapas de la vida del animal; luego aumenta hasta un máximo para disminuir enseguida hasta alcanzar la madurez.

La época de mayor intensidad de crecimiento tiene gran importancia económica; es el período en que el animal rinde beneficios (Pinheiro, 1973).

En la exportación de los cerdos es un factor de suma importancia el rápido crecimiento para obtener mayores ganancias, estimándose que cuando el animal es precoz produce más rápida-

mente mejores rendimientos económicos.

El cerdo tiene gran facilidad para transformar los alimentos y crecer y desarrollarse con rapidez, por lo cual su ciclo económico es muy breve.

Se puede contar para su estudio tres diferentes períodos-que corresponden a las distintas edades del cerdo, el primero es el crecimiento embrionario; segundo el peso natural que va aumentando desde el nacimiento hasta la edad adulta y el tercero corresponde a los cambios que sufre la conformación de los animales con el desarrollo (Escamilla Arce, 1981).

Tjong et.al., (1971) realizaron un trabajo encontrando que los machos castrados promediaban en la primer etapa 760 g. y las hembras 700 g. de aumento de peso diario, mientras que en la segunda etapa los machos castrados alcanzaron 800 g. y las hembras 690 g.

Lezcano et. al, (1978) en un experimento en el que observaron el comportamiento de los cerdos criados por sexos separados, comparándolos contra cerdos de ambos sexos engordados en corrales mixtos, encontrando una ganancia promedio para los machos solos de 743 g. las hembras solas 460 g. hembras acompañadas 465 g. y machos acompañados 519 g.

Castell, (1983) realizó un experimento utilizando cerdos- de raza Lacombe y Yorkshire en el que encontró que para la raza Lacombe, los verracos obtuvieron 810 g. de aumento de peso vivo diario, los cerdos castrados también 810 g. y las hembras- 770 g.

En cuanto, a la raza Yorkshire los verracos obtuvieron 670 g. de aumento de peso vivo, al igual que los cerdos castrados - 670 g. y las hembras 610 g. con diferencias debido al sexo. La fuente de protefna en este experimento fué a base de soya.

Sharda, (1982) encontró que las hembras superaron a los machos en eficiencia de conversión en la que las hembras tuvieron una conversión de 4.10 y los machos 4.18 kg.

B).- Hiperplasia e Hipertrofia.

El crecimiento de tejidos, órganos y del organismo como un todo tiene lugar en 2 fases:

- 1) Aumento en el número de células (hiperplásia).
- 2) Aumento en el tamaño de la célula (hipertrofia).

Inmediatamente después de la concepción el crecimiento es por hiperplásia. Durante el final de la vida prenatal y comienzo de la posnatal se producen ambos tipos de crecimiento simultáneamente. Finalmente, en algún momento de la vida posnatal, cesa la división celular (excepto en algunos tejidos) y el crecimiento se produce tan solo por la hipertrofia. Los tejidos nerviosos y muscular se adaptan quizás a este concepto, de una forma mas clara. Otros tejidos como el epitelio de la piel del tubo digestivo y la sangre mantienen una reproducción celular permanente durante toda la vida.

Aquellos tejidos que alcanzan el tamaño correspondiente al animal adulto pasando por las 3 fases (hiperplásia, hiperplásia-hipertrofia, hipertrofia), es posible que su tamaño fi-

nal venga regulando genéticamente; es decir, no puede superarse el límite superior gobernado por el cual el caudal genético, aunque los factores ambientales pueden influir para reducir el tamaño final.

En la actualidad se investiga intensamente en varios laboratorios para determinar los efectos posibles de regímenes nutritivos impuestos durante las primeras fases de la vida sobre el crecimiento posterior de las regiones corporales de los animales.

Las investigaciones de esta naturaleza efectuadas sobre los cerdos sugieren la existencia de efectos permanentes de la mal nutrición prenatal sobre el crecimiento y desarrollo posnatal.

Se desconoce la naturaleza exacta de este desmedramiento, aunque la información reunida hasta el momento indica que no se ve afectado el número de células, al menos en las musculares y nerviosas, sin embargo, puede reducir la actividad de síntesis de proteínas.

No aparece bien determinada la secuencia que siguen, en el tiempo, la proliferación y el crecimiento celular en los tejidos y órganos individuales de los cerdos.

Parece probable que la mayor parte de la división (hiperplasia) de las células musculares se encuentran finalizada al nacer ó poco después y que la mayor parte de su crecimiento posnatal vaya asociado con un aumento de tamaño celular (Hipertrfia).

Estudios efectuados sobre el número y el diámetro de la sección transversal de células musculares individuales tomadas del músculo de los lomos, señalan la existencia de diferencias, entre los individuos en el número de células de este tejido, aunque ponen de manifiesto que la mayor parte del incremento de la sección transversal del músculo de los lomos, según crece el cerdo, se debe primordialmente a un aumento del diámetro de las fibras musculares individuales en lugar de un aumento en el número de fibras.

Desde el nacimiento hasta los 25 días de edad el diámetro de las fibras aumenta en el 100%, aunque desde los 100 a los 125 días de edad, el aumento solamente es del 10%, a los 150 días, se alcanza el 95% aproximadamente del diámetro máximo. Por consiguiente aumentos posteriores de la superficie de la sección transversa del músculo reflejan principalmente incrementos de grasa intramuscular de tejido conjuntivo.

Existe una correlación elevada entre la superficie de la sección transversa del músculo al sacrificio y el diámetro de las fibras musculares individuales. Durante las etapas finales del crecimiento (82-110 kg de p.v.) el músculo de los lomos aumenta linealmente en una proporción de $0.14 \text{ cm}^2/\text{kg}$. de peso vivo.

Tampoco está clara la ontogenia de la hiperplasia de las células del tejido adiposo. Algunos autores consideran que el número de células del tejido adiposo queda establecido prenatalmente en la mayoría de los animales. Esto no ha sido estu-

diado profundamente en el cerdo. Si la hiperplasia finaliza - en ó antes del nacimiento del cerdo, sería posible predecir, - mediante biopsia de los tejidos grasos en el cerdo recién nacido, si es posible ó no que un determinado individuo llegue a - cebarse mucho si recibe alimentos a voluntad durante su vida - posterior.

Se sabe perfectamente que las hormonas (tiroidea y del -- crecimiento) influyen sobre el crecimiento de los animales jó- venes. Conocimientos más modernos sobre endocrinología y bio- química demuestran que estos efectos del sistema endocrino so- bre el crecimiento se ejercen a través de los sistemas enzimá- ticos que controlan las reacciones anabólicas y catabólicas de los nutrientes y de sus metabolitos. Así vemos que el creci- miento del cerdo pasa desde un cigote fertilizado hasta un animal maduro a través de un proceso de hiperplasia é hipertrofia celular, bajo la influencia de agentes genéticos y ambientales regulados por sistemas enzimáticos y hormonales en el interior del organismo (Pond, 1976).

C).- Productos que influyen directamente el crecimiento.

1) Reguladores del crecimiento celular.

Se desconoce el mecanismo mediante el cual se regula el - crecimiento celular y el papel de éstos factores de crecimien- to en un esquema conjunto del control de crecimiento, aunque - es posible que actúen en combinación con otros compuestos in-- cluyendo hormonas.

Enseguida se mencionan los factores del crecimiento celular.

- a) Factor de crecimiento epitelial (FCE).
- b) Factor de crecimiento nervioso.
- c) Eritropoyetina (EP).
- d) Retina.
- e) Cefalalones.

2) Hormonas.

Es posible que todas las hormonas influyen directamente o indirectamente sobre el crecimiento mediante la alteración de reacciones bioquímicas, muchas hormonas influyen sobre el tamaño de los tejidos y los órganos específicos. Sin embargo, suele considerarse que tan solo la somatotropina, tiroxina, andrógenos, estrógenos y glucocorticoides, tienen un efecto directo sobre el crecimiento orgánico total.

*Somatotropina (Hormona del crecimiento).

La somatotropina (STH), es segregada por el lóbulo anterior de la hipófisis, y su presencia resulta esencial para el crecimiento normal de los animales jóvenes y para el movimiento del metabolismo normal de los adultos.

La secreción de esta hormona está regulada por el factor liberador de somatotropina (SRF), procedente del hipotálamo ventral.

Sus efectos generales son anabólicos, estimula el crecimiento del hueso endocondral y de la epifisis de los huesos

largos, aumenta la retención del nitrógeno y la síntesis de --
proteína, además estimula el efecto de la tiroxina e insulina.

*Tiroxina.

La tiroxina es un compuesto yodado de la tiroxina que es segregada por la tiroides. La hidrólisis enzimática de la tiroglobulina libera la tiroxina y la secreción de la hormona es estimulante de la tiroides (TSH), donde la pituitaria determina que se libere la hormona tiroidea hacia la circulación.

Su efecto es anabólico, estimula el crecimiento de los --
huesos largos, es esencial para el efecto de la STH, estimula la síntesis de proteína y la tasa de metabolismo basal; su deficiencia ó exceso originan efectos catabólicos.

*Corticosteroides.

Las hormonas de la corteza adrenal poseen unos efectos --
tan amplios que son escasos los procesos fisiológicos que esca
pan de su influencia. Además de procesos como andrógenos y es
trógenos, la corteza adrenal elabora otras sustancias que pueden dividirse en tres grupos de acuerdo a su estructura y función fisiológica: a) esteroides con oxígeno en el carbono II, --
tales como cortisol y cortisona; b) esteroides sin oxígeno en el carbono II, tales como desoxicorticosterona; c) esteroides --
con un grupo aldehído en el carbono 18 en sustitución de un --
grupo metilo. Los corticosteroides del primer grupo influyen --
intensamente sobre el metabolismo de las proteínas de los hi--
dratos de carbono y además, los corticosteroides adrenales son

necesarios para el mantenimiento del crecimiento óseo de los animales jóvenes.

*Andrógenos.

La observación corriente de que los animales machos adultos son mayores que las hembras de la misma edad, demuestran que las hormonas sexuales son importantes en la regulación del crecimiento. Las ratas machos y las hembras crecen iguales -- hasta el día 30 de edad en que se inicia la madurez sexual, en tonces los machos empiezan a crecer con mayor rapidez y así -- son mayores que las hembras cuando cesa el crecimiento de ambos sexos (Drill, 1961 citado por Carlson, 1972), además apare cen los caracteres sexuales secundarios y una osificación más lenta del disco epifisario de los machos. Estos cambios se re lacionan directamente con la secreción de andrógenos que pueden clasificarse como compuestos "Anabólicos o estimulantes -- del crecimiento .

Las fuentes principales de andrógenos son las células intersticiales de los testículos y la glándula adrenal.

La testosterona es el principal esteroide androgénico segregado por los testículos. La corteza adrenal segrega un andrógeno muy similar con menor actividad biológica. La testosterona segregada por los testículos determina que los machos -- alcancen una mayor secreción de andrógenos y un crecimiento -- más rápido que las hembras.

Los andrógenos estimulan el crecimiento esquelético de --

los machos con mayor eficiencia que el de las hembras porque los estrógenos, que favorecen el cierre de la hepífisis, aparecen en menor cuantía en los machos. Por otro lado, aumenta la retención de nitrógeno, promueve el crecimiento muscular y el desarrollo de los caracteres sexuales.

El efecto de la testosterona sobre la retención de nitrógeno, determina un aumento del peso corporal y de manera especial, un mayor crecimiento del músculo esquelético (Drill, --- 1961, citado por Carlson, 1972) en un experimento realizado -- para ver el efecto estimulante de la testosternona sobre el -- crecimiento de ratas machos, se observó que al darles propionato de testosterona hay un ligero aumento en el crecimiento, -- mientras que con cortisona mas propionato de testosterona, el crecimiento se merma en un nivel intermedio a los anteriores - efectos. Es importante mencionar que ha resultado escasa y variable la influencia de los esteroides anabólicos sobre la tasa de crecimiento de cerdos, aves y rumiantes. Los compuestos androgénicos mejoran la calidad de la canal al reducir la cantidad de grasa y aumentar la proporción de tejidos comestibles especialmente en cerdos.

*Estrógenos.

Los principales estrógenos producidos por el ovario, placenta y en menor cuantía por la corteza adrenal de ambos sexos, son el estradiol, la estrona y el estríol (Guant 1954, citado por Carlson, 1972) clasificó los estrógenos como inhibidores - del crecimiento somático porque la castración de las hembras -

determinan una mejora del crecimiento y porque dosis apreciables de estrógeno reducen el crecimiento de los machos.

Otro efecto es el de inhibir el crecimiento del esqueleto; promueve el cierre epifisario; aumenta la retención de nitrógeno en los rumiantes, dosis altas son catabólicas en otros animales promueve el crecimiento de los órganos sexuales.

3) Aditivos nutritivos y otros factores de crecimiento.

*Compuestos hormonales sintéticos.

El empleo de estrógeno y progesteronas naturales y sintéticos en la alimentación de los animales ha contribuido apreciablemente al aumento de la producción, especialmente en rumiantes en fase de cebo. La implantación del estrógeno sintético, dietil-estil-bestrol (DES) aumenta la tasa de ganancia en peso asociado con un aumento en la retención de nitrógeno, crecimiento muscular y captación de agua; aumenta el índice de conversión de los alimentos; aunque dosis elevadas influyen adversamente en el ganado vacuno. La administración de estrógenos no ha demostrado ser beneficiosa en cerdos.

Otros productos posibles de usar, son el acetato de melen gestrol, benzoato de estradiol, tiroproteína (caseína yodatada que puede utilizarse en cerdos). Mayor información sobre mecanismos de acción y promotores de crecimiento en rumiantes y monogástricos, son reportados por O'Connor (1980).

*Factores de crecimiento que aparecen naturalmente en los alimentos.

Un mínimo de 50 productos vegetales determinan efectos estrogénicos en los animales. La cantidad de sustancias estrogénicas presentes en los vegetales, pero tienen importancia en la producción ganadera porque algunas veces, reducen la fertilidad y originan el desarrollo genital y mamario.

*Antibióticos.

Los antibióticos y los arseniales se han utilizado profundamente como estimulantes del crecimiento, especialmente en aves y cerdos. Estas sustancias aumentan el crecimiento y la eficiencia en el consumo de los alimentos.

Los antibióticos son eficaces para eliminar infecciones subclínicas y crear un ambiente mejor para un crecimiento rápido. Actúan a través de:

- a) Aumentando la síntesis bacteriana de factores esenciales y estimulantes del crecimiento.
- b) Inhibiendo bacterias que producen compuestos nocivos.
- c) Inhibiendo bacterias que compiten para utilizar los nutrientes.
- d) Inhibiendo microorganismos que dañan los tejidos intestinales (Robinson 1962, citado por Carlson, 1972).

*Algunos fármacos como los antihelmínticos, que se utilizan para promover el crecimiento en condiciones de nutrición y control de las infestaciones parasitarias, además tranquilizan--

tes, que se utilizan solo en ganado vacuno y ovino.

D). Evolución.

Las proporciones de los distintos tejidos evolucionan en función de diferentes factores:

-Ligado al animal:

*Edad

*Herencia

*Sexo

-Ligados al medio externo:

*Ambiente

*Temperatura

*Humedad

*Alimentación

*Cantidad de alimento

*Composición de la ración

*Número y duración de las comidas

Que se pueden clasificar en:

1) Factores no alimentarios.

2) Factores alimentarios.

1) Factores no alimentarios.

Edad:

Según cual sea la edad del animal, varían las posibilidades de desarrollo de los diferentes tejidos. En el feto, el esqueleto y los músculos se desarrollan con relativa rapidez, los tejidos adiposos con gran lentitud.

Al contrario, a partir del nacimiento, el tejido adiposo se desarrolla cada vez más rápidamente.

Cuadro 1. Evolución de la composición de la canal de cerdos daneses.

| Peso vivo | % Esqueleto | % Tejido muscular | % Tejido grasa |
|-----------|-------------|-------------------|----------------|
| 20 kg | 14.1 | 45.4 | 18.7 |
| 50 kg | 12.1 | 44.8 | 25.3 |
| 90 kg | 10.1 | 43.3 | 31.4 |
| 120 kg | 9.2 | 41.0 | 35.1 |

(Clausen, 1954)

Esta evolución se traduce para diferencias en la composición química de la canal.

Herencia:

La proporción de los tejidos para un peso dado varía en función del patrimonio hereditario de los individuos.

Los resultados del control de descendientes muestran las diferencias constatadas: a) entre razas, b) entre verracos de una misma raza y c) entre lotes procedentes de un mismo verraco.

Cuadro 2. Resultados del control de rendimiento entre razas de cerdos.

| | Frances tipo Danes | Large White | Blane Ovest | Pietrein |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| -Efectivos | | | | |
| *Machos | 44 | 143 | 14 | 7 |
| *Hembras | 90 | 266 | 24 | 13 |
| -Edad al principio (días) | | | | |
| *Machos | 85 ⁺² | 84 ⁺¹ | 77 ⁺² | 95 ⁺⁶ |
| *Hembras | 86 ⁺¹ | 85 ⁺¹ | 81 ⁺² | 90 ⁺³ |
| -Edad sacrificio | | | | |
| *Machos | 194 ⁺¹ | 196 ⁺¹ | 195 ⁺³ | 224 ⁺⁹ |
| *Hembras | 198 ⁺¹ | 199 ⁺¹ | 204 ⁺³ | 223 ⁺⁵ |
| -G.M.D. (g.) | | | | |
| *Machos | 688 ⁺⁶ | 683 ⁺⁶ | 634 ⁺¹² | 581 ⁺²¹ |
| *Hembras | 663 ⁺⁶ | 667 ⁺⁵ | 602 ⁺¹¹ | 560 ⁺¹⁵ |
| (G.M.D. Ganancia media diaria) | | | (Clausen, 1954) | |

Cuadro 3. Resultados obtenidos entre 2 verracos (9 descendientes).

| Verraco | G.M.D. | % Jamón + Lonja | % Tocino + Manteca | Indice de consumo |
|---------|--------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 604 g | 56.42 | 15.93 | 3.44 |
| 2 | 636 g | 50.33 | 19.87 | 3.83 |

(Clausen, 1954)

Cuadro 4. Resultados obtenidos entre 3 grupos del mismo verraco (verraco #1 del cuadro 3).

| Cerda | G.M.D. | % Jamón + Ionja | % Tocino + Manteca | Indice de consumo |
|-------|--------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 617 | 56.94 | 16.06 | 3.38 |
| 2 | 563 | 57.27 | 14.96 | 3.58 |
| 3 | 634 | 56.47 | 16.32 | 3.42 |

(Clausen, 1954)

Sexo:

El sexo ejerce una influencia acusada sobre la composición del cuerpo. Esta apariencia es aún más aparente cuando se compara machos con hembras castrados ó no:

Cuadro 5. Influencia del sexo sobre la composición del cuerpo del cerdo.

| | Hueso | Musculo | Tejido adiposo | Indice de consumo |
|--------------------|-------|---------|-------------------|----------------------|
| Macho ¹ | 100 | 100 | 100 | 100 (3.26) |
| Macho castrado | 91 | 98 | 146 | 121 (3.94) |
| Hembra | 96 | 97 | 137 | 125 (4.07) |
| Hembra castrada | 87 | 89 | 157 | 127 (4.14) |

(Wallace, 1944)

¹ Se toma como referencia las características de la canal del macho no castrado (indice 100).

En esta experiencia se puede notar diferencia en el ritmo de crecimiento de los animales; este factor interviene también en la composición corporal.

Sometiendo a los cerdos a un mismo ritmo de crecimiento y a un mismo régimen se pone en evidencia la influencia específica del sexo.

Cuadro 6. Influencia del sexo sobre la composición de la canal del cerdo.

| | G.M.D. (g.) | Jamón + Lonja | Tocino + Manteca | Espesor tocino |
|--------|-------------|---------------|------------------|----------------|
| Macho | 590 | 51.3 | 19.4 | 28.0 mm. |
| Hembra | 609 | 52.6 | 16.6 | 24.9 mm. |

(Reart y Henry, 1964)

Temperatura:

El cerdo es un animal que se defiende mal contra las variaciones de temperatura, y toda adaptación a temperaturas extremas repercute sensiblemente sobre la velocidad del crecimiento y sobre la composición corporal.

Cuadro 7. Efecto de la temperatura sobre la rapidez del crecimiento en cerdos.

| Tª ambiente en °C | 4 | 10 | 16 | 21 | 27 | 32 | 38 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pesos: | | | | | | | |
| 45 kg | - | 0.62 | 0.72 | 0.91 | 0.89 | 0.64 | 0.18 |
| 70 kg | 0.58 | 0.67 | 0.79 | 0.98 | 0.83 | 0.52 | 0.09 |
| 90 | 0.54 | 0.71 | 0.87 | 1.01 | 0.76 | 0.40 | 0.35 |
| 115 | 0.50 | 0.76 | 0.94 | 0.97 | 0.68 | 0.28 | 0.62 |
| 135 | 0.46 | 0.80 | 1.02 | 0.93 | 0.62 | 0.16 | 0.88 |
| 160 | 0.43 | 0.85 | 1.09 | 0.90 | 0.65 | 0.05 | 0.15 |

G.M.D. en kilos

(Petmann, Kelly y Bond, 1958)

Estos resultados demuestran que la temperatura óptima está comprendida entre los 15 y 23°C. Por encima y debajo, la rapidez de crecimiento disminuye, pudiendo incluso el animal perder peso a temperaturas elevadas. La composición corporal se modifica y el índice de consumo aumenta (Zerts, 1969).

2) Factores alimentarios.

Los cambios que ocurren en las proporciones relativas de las diferentes regiones y tejidos del cuerpo mientras el animal crece se debe al hecho de que, del mismo modo que el animal tiene una curva signoide de crecimiento propia. Cada una de estas curvas de crecimiento guarda una relación diferente con el tiempo y se encuentra dentro de una secuencia, mientras el animal crece.

Con el plano alto de nutrición, las cúspides de las curvas de crecimiento de los diferentes tejidos están tan próximos unos a otros como lo permiten los factores genéticos, mientras con el plano bajo de nutrición se dibujan ampliamente separados.

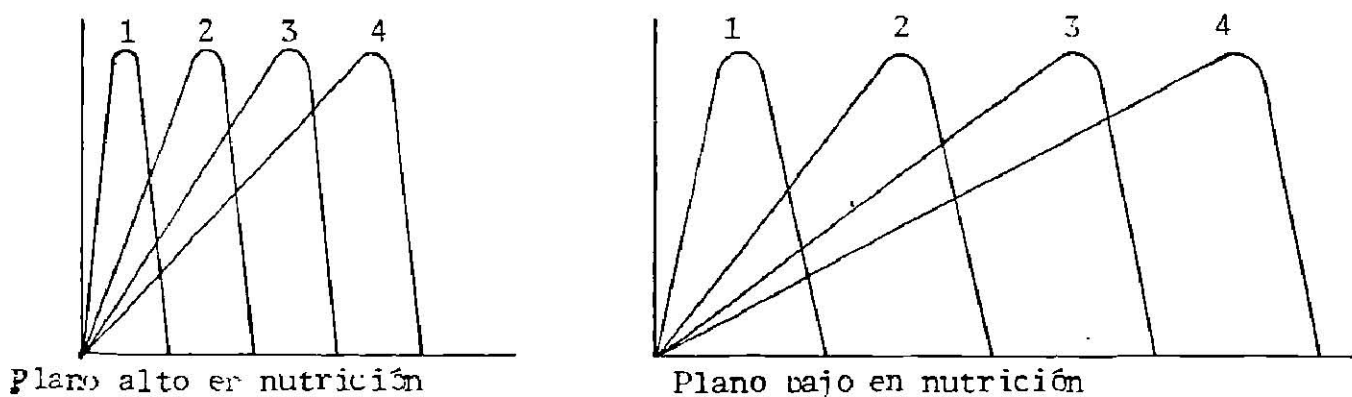


Figura 1. Influencia de la alimentación sobre el ritmo de formación de las diferentes partes del cuerpo del cerdo.

- 1.- Cerebro
- 2.- Hueso
- 3.- Músculo
- 4.- Grasa

Esto se debe a la competencia entre las diferentes regiones y tejidos por los principios nutritivos cuando estos ingresan en la corriente sanguínea. Cuando los nutrimentos se suministran en abundancia, todas las partes del cuerpo son abastecidas de acuerdo con sus exigencias genéticas, pero si son suministrados en escasa cantidad, se establece un sistema de prioridades de acuerdo con el orden en que se desarrollan los tejidos o con el de la intensidad de su metabolismo (Morgan, 1975).

Cantidad de alimento.

La experiencia clásica de Mac Meekan (1940) demuestran la influencia notable de la cantidad de alimento sobre la calidad de las canales.

De hecho aunque ciertos experimentadores no hayan podido reproducir los resultados de Mac Meekan 1940, los de las experiencias que ofrecemos a continuación y de otras muchas demuestran que las conclusiones fundamentales permanecen válidas.

Cuadro 8. Comparación de la alimentación racionada y de la ad libitum, con restricción al final del crecimiento en cerdos.

| Formas de alimentación | ad libitum | ad libitum hasta 50 kg y luego restringida | Ración según tabla (N.R.C.) |
|---------------------------------|------------|--|-----------------------------|
| Ganancia media (g./día) | 680 | 652 | 580 |
| Índice consumo kg. | 3.85 | 3.80 | 3.69 |
| Espesor del tocino dorsal (mm.) | 27.0 | 25.6 | 24.4 |

(Praude, S/A)

Cuadro 9. Cuadro de racionamiento según la experiencia de Brau de.

| Peso vivo (kg.) | 20.0 | 30.0 | 40.0 | 50.0 | 60.0 | 70.0 | 80.0 | 90.0 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Cantidad de alimento | 1.0 | 1.4 | 1.7 | 2.0 | 2.4 | 2.7 | 2.95 | 3.2 |

Las conclusiones que pueden deducirse de los trabajos así-resumidos son los siguientes:

- 1) Si la restricción es pequeña, afecta esencialmente al tejido adiposo y disminuye el índice de consumo.
- 2) Si la restricción es importante, afecta también al tejido muscular y aumenta el índice de consumo.

Composición de la ración.

La síntesis de los diferentes tejidos se efectúan a partir de los nutrientes de la ración. Está condicionada a su vez:

- Por las posibilidades genéticas del cerdo.
- Por la cantidad de sustancias nitrogenadas de la ración base de la síntesis muscular.

Número y duración de las comidas.

En el curso de la comida, el animal se agita y consume -- energía, además de la necesaria para la digestión.

Acořtando la duración de las comidas disminuye ésta pérdida pero también la cantidad de ingeridas y, en consecuencia, - la rapidez de crecimiento. Pero si la duración de la reduc--- ción es muy acusada se obtienen, lotes muy heterogéneos, aum n ta la agitación y la pérdida de energía.

A fin de restablecer la rapidez de crecimiento se pueden- distribuir 3 comidas diarias cortas (20 minutos).

Cuadro 10. Comparación de la duración de la comida ad libitum- contra 3 comidas diarias sobre el crecimiento y rendimiento en cerdos.

| | ad libitum | 3 comidas |
|----------------------|------------|-----------|
| Consumo diario (kg.) | 2.75 | 2.49 |
| Ganancia media (g.) | 670.0 | 655.0 |
| Indice de consumo | 4.10 | 3.80 |

(Hochstler, 1959)

La disminución de la ingestión desciende por debajo del -- 10% sin que resulte modificada la rapidez de crecimiento.

II. Alimentación

A).- Generalidades.

En forma general, el objetivo de la nutrición es proveer todos los nutrientes esenciales en las cantidades adecuadas y en forma práctica. La nutrición de ningún modo sirve para satisfacer todas las necesidades naturales de los cerdos respecto a determinadas cantidades de alimento, sino que sirve para el soporte del mantenimiento y la producción, el control del crecimiento y la reproducción, cumpliendo lo mismo con la necesidad de beneficios para el porcicultor, que con el abastecimiento de carne para el género humano.

Deben utilizarse dietas adecuadamente balanceadas y de alta calidad, para satisfacer el intensivo y acelerado plan de producción de cerdos. Esto significa que los requerimientos nutricionales del cerdo para proteína, minerales, vitaminas, grasas y carbohidratos, deben ser completamente cubiertos para lograr una producción rentable y eficiente. No importa lo esmerado que sea un porcicultor en los programas de reproducción genéticas, manejo y control de enfermedades (los cuales son muy importantes), porque no se podrán tener utilidades a menos que los cerdos sean alimentados correctamente.

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y actividad. Comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes nutrientes, su transporte hacia todas las células, así como la eliminación de elementos no utili-

zables y productos de desecho del metabolismo.

Los costos de un buen programa de alimentación representan un 60 a 80% del costo total de producción dentro de la industria porcina. Consecuentemente, el aprovechamiento de la empresa es directamente afectado por la extensión de la eficiencia y el uso económico de los alimentos. Los cerdos prefieren algunos alimentos mas que otros.

Los alimentos difieren en su valor nutritivo y en palatabilidad. El precio es también un factor muy importante. Algunos alimentos proporcionarán las necesidades nutricionales de los cerdos aun siendo mas baratos que otros.

Al practicar la alimentación porcina es necesario conocer los requerimientos nutricionales del cerdo, las características de una buena dieta y el valor nutricional de los ingredientes alimenticios para cerdos, así como aprender a reunir toda esa información en un económico y bien balanceado programa de alimentación, finalmente, reconocer los periodos críticos de la alimentación porcina y saber suplir sus demandas.

A medida que se incrementan los controles de la dieta, la función de producir carne con el desarrollo del cerdo se regula mas de cerca con determinadas manipulaciones del régimen alimenticio. La forma en que se controla el crecimiento por medio del consumo del aporte dietético, gobierna el costo de la dieta, la tasa de conversión alimenticia, la calidad del producto terminado y la utilidad final por el grado de la canal.

La nutrición porcina se complica también por la dinámica que adquiere al estar necesariamente en función de la naturaleza cambiante en los mercados que proveen ingredientes alimenticios y de las circunstancias de cada particular, lo que obliga a todo programa de alimentación ser flexible y responder rápidamente a los cambios y condiciones del mercado y del productor (Cole, 1973).

El porcicultor moderno cuenta con un sin número de preparados industriales que reciben el nombre de alimentos balanceados, los cuales contienen todos los principios nutritivos que el cerdo requiere y su balance permite en todo tiempo disponer de raciones adecuadas a la edad, peso y trabajo del cerdo (García, 1981).

La alimentación es uno de los principales factores en la producción comercial del cerdo. Cuando más se conozcan los principios de nutrición, mejor se podrá dirigir y ejecutar el trabajo necesario para obtener de los cerdos el óptimo crecimiento posible (Gutiérrez, 1976).

La cantidad de alimento que un cerdo consume, depende principalmente de su tamaño y necesidades. Junto a esto, el apetito está influenciado por la digestibilidad de la ración, densidad energética, aspecto físico y modo de suministrarlo, sabor, y el medio ambiente en que se encuentra el cerdo (Whittmore, 1978).

El cerdo tiene la capacidad de adaptarse físicamente a cualquier tipo de dieta y tiene la cualidad de que su estómago-

e intestinos aumentan de tamaño si ingiere alimentos voluminosos y disminuyen si están consumiendo alimentos concentrados - (Síntesis Porcina, 1984).

Muchos autores técnicos han afirmado durante largos años que a los productores no les resulta ventajoso engordar cerdos mas allá de los 100 kg. porque entonces, una vez que los animales sobrepasan ese peso, las ganancias que logren no retribuyen el costo de los alimentos consumidos. Generalmente al sobrepasar los 100 kg los cerdos empiezan a depositar mucha grasa, y esto no es del agrado de muchos procesadores, además de que resulta muy costoso o sea muy ineficiente (Síntesis Porcina, 1984).

B).- Clases y función de los elementos nutritivos.

Los elementos nutritivos se dividen en 5 clases:

*Función y composición de CHO'S y grasa.

Estas dos clases de elementos nutritivos, aportan calor y energía a los animales y le proporcionan material necesario para el engorde. Las grasas aportan 2.25 veces más calor que los CHO'S.

Los carbohidratos están constituidos por oxígeno, hidrógeno y carbono y entre ellos se encuentran los azúcares y almidones. Las grasas están constituidas por los mismos elementos - pero en combinaciones diferentes.

*Función y composición de las proteínas.

Las proteínas son esenciales en la alimentación ganadera ya que contribuyen a formar la mayor parte de los músculos, órganos internos, piel, pelo y pezuña. La leche también contiene proteínas.

Las proteínas están constituidas por grupo de ácidos llamados aminoácidos. Se han identificado mas de 25 de éstos, 10 de ellos necesarios para los animales. Los rumiantes (estómago con 4 compartimientos) elaboran sus propios aminoácidos a partir de compuestos nitrogenados. Los cerdos como monogástricos (de estómago simple), deben recibir con el alimento todos la Aa. esenciales. Entre los Aa. mas importantes tenemos: Metionina, Lisina y Triptofano (Bundy, 1971).

Becker, (1985 citado por Mead, 1980) sugiere que la proteína dietética de 14-16% es para cerdos que pesan de 15-45 kg, mientras que la del 12% para los animales de mas de 45 kg de peso vivo (Mead, 1980).

*Funciones de los minerales.

Los minerales constituyen principalmente los huesos y los dientes y desempeñan un papel muy importante en la sangre. Incluso el corazón necesita un equilibrio mineral correcto en el organismo para mantener la regularidad de sus latidos.

Los minerales suelen dividirse en dos grupos:

Minerales principales y minerales vestigiales.- Los principales ó sea, el calcio, fósforo y la sal son necesarios en -

mayor cantidad y suelen hallarse en cantidades insuficientes - en la dieta y los minerales vestigiales son necesarios en muy-pequeñas cantidades pero esenciales para la salida del animal.-
Comprenden; el hierro, cobre, manganeso, yodo, cobalto, azufre, magnesio, zinc, potasio y boro.

*Función de las vitaminas.

En nutrición porcina son esenciales todas las vitaminas,- entre ellas: las liposolubles, A, D, E y K y las hidrosolubles, (los del complejo "B"), que comprenden: tiamina, riboflavina, nicotinamida, piridoxina, ácido pantoténico, colina y biotina.

La finalidad ó función de muchas de estas vitaminas no es tá delucidada, pero es sabido que los resultados son desastrosos cuando se nutre a los animales con alimento que no contiene las vitaminas necesarias. Si falta la vitamina "A", los -- animales no se reproducen, se altera la visión y se retarda el crecimiento, cuando falta el aporte del complejo "B" se reduce el apetito y se pueden sufrir enfermedades. La B₁₂ complementa las proteínas de los granos.

En general, se puede afirmar que las vitaminas proporcionan defensas contra las enfermedades, estimulan el desarrollo y la reproducción y ayudan a mantener la buena salud del animal (Bundy, 1971).

C).- Promotores del crecimiento.

Los constantes esfuerzos para producir alimentos de origen .

animal para el hombre, cada vez en forma mas eficiente y al -- costo mas bajo posible, han estimulado la búsqueda de las mejores comunicaciones entre los nutrientes ya conocidos y el desarrollo de nuevos aditivos que puedan incrementar la eficiencia, grado de crecimiento y el nivel de producción de los animales. Estos esfuerzos han conducido actualmente al uso de antibióticos, hormonas y otras sustancias químicas.

Estas sustancias incluyen:

- 1) Estimulantes del crecimiento: antibióticos, compuestos esenciales y hormonas.
- 2) Tratamiento para la prevención de enfermedades: antibióticos, antimicóticos, antiprotozoales, antihelmínticos y plaguicidas (Mynard, 1981).

Las investigaciones realizadas recientemente indican que el efecto de estos promotores del crecimiento depende del nivel de enfermedad en el medio ambiente; así los promotores pueden diferir su acción de manera amplia.

Los conocimientos actuales indican que estos actúan de la siguiente manera:

- 1) Cambiando favorablemente la composición de la flora intestinal.
- 2) Influyendo sobre el metabolismo de los microorganismos mejor utilización de las proteínas.
- 3) Actuando sobre microorganismos patógenos.
- 4) Mejorando la disponibilidad o absorción de ciertos nutrientes.

- 5) Influenciando la pared intestinal.
- 6) Existen en algunos promotores reacciones anabólicas significantes.

Un promotor de crecimiento moderno que cumpla con las exigencias actuales, debe poseer las siguientes características:

- 1) Mejorar la producción.
- 2) Mejorar la conversión.
- 3) Que sea eliminado rápido y totalmente sin dejar residuos en el animal.
- 4) No poseer efectos tóxicos.
- 5) No dar a la formación de resistencia cruzada.
- 6) Que no acumule residuos en la naturaleza.
- 7) Que no sea empleado en la Medicina Humana (Bayo-N-Ox, S/A).

D).- Salinomicina.

La salinomicina es un nuevo antibiótico del ácido carboxílico polieter o del tipo ionóforo microbial con las propiedades de un coccidiostato en aves, promueve la productividad en el ganado bovino y está indicado para promover la tasa de aumentos de peso y mejorar la eficiencia de conversión alimenticia en cerdos para las etapas de crecimiento y finalización, etapas en las cuales las raciones son más altas en energía.

La salinomicina es un antibiótico producido por streptomyces abus. El micelio preparado, es rebajado en concentración hasta los niveles deseados utilizando vehículos semejantes a la harina de soya. El nivel de uso recomendado para su utili-

zación en forma continua en raciones completas para cerdos en las etapas de crecimiento y finalización, es de 25 ppm de salinomicida activa..

1) Propiedades físicas y químicas.

La salinomicina es preparada por insolación del micelio - seco filtrado, dando un polvo café claro, insoluble en agua, -- que contiene un 35% o mas de ingrediente activo. Este de fórmula molecular $C_{42}H_{69}O_{11}Na$, tiene un punto de fusión entre 112.5 y 113.5 grados centígrados, soluble en varios solventes-orgánicos.

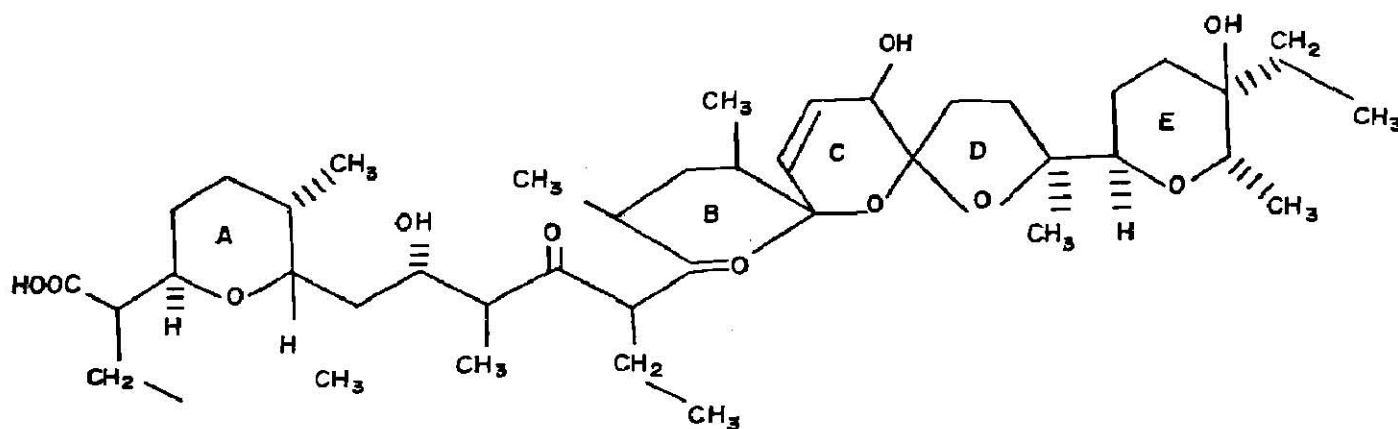


Figura 2. Estructura química de la salinomicina.

2) Forma de acción.

La forma de acción de la salinomicina no ha sido totalmente determinada, pero al parecer altera la tasa de ácidos grasos volátiles producidos en el intestino delgado del cerdo y un efecto similar es producido en el rúmen, a diferencia del efecto coccidicida que presenta en las aves, es por esta razón que se utiliza en las etapas de crecimiento y finalización de cerdos, cuando las raciones son altas en energía.

3) Tolerancia.

Para cerdos en las etapas de crecimiento y finalización no se observó efectos adversos cuando se administraron niveles superiores a 150 ppm de salinomicina (seis veces al nivel de uso recomendado). A 250 ppm (10 veces el nivel de uso recomendado) la ganancia de peso diario y el consumo de alimento decrecieron y se observaron síntomas de toxicidad, consistentes en indiferencia, incoordinación y temblores. Sin embargo, a este mismo nivel, no hubo evidencia morfológica de toxicidad. Además no se observó efectos adversos en la calidad de la canal y el sabor de la carne.

Se han realizado diferentes estudios para determinar signos clínicos de incompatibilidad o toxicidad y/o evaluar los efectos sobre el desarrollo, en la administración concurrente o en combinación de otros medicamentos con la salinomicina.

Otros estudios han sido encaminados a determinar residuos de salinomicina en los canales. King, (S A) no encontró residuos de

salinomícina a 0.1 ppm o más en los tejidos comestibles (grasa, riñón, hígado o músculo) en cerdos que habían sido tratados al llegar el momento del sacrificio o seis horas más tarde, administrando salinomícina a 25 ppm en la ración desde 21 días antes hasta el momento del sacrificio.

4) Espectro antibacteriano.

La salinomícina es activa in vitro contra bacterias grampositivas y muchas bacterias anaeróbicas, pero es inactiva contra bacterias aeróbicas y gramnegativas como E. coli y Salmone lla spp. No posee actividad contra infecciones sistemáticas. No tiene actividad contra Treponema hyodysenterise, la cual juega un papel muy importante en la desinteria porcina.

La salinomícina es altamente efectiva contra la coccidiosis en las aves, pero el mismo efecto no ha sido demostrado para el cerdo.

5) Eficiencia en la producción.

En una prueba, 128 cerdos Yorkshire de destete, de aproximadamente 25 kg de peso vivo, fueron alojados en corrales de piso sólido, 4 hembras y 4 machos castrados en cada uno. Los tratamientos consistieron en una ración base sin medicar: ----
 1) ración base + 22 ppm de tilosina; 2) ración base + 25 ppm de salinomícina; 3) ración base + 50 ppm de salinomícina. Se utilizaron dos raciones, una de 25 a 60 kg y otra de 60 a 90 kg de peso vivo ofrecido a libre acceso. Cuando se alcanzó un peso promedio de 90 kg se retiró la medicada y se ofreció la -

ración sin medicar por espacio de dos semanas.

Los cerdos alimentados con salinomícina independientemente del nivel de inclusión mostraron mejores ganancias de peso diario comparadas con los cerdos que recibieron la dieta sin medicar ($P < 0.01$). Los tratados con tilosina tuvieron ganancias de peso similares a los no tratados o los que recibieron salinomícina ($P < 0.05$). Los cerdos alimentados con 25 y 50 ppm de salinomícina tuvieron valores similares para eficiencia de conversión y fueron superiores a los testigos y a los que recibieron tilosina ($P < 0.01$). Con esto se obtuvo que la salinomícina a 25 y 50 ppm mejoró la ganancia de peso diario sobre los testigos en 12 y 14% con mejora de la eficiencia de conversión de 5% independientemente del nivel de salinomícina.

Un total de 15 experimentos, fueron conducidos bajo diferentes condiciones de manejo, en diferentes granjas y en diferentes países, para evaluar la eficacia de la salinomícina en el comportamiento de cerdos en las etapas de crecimiento y finalización. En todas las pruebas, la salinomícina fue incorporada al nivel de 25 ppm, en el alimento balanceado y ofrecido a libre acceso el total de pruebas incluyó 1746 animales con promedio de peso inicial de aproximadamente 25 kg (rango de 19 a 37 kg). La eficacia del compuesto se evaluó por los aumentos de peso y la eficiencia de conversión alimenticia comparado con cerdos recibiendo ración sin medicar ó ración suplementada con diferentes antibióticos. La salinomícina mejoró significativamente el comportamiento de cerdos tratados al compararse -

con los grupos alimentados con raciones sin medicar, la ganancia de peso diario mejoró 6.4% y la eficiencia de conversión alimenticia en 4.3%. Los resultados se observan en el (cuadro 11).

Cuando los cerdos tratados con salinomicina se compararon contra cerdos alimentados con raciones sin medicar, o con los otros antibióticos en la ración se observó que la ganancia diaria y la eficiencia de conversión era mejorada por 7.1 y 4.7% sobre los testigos, comparada con 4.6% y 2.6% de los animales que recibieron otros antibióticos. La ganancia diaria y la eficiencia de conversión de los cerdos tratados con salinomicina fué superior en 2.4% y 2.1% respectivamente a los animales tratados con otros antibióticos. Los resultados se observaron en el (cuadro 12).

Los cerdos tratados con salinomicina, alcanzaron el peso al mercado 7.1 días antes que los cerdos testigo sin medicar y 2.5 días antes que los cerdos que recibieron otros aditivos en el alimento (Pfizer, 1982).

Cuadro 11. Resumen de comportamiento de cerdos alimentados con salinomicina en la ración para las etapas de crecimiento y finalización comparado con cerdos alimentados con ración sin medicar.

| Tratamiento | # de animales | Promedio Ganado (kg) | | | | Promedio ganancia diaria* | Índice Alimento consumido/cerdo | Índice Alimento consumido | Eficiencia de conversión alimenticia | |
|------------------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|-------|
| | | Promedio de días de prueba | Promedio de pesos de inicio-- finales | Por cerdo | Promedio ganancia | | | | | |
| No medica | 558 | 92.8 | 25.9 | 85.6 | 59.7 (a) | 0.653* | 100.0 | 206.0 | 3.453* | 100.0 |
| Salinomicina 25 ppm | 606 | 91.2 | 25.8 | 88.1 | 62.3 (b) | 0.645y | 106.00 | 206.4 | 3.301y | 104.3 |

*Las medias con diferentes literales son significativamente diferentes (a, b=P<0.05 x,y=P<0.01)

Cuadro 12. Resumen del comportamiento de cerdos alimentados con salinomicina con salinomicina en la ración para las etapas de crecimiento y finalización comparado con cerdos alimentados con ración sin medicar o con otros antibióticos.

| Tratamientos | No. anima- les | \bar{x} días prueba* | Promedio de peso kg | | Peso ganado kg por \bar{x} de ganado | | E.C.A. | | | |
|------------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|-------|--|--------|----------------------------------|--------|-----------------------|-------|
| | | | Inicial | Final | ganancia diaria | Indice | Cerdo Consumo kg* alimento ** | Indice | | |
| No medicados | 510 | 94.5 | 25.1 | 85.8 | 60.6a+ | 0.650 | 200 | 309.2 | 3.448sa+ | 100.0 |
| Salinomicina 25 ppm | 558 | 92.6 | 25.0 | 88.6 | 63.5by | 0.696y | 107.1 | 209.7 | 3.292by | 104.7 |
| Otros antibióticos | 582 | 93.1 | 24.7 | 87.3 | 62.5bxy | 0.630y | 104.6 | 209.8 | 3.362 ^c kg | 102.6 |

\bar{x} = Promedio

E.C.A. = Eficiencia de Conversión Alimenticia

a, b, c, = $P < 0.05$ y x y = $P < 0.01$

+ Al comparar las medias de los otros antibióticos (índice de 100.0), los índices de promedio de ganancia diaria y eficiencia de conversión alimenticia para la salinomicina, fueron de 102.4 y 102.1 respectivamente.

A Virginamicina 10, 11, 20 20/10 ppm

Olaquinox + Oxitetraciclina/Oxitetraciclina 55x 55/55 ppm

Tilosina 20, 22 ppm

MATERIALES Y METODOS

El presente experimento se realizó en las instalaciones del Campo Experimental "El Canadá", propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado sobre la carretera Monterrey-Colombia en el Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

La duración del presente trabajo fué 77 días, iniciandose el 13 de mayo y concluyendo el 29 de julio de 1989.

Para la realización de esta prueba se usaron los siguientes materiales:

92 cerdos de las diferentes cruzas comerciales entre las razas: Hampshire, Yorkshire, Landrace y Duroc Jersey, de aproximadamente 35 kg de peso corporal. Alimento en forma de harina. Báscula con capacidad de 500 kg, corrales de cemento de 4x5 m, techados, comederos de tolva de 6 tapas cada uno con capacidad aproximada de 200 kg, colocados uno por corral, bebederos de chupón (uno por corral).

Los cerdos que se utilizaron fueron divididos por sexo -- (hembras y machos), se pesaron, sacando los pesos iniciales y tomando en cuenta el peso inicial se hicieron parejas con peso similar y del mismo sexo, identificandolos mediante muesqueo.

Se utilizaron 4 corrales para el experimento contando cada uno con 23 cerdos. Dos fueron para el tratamiento (hembras y machos) y dos para el testigo (hembras y machos).

Las raciones fueron balanceadas a costo mínimo, por computadora y elaboradas en la planta de alimentos de la misma granja. Siendo básicamente las mismas para los dos tratamientos (T1 y T2) en cada etapa, variando únicamente el antibiótico y el promotor de crecimiento.

La ración utilizada para el testigo y para el tratamiento están representados en los cuadros 13, 14, 15 y 16 respectivamente.

El alimento fue proporcionado a libre acceso.

Para lograr la mezcla de 25 ppm, de salinomicina, se necesita agregar 1 kg. del producto comercial por tener este una concentración del 2,5%) a una tonelada de alimento convencional, por lo cual fue necesario hacer premezclas pequeñas a mano, para después agregarlas a la mezcla final usando la revoladora automática.

Las pequeñas premezclas se hacen usando como vehículo --- parte de la soya que se usaría como ingrediente de la mezcla final.

Cuadro 13. Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U.A.N.L. - (D2 Desarrollo para cerdos).

| Ración Testigo | |
|------------------|----------|
| Ingredientes | Kg./ton. |
| Sorgo | 60.20 |
| Soya | 72.10 |
| Harina de carne | 55.00 |
| Canola | 50.00 |
| Melaza | 31.80 |
| Calcio | 9.50 |
| Ortofosfato | 7.40 |
| Optivit | 5.00 |
| Sal | 3.00 |
| Lisina | 1.10 |
| Sulfato de cobre | 0.50 |
| Carbadox | 0.80 |
| Nutrivina | 0.50 |
| Sulfametacina | 0.10 |

Cuadro 14. Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canadá" F.A.U.A.N.L. - (F3 finalizador para cerdos).

| Ración Testigo | |
|------------------|----------|
| Ingredientes | Kg./ton. |
| Sorgo | 98.60 |
| Soya | 50.00 |
| Harina de carne | 50.00 |
| Melaza | 50.00 |
| Canola | 22.80 |
| Calcio | 11.00 |
| Ortofosfato | 7.20 |
| Optivit | 4.00 |
| Sal | 3.00 |
| Lisina | 1.50 |
| Sulfato de cobre | 0.50 |
| Carbadox | 0.80 |
| Nutrivina | 0.50 |
| Sulfametacina | 0.10 |

Cuadro 15. Composición física del alimento convencional usado en el campo experimental "El Canal 5" F.A.U.A.N.I. (D2 Desarrollo para cardos).

| Ración tratamiento | |
|--------------------|---------|
| Ingredientes | kg ton. |
| Sorgo | 700.00 |
| Soya | 50.10 |
| Harina de carne | 50.00 |
| Canola | 22.90 |
| Melaza | 50.00 |
| Calcio | 51.00 |
| Ortofosfato | 7.20 |
| Optivit | 4.00 |
| Sal | 3.00 |
| Lisina | 1.50 |
| Sulfato de cobre | 0.50 |
| Salinomicina | 1.00 |

Cuadro 16. Composición física del alimento convencional, usado en el campo experimental "El Canal 5" F.A.U.A.N.I. (D3 final para cardos).

| Ración tratamiento | |
|--------------------|---------|
| Ingredientes | kg ton. |
| Sorgo | 700.60 |
| Soya | 50.00 |
| Harina de carne | 50.00 |
| Melaza | 50.00 |
| Canola | 22.90 |
| Calcio | 51.00 |
| Ortofosfato | 7.20 |
| Optivit | 4.00 |
| Sal | 3.00 |
| Lisina | 1.50 |
| Sulfato de cobre | 0.50 |
| Salinomicina | 1.00 |

Los tratamientos experimentales son:

T1 = Alimento convencional, desarrollo y finalizador (testigo; cuadros 13 y 14).

T2 = Alimento convencional, desarrollo y finalizador + prootor de crecimiento salin micina (tratamiento; cuadros 15 y 16).

Donde se hicieron parejas (bloqueo) por sexo y peso inicial.

El cambio de alimento, de desarrollo (D_2) a finalizador (D_3) se hizo en la segunda pesada, a los 49 días de prueba, para ambos tratamientos.

Para el aumento de peso, el diseño estadístico a utilizar es el de "bloques al azar"

Como características de este modelo tenemos que las unidades experimentales se distribuyen en bloques de tal manera que el material experimental dentro de un bloque es homogéneo. Debido a la agrupación por bloques se tienen resultados más precisos pues permite el control de un factor de varianza, lo cual reduce el error experimental.

En este caso se bloqueo por pesos iniciales y por sexo; cada bloque consistía de una pareja de cerdos (46 bloques ó repeticiones).

El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} \text{ donde:}$$

Y_{ij} = variable dependiente, (aumento de peso).

M = efecto de la media general.

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = efecto del j -ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental.

Para la conversión alimenticia se utilizó el diseño "Bloques al Azar", ya que es un diseño sencillo y flexible donde se utilizan cualquier número de tratamientos y repeticiones, la pérdida de datos es de poca importancia y a ser las condiciones poco heterogéneas la estimación del error es más exacto.

El modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = M + T_i + E_{ij} \text{ donde:}$$

Y_{ij} = variable dependiente (Conversión Alimenticia),

M = efecto del tratamiento.

E_{ij} = efecto experimental (efecto conjunto de todos los factores no controlados en el diseño).

Para este caso van a ser 2 tratamientos, con 2 repeticiones en el caso de machos. Para hembras es 2 tratamientos con 3 repeticiones.

Se va a tomar el aumento de peso total ó por etapa de cada corral y se va a dividir entre los kg de alimento que consumió.

Observación: Para verificar estos resultados, de "Bloques-al Azar" se hizo un "Análisis de Covarianza", para todas las etapas, en donde se considero el peso inicial y los aumentos de cada etapa, los resultados fueron similares a los expuestos a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este apartado se usan cuadros para hacer más fácil su comprensión de los datos. Se presentan los resultados estadísticos obtenidos en el presente experimento donde se trabajó con 2 raciones ó tratamientos diferentes.

De los cuadros 32 y 33 expuestos en el apéndice se obtuvieron los datos que se analizaron estadísticamente para ver si existía diferencia estadística significativa para un $\alpha < 0.05$ y 0.01 entre el tratamiento y el testigo, para aumento de peso en las diferentes etapas y global.

Las abreviaturas que a continuación se describen, se van a observar frecuentemente son:

N.S. = No significativo ($P > 0.05$)

** = Altamente significativo ($P < 0.01$)

* = Significativo ($0.05 < P < 0.01$)

Cuadro 17. Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la primera etapa (49 días experimentales), en cerdos machos.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | $P > F$ |
|--------------|------|-------------|-----------|--------|------------|
| Tratamientos | 1 | 4.898438 | 4.898438 | 0.0785 | 0.778 N.S. |
| Eloques | 22 | 1979.742188 | 89.988281 | 1.4423 | 0.198 N.S. |
| Error | 22 | 1372.601563 | 62.390980 | | |
| Total | 45 | 3357.242188 | | | |

C.V. = 18.032%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para aumento de peso en la primera etapa, en machos.

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la segunda etapa (14 días), en cerdos machos.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|-------------|------|------------|-----------|--------|------------|
| Tratamiento | 1 | 6.617676 | 6.617676 | 0.5351 | 0.519 N.S. |
| Bloques | 16 | 174.117676 | 10.882355 | 0.8799 | 0.600 N.S. |
| Error | 16 | 197.882324 | 12.367645 | | |
| Total | 33 | 378.617676 | | | |

C.V. = 29.967%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para aumento de peso en la segunda etapa, en machos.

Cuadro 19. Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la etapa global (63 días), en cerdos machos.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|-------------|------|-------------|-----------|--------|------------|
| Tratamiento | 1 | 36.023438 | 36.023438 | 0.3727 | 0.556 N.S. |
| Bloques | 16 | 1026.117188 | 64.132324 | 0.6635 | 0.790 N.S. |
| Error | 16 | 1546.476563 | 96.654785 | | |
| Total | 33 | 2608.617188 | | | |

C.V. = 18.643%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para aumento de peso en la etapa global, en machos.

Cuadro 20. Comparación de medias para aumento de peso en las etapas y global, entre los tratamientos para cerdos machos.

| Tratamientos | Medias | | |
|------------------|-------------|------------|-----------|
| | 1era. etapa | 2da. etapa | Global |
| T1 (testigo) | 43.478260 | 11.294118 | 51.705383 |
| T2 (tratamiento) | 44.130436 | 12.176471 | 53.764706 |

De una forma general al igual que por etapas no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, por lo cual se puede sugerir que, bajo las condiciones que se desarrolló este experimento, resulta igual entre usar la salinomicina y no hacerlo, así también se observó que para evaluar esta variable no es rigurosamente necesario bloquear por sexo ya que tampoco se encontró diferencia significativa.

No obstante lo anterior, podemos observar en el (Cuadro 20), que la medida global o total fue mayor para el tratamiento que para el testigo, donde hubo una diferencia de 2.058823-kg, donde en dado momento, si se incrementará el número de animales estos resultados podrían ser significativos, ya que son diferentes numéricamente.

Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la primera etapa (49 días experimentales), en cerdos hembras.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|------------|---------|------------|
| Tratamientos | 1 | 904.695313 | 904.695313 | 19.1875 | 0.00 ** |
| Bloques | 22 | 1155.476563 | 52.521664 | 1.1139 | 0.401 N.S. |
| Error | 22 | 1037.304698 | 47.150211 | | |
| Total | 45 | 3097.476563 | | | |

C.V. = 21.142%

Dado que ($P < 0.01$) se deduce que hay diferencia altamente -- significativa para aumento de peso en la primera etapa, en cerdos hembras.

Cuadro 22. Análisis de varianza para la variable aumento de peso para la segunda etapa (14 días), en cerdos hembras.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|-------------|------|-------------|------------|---------|------------|
| Tratamiento | 1 | 15.847 900 | 15.847 900 | 1.91 93 | 0.177 N.S. |
| Bloques | 22 | 192.609 643 | 8.754 938 | 1.0603 | 0.446 N.S. |
| Error | 22 | 181.652100 | 8.256913 | | |
| Total | 45 | 390.108 643 | | | |

C.V. = 33.128%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para aumento de peso en la segunda etapa, en cerdos hembras.

Cuadro 23. Análisis de varianza para la variable aumento de peso para la tercera etapa (14 días), en cerdos hembras.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|-------------|------|------------|----------|--------|------------|
| Tratamiento | 1 | 7.043457 | 7.043457 | 1.6319 | 0.213 N.S. |
| Bloques | 22 | 65.217285 | 2.964422 | 0.6868 | 0.808 N.S. |
| Error | 22 | 94.956541 | 4.316206 | | |
| Total | 45 | 167.217285 | | | |

C.V. = 15.503%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para aumento de peso en la tercera etapa, en cerdos hembras.

Cuadro 24. Análisis de varianza para la variable aumento de peso, para la etapa global (77 días), en cerdos hembras.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|-------------|---------|------------|
| Tratamientos | 1 | 1347.851563 | 1347.851563 | 12.6308 | 0.002 ** |
| Bloques | 22 | 1787.476563 | 81.248932 | 0.7614 | 0.736 N.S. |
| Error | 22 | 2347.648438 | 106.711296 | | |
| Total | 45 | 5482.976563 | | | |

C.V. = 19.483%

Dado que ($P < 0.01$) se deduce que hay diferencia altamente significativa para aumento de peso en la etapa global, en cerdos hembras.

Cuadro 25. Comparación de medias para aumentos de peso en las etapas y total, entre los tratamientos, en cerdos hembras.

| Tratamientos | Medias | | | |
|------------------|-------------|------------|-----------|-----------|
| | 1era. etapa | 2da. etapa | 3er etapa | Global |
| T1 (testigo) | 28.043478 | 8.086957 | 11.478261 | 47.608696 |
| T2 (tratamiento) | 36.913044 | 9.260870 | 12.260870 | 58.434784 |

De una forma general, se encontró una diferencia estadística altamente significativa para el tratamiento (T_2), lo cual se puede sugerir que en cerdos hembras sí es redituable administrar la salinomicina como promotor de crecimiento.

No obstante lo anterior, podemos observar en el (Cuadro 25), que las medias para cada etapa y la global son numéricamente mayores en el tratamiento, por lo cual se verifica el resultado anterior.

Cuadro 26. Análisis de varianza para la conversión alimenticia, para la etapa total (63 días), en cerdos machos.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|----------|----------|---------|------------|
| Tratamientos | 1 | 0.355209 | 0.355209 | 5.7288 | 0.260 N.S. |
| Eloques | 1 | 1.324799 | 1.324799 | 21.3663 | 0.143 N.S. |
| Error | 1 | 0.062004 | 0.062004 | | |
| Total | 3 | 1.742012 | | | |

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para conversión alimenticia para la etapa total, en cerdos machos.

Cuadro 27. Comparación de medias en conversión alimenticia para las etapas y global, entre los tratamientos de cerdos machos.

| Tratamientos | Medias | | |
|---------------------|------------|------------|--------|
| | 1era etapa | 2da. etapa | Global |
| T_1 (testigo) | 3.600 | 5.000 | 4.300 |
| T_2 (tratamiento) | 3.253 | 4.155 | 3.704 |

De una forma global, no se encontró diferencia estadística significativa en conversión alimenticia entre cerdos machos, numéricamente si hubo diferencia y fué mas eficiente en el tratamiento (T_2), en dado momento, si se incrementará el número de animales estos resultados podrían ser significativos.

Cuadro 28. Análisis de varianza para la conversión alimenticia para la etapa global (77 días), en cerdos hembras.

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|----------|----------|--------|------------|
| Tratamientos | 1 | 0.000031 | 0.000031 | 0.0002 | 0.987 N.S. |
| Bloques | 2 | 1.439812 | 0.719906 | 5.2222 | 0.162 N.S. |
| Error | 2 | 0.275711 | 0.137856 | | |
| Total | 5 | 1.715553 | | | |

C.V. = 10.082%

Dado que ($P > 0.05$) se deduce que no hay diferencia significativa para conversión alimenticia para la etapa global, en cerdos hembras.

Cuadro 29. Comparación de medias en conversión alimenticia para las etapas y global, entre los tratamientos, de cerdos hembras.

| Tratamientos | Medias | | | |
|---------------------|------------|------------|------------|--------|
| | 1er. etapa | 2da. etapa | 3ra. etapa | Global |
| T_1 (testigo) | 4.155 | 3.871 | 3.030 | 3.835 |
| T_2 (tratamiento) | 3.650 | 4.413 | 2.978 | 3.631 |

De una forma general no se encontró diferencia estadística

ca significativa en conversión alimenticia entre cerdos hembras, pero numéricamente si hubo diferencia y fué mas eficiente en el tratamiento (T_2).

No obstante lo anterior, pudo oEservarse que los cerdos -- hembras tienen la tendencia de ocupar ligeramente menos canti-- dad de alimento por kilogramo de peso vivo producido.

Bruner y Swiger (1968) analizaron esta característica en un experimento donde estudiaron el efecto del sexo, temporada y raza sobre el aspecto productivo y calidad de la canal, citaron que los cerdos machos tienen una relación alimento/kg. aumentado de 3.355 kg. y las hembras 3.311 kg, asentando que hubo diferen-- cia altamente sîgnificativa debido al sexo, superando los cer-- dos hembras a los cerdos machos castrados.

Meade, et. al., (1972, citado por González Arande, 1983), - en otro experimento, observaron la influencia en la tasa de au-- mento y alimento/kg aumentado de cerdos en etapa de finaliza--- ción, encontraron que los cerdos hembras obtuvieron una rela--- ción alimento/kg aumentado de 3.333 kg, siendo superior a los - machos que alcanzaron una relación de 3.413 kg, encontrando ade-- más diferencias significativas en esta característica debido al sexo.

Análisis económico.

En el análisis económico, solo se va a tomar cuenta los-- antibióticos y promotores de crecimiento, ya que el resto de -- los ingredientes del alimento básicamente son los mismos.

Para la ración testigo el costo de los antibióticos es de \$11,750.00 por tonelada de alimento y en el tratamiento el costo es de \$7,700.00 por tonelada de alimento, habiendo una diferencia de \$4,050.00 a favor del tratamiento.

En lo que respecta a esta prueba se obtuvo una ganancia - en el total, del alimento consumido por los cerdos, de ----- \$33,307.00 a favor del tratamiento comparado con el alimento - del testigo.

En lo referente a la diferencia de aumento de peso corporal de los cerdos, fué a favor del tratamiento experimental teniendo una ganancia de 298 kg. más que el testigo y en cuestión de economía fue \$953,600.00

De una forma total se obtuvo una ganancia de \$986,907.00- por ahorro en la alimentación y por kilos de carne ganados a - favor del tratamiento experimental, esto bajo las condiciones- en las cuales se desarrolló esta prueba.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente experimento y bajo las condiciones específicas en las que se trabajó, se puede extraer las siguientes conclusiones:

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), entre los tratamientos, al analizar la variable aumento de peso por etapas, en cerdos hembras, en la prueba de salinomicina como promotor de crecimiento.

No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), entre los tratamientos, al analizar la variable aumento de peso por etapas, en cerdos machos, en la prueba de salinomicina como promotor de crecimiento, pero si hubo diferencia numérica y fue a favor de la salinomicina.

Igualmente no se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$), al analizar la variable conversión alimenticia, para ambos sexos, en el uso de la salinomicina como promotor de crecimiento. Notándose una diferencia numérica a favor de la salinomicina para ambos sexos.

En el análisis económico se obtuvo una ganancia neta de \$986,907.00 por el ahorro en la alimentación y por los kilos de carne ganados a favor del tratamiento experimental.

Estos resultados no se pueden tomar como absolutos, se sugiere que se siga haciendo más experimentos que nos puedan mostrar resultados diferentes sobre el comportamiento de este promotor de crecimiento.

Para esto queremos dar algunas sugerencias:

- Que se incremente el número de animales, para aumentar su grado de confiabilidad.
- Que la prueba se haga en diferentes épocas del año, para ver la influencia del medio ambiente.
- Si el período de prueba es largo (más de 2 meses), los cerdos que se retrasen separarlos y también quitar su homologo, para que no alteren los resultados finales.
- Que los animales tengan un peso homogéneo, para ambos sexos - al iniciar el trabajo.

RESUMEN

El presente experimento se realizó en las instalaciones del Campo Experimental "El Canadá", propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada sobre la carretera Monterrey Colombia en el Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

Este trabajo consistió en probar la salinomicina como promotor del crecimiento, de cerdos en sus fases de desarrollo y finalización, para lo cual se usaron 92 cerdos de las diferentes cruizas comerciales entre las razas Yorkshire, Landrace, Hampshire y Duroc, de los cuales 46 fueron cerdos machos y 46 fueron cerdos hembras, quedando ubicados en 4 corrales (2 corrales para cerdos machos y 2 corrales para cerdos hembras), para de esta forma poder suministrar a un corral de cerdos machos y uno de cerdos hembras, el alimento convencional más salinomicina a razón de 25 p.p.m. y a los otros dos corrales el alimento convencional solamente.

La duración del trabajo fué de 77 días iniciandose el 13 de mayo y concluyendose el 29 de julio de 1989.

Las variables medidas fueron el incremento de peso por etapas, la conversión alimenticia y el costo económico.

Para el caso del incremento de peso por etapa, se realizaron 3 pesajes individuales para cerdos machos, y en cerdos hembras 4. Para evaluar esta variable se usó el diseño experimental de "Bloques al Azar", siendo un factor el sexo y, el otro, el tipo de alimentación.

No se encontro diferencia estadística significativa para tratamientos en cerdos machos, ($P > 0.05$), pero numéricamente si hubo, por lo tanto podemos deducir que si se realiza este mismo experimento con mayor número de animales es muy probable -- que se haya significación, ya que fue más eficiente el tratamiento.

En el caso de cerdos hembras se encontró que hay diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.01$), para el tratamiento experimental donde se puede sugerir el uso de la salinomicina como promotor de crecimiento en cerdos comerciales.

Para el caso de la conversión alimenticia se uso el diseño experimental de "Bloques al Azar" con 2 tratamientos y 2 repeticiones en cerdos machos y en cerdos hembras 3 repeticiones siendo el bloqueo por sexo.

En conversión alimenticia, en cerdos machos y cerdos hembras, no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$), pero numéricamente, si hubo diferencia y fué más eficiente en el tratamiento experimental para ambos sexos.

En lo que respecta al análisis económico, se obtuvo una ganancia a favor del tratamiento experimental de \$33,307.00 en lo que respecta a alimentación y por kilos de carne ganados -- fué de \$953,600.00, siendo un total de \$986,907.00 a favor del tratamiento experimental.

BIBLIOGRAFIA

- Bayo-N-Ox, S/A. Información científica (M.R. de Bayer Mg-Leverkosen). "Bayo-N/OX un promotor de crecimiento seguro para el hombre y los animales". Reg. S.A.R.H. N²A-0615-100. -- Permiso S.A.R.H. No. 79/002589.
- Bundy, 1971. "Producción Porcina". Compañía Editorial Continental, S.A. 3a. Edición. México. pp. 95-231 y 232.
- Carlson, J.R. 1972. Reguladores del crecimiento. In. Desarrollo y nutrición animal. Editado por F.S.E. Hafez y I.A. Dyer. Traducido por Pedro Ducar Malenda. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 172-190.
- Castell, A.G. 1983. Variabilidad genética y el manejo del pienso. Industria Porcina Vol. I:6-11.
- Cole, H.H. 1973. Producción animal. Ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco, California, U.S.A. pp. 167-175.
- Escamilla, A.L. 1981. El cerdo su cría y explotación. Compañía Editorial Continental, S.A. 17a. edición. México. pp. 101-105.
- García Chávez, F. 1981. "Cría del cerdo, técnica y prácticas modernas". Editorial Mexicanos Unidos. 1a. edición. México. pp. 109.

- Gutiérrez Vela, Carlos. 1976. "Prueba comparativa de 3 alimentos comerciales en la engorda de cerdos". Tesis F.A.U.A.-N.L., Monterrey, N.L. México. pp. 30-40.
- Lezcano et. al. 1978. Resultados del comportamiento de la ceba de los cerdos de diferentes sexos criados juntos o separados. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. Vol. 12:157-163.
- Mead, D.J. 1980. Necesidades de proteína del cerdo en crecimiento. Porciram, 72(6). México. pp. 31-50.
- Morgan, J.T. 1965. Nutrición de cerdos y aves. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp. 22-29.
- Mynard, 1981. Nutrición animal. Editorial Mc. Graw 769, 7a. Edición. México. pp. 381-392.
- O'Connor, J.J. 1980. Mechanisms of action of growth promoting agents in ruminant and single stomach animals. In. Growth in Animals. Ed. T.L.J. Lawrence. Ed. Fetter worths. London Boston. pp. 189-227
- Pfizer, Inc. 1982. Posistac-Salinomicina. Boletín Técnico Pfizer, Inc. New York. No. publicado.
- Pfizer, S.A. de C.V. S/A. Servicio de información técnica. ---

Depto. Técnico Carr. México-Toluca Km. 63.5. Toluca Edo. -
de México.

Pinheiro, L.D. 1973. "Los cerdos". Ed. Hemisferio Sur, 1a. edi
ción. Buenos Aires, Argentina. pp. 323-331.

Pond, V.G. y Maner, J.F. 1976. Producción de cerdos en climas-
templados y trópicos. Ed. Acribia. Zaragoza (España). pp.
132-139.

Sharda, 1982. Effect of sex on the performance of mar^b t i s.
Animal Breeding abstracts 50(12):869.

Shields, R.G. Jr. y D.C. Mañan. 1980. Effect of protein sequence
on performance and carcass characteristics of growing-
finishing swine. Jour. Anim. Sci. 51(5-6):1340.

Síntesis Porcína, 1984. "El crecimiento en los cerdos". Ed. -
Año Dos Mil, 7(6). México. pp. 33-35.

Síntesis Porcína, 1984. "De moda el cerdo pesado". Ed. Año Dos
Mil, 3(2). México. pp. 36-38.

Tjong et. al., 1973. Effects of protein level sequence sex on-
rate and efficiency of gain of growing swine and carcass-
characteristics, including composition of lean tissue ---
Jour Anim. Sci. 35(4): 260-265.

Whittemore, C.T. y Elsey, F.W. 1978. "Alimentación práctica del cerdo". Ed. Aedos, Barcelona, España. pp. 94-97.

Zertz, 1969. "Vademecum del productor de cerdos". Ed. Acribia. Zaragoza, España. pp. 32-48.

A P E N D I C E

Cuadro 30. Pesos iniciales, intermedios y finales de los lotes de cerdos machos, probados en el experimento.

| Testigo | | | Tratamiento | | | | |
|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|----------|
| Ident. | P. inicial | P. inter. | P. final | Ident. | P. inicial | P. inter. | P. final |
| 1 | 40 | 99 | - | 1 | 41 | 94 | - |
| 2 | 41 | 95 | - | 2 | 42 | 93 | - |
| 3 | 43 | 96 | - | 3 | 44 | 96 | - |
| 4 | 44 | 95 | - | 4 | 43 | 97 | - |
| 5 | 45 | 93 | - | 5 | 45 | 93 | - |
| 6 | 46 | 94 | - | 6 | 45 | 95 | - |
| 7 | 27 | 74 | 90 | 7 | 27 | 62 | 2 |
| 8 | 30 | 63 | 74 | 8 | 31 | 81 | 0 |
| 9 | 31 | 73 | 91 | 9 | 32 | 69 | 6 |
| 10 | 33 | 75 | 90 | 10 | 33 | 75 | 90 |
| 11 | 33 | 68 | 79 | 11 | 33 | 74 | 93 |
| 12 | 34 | 74 | 80 | 12 | 34 | 65 | 78 |
| 13 | 35 | 62 | 70 | 13 | 36 | 81 | 93 |
| 14 | 38 | 80 | 92 | 14 | 39 | 87 | 94 |
| 15 | 33 | 67 | 80 | 15 | 33 | 65 | 74 |
| 16 | 35 | 72 | 79 | 16 | 35 | 71 | 82 |
| 17 | 39 | 71 | 80 | 17 | 39 | 95 | 106 |
| 18 | 39 | 93 | 104 | 18 | 39 | 85 | 96 |
| 19 | 39 | 83 | 94 | 19 | 39 | 63 | 74 |
| 20 | 41 | 93 | 106 | 20 | 41 | 87 | 94 |
| 21 | 41 | 83 | 94 | 21 | 41 | 93 | 104 |
| 22 | 43 | 90 | 96 | 22 | 42 | 73 | 90 |
| 23 | 45 | 92 | 96 | 23 | 45 | 100 | 111 |
| | 875 | 1875 | 1495 | | 879 | 1894 | 1533 |
| \bar{x} | 38.045 | 81.521 | 87.941 | \bar{x} | 38.217 | 82.3478 | 90.1764 |

Cuadro 31. Pesos iniciales, intermedios y finales de los lotes de cerdos hembras, probados en el experimento.

| Testigo | | | | | Tratamiento | | | | |
|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------------|--------|--------|--------|----------|
| Ident. | P.inicial | P.inter. | P.inter. | P.final | Ident. | P.inj | P. int | P. int | P. final |
| 1 | 25 | 51 | 64 | 74 | 1 | 25 | 59 | 68 | 80 |
| 2 | 26 | 52 | 55 | 68 | 2 | 27 | 56 | 65 | 76 |
| 3 | 29 | 62 | 69 | 79 | 3 | 30 | 81 | 95 | 107 |
| 4 | 30 | 62 | 69 | 80 | 4 | 31 | 73 | 83 | 94 |
| 5 | 31 | 62 | 66 | 76 | 5 | 31 | 68 | 76 | 89 |
| 6 | 31 | 60 | 68 | 79 | 6 | 32 | 77 | 87 | 99 |
| 7 | 33 | 65 | 74 | 89 | 7 | 33 | 73 | 81 | 95 |
| 8 | 33 | 59 | 67 | 78 | 8 | 34 | 69 | 76 | 6 |
| 9 | 34 | 74 | 88 | 100 | 9 | 34 | 85 | 98 | 8 |
| 10 | 34 | 60 | 67 | 78 | 10 | 35 | 74 | 80 | 95 |
| 11 | 35 | 71 | 78 | 91 | 11 | 35 | 75 | 84 | 96 |
| 12 | 36 | 67 | 74 | 86 | 12 | 37 | 82 | 94 | 108 |
| 13 | 25 | 50 | 59 | 72 | 13 | 26 | 59 | 71 | 84 |
| 14 | 29 | 57 | 66 | 80 | 14 | 29 | 53 | 62 | 74 |
| 15 | 29 | 53 | 60 | 71 | 15 | 29 | 59 | 62 | 74 |
| 16 | 30 | 63 | 73 | 87 | 16 | 31 | 61 | 67 | 79 |
| 17 | 31 | 62 | 70 | 84 | 17 | 31 | 56 | 62 | 73 |
| 18 | 31 | 58 | 63 | 74 | 18 | 31 | 65 | 74 | 85 |
| 19 | 32 | 51 | 65 | 70 | 19 | 32 | 70 | 80 | 94 |
| 20 | 32 | 62 | 72 | 86 | 20 | 32 | 61 | 68 | 80 |
| 21 | 33 | 50 | 54 | 63 | 21 | 33 | 74 | 86 | 99 |
| 22 | 33 | 66 | 78 | 91 | 22 | 34 | 65 | 76 | 89 |
| 23 | 34 | 44 | 48 | 55 | 23 | 35 | 81 | 94 | 107 |
| | 716 | 1361 | 1547 | 1811 | | 727 | 1576 | 1789 | 2071 |
| \bar{x} | 31.130 | 59.1739 | 67.2608 | 78.73913 | \bar{x} | 31.666 | 68.521 | 77.782 | 90.043 |

Cuadro 32. Aumento de peso por etapa y global de los cerdos machos, probados en el experimento.

| Testigo | | | Tratamiento | | | | |
|-----------|-----------|-----------|--------------|--------|-----------|-----------|--------|
| Ident. | 1a. etapa | 2a. etapa | Etapa global | Ident. | 1a. etapa | 2a. etapa | Global |
| 1 | 59 | - | - | 1 | 53 | - | - |
| 2 | 54 | - | - | 2 | 51 | - | - |
| 3 | 53 | - | - | 2 | 52 | - | - |
| 4 | 51 | - | - | 4 | 54 | - | - |
| 5 | 48 | - | - | 5 | 48 | - | - |
| 6 | 48 | - | - | 6 | 50 | - | - |
| 7 | 47 | 16 | 63 | 7 | 35 | 10 | 45 |
| 8 | 33 | 11 | 44 | 8 | 50 | 15 | 65 |
| 9 | 42 | 18 | 60 | 9 | 37 | 17 | 54 |
| 10 | 42 | 15 | 57 | 10 | 42 | 15 | 57 |
| 11 | 35 | 11 | 46 | 11 | 41 | 19 | 60 |
| 12 | 40 | 6 | 46 | 12 | 31 | 13 | 44 |
| 13 | 27 | 8 | 35 | 13 | 45 | 12 | 57 |
| 14 | 42 | 12 | 54 | 14 | 48 | 7 | 55 |
| 15 | 34 | 13 | 47 | 15 | 32 | 9 | 41 |
| 16 | 37 | 7 | 44 | 16 | 36 | 11 | 47 |
| 17 | 32 | 9 | 41 | 17 | 56 | 11 | 67 |
| 18 | 54 | 11 | 65 | 18 | 46 | 11 | 57 |
| 19 | 44 | 11 | 55 | 19 | 24 | 11 | 35 |
| 20 | 52 | 13 | 65 | 20 | 46 | 7 | 53 |
| 21 | 42 | 11 | 53 | 21 | 52 | 11 | 63 |
| 22 | 47 | 6 | 53 | 22 | 31 | 17 | 48 |
| 23 | 37 | 14 | 51 | 23 | 55 | 11 | 66 |
| | 1000 | 192 | 879 | | 1015 | 207 | 914 |
| \bar{x} | 41.478 | 11.294 | 51.705 | | 44.130 | 12.176 | 53.764 |

Cuadro 33. Aumento de peso por etapas y global de los cerdos hembras, probados en el experimento.

| Testigos | | | | | Tratamiento | | | | |
|-----------|----------|-------|---------|--------|-------------|--------|-------|--------|--------|
| Etapas | | | | | Etapas | | | | |
| Indet. | 1a. | 2a. | 3a. | Global | Indet. | 1a. | 2a. | 3a. | Global |
| 1 | 26 | 13 | 10 | 49 | 1 | 34 | 9 | 12 | 55 |
| 2 | 26 | 3 | 13 | 42 | 2 | 29 | 9 | 11 | 49 |
| 3 | 33 | 7 | 10 | 50 | 3 | 51 | 14 | 12 | 77 |
| 4 | 32 | 7 | 11 | 50 | 4 | 42 | 10 | 11 | 63 |
| 5 | 31 | 4 | 10 | 45 | 5 | 37 | 9 | 13 | 58 |
| 6 | 29 | 8 | 11 | 48 | 6 | 45 | 10 | 12 | 67 |
| 7 | 32 | 9 | 15 | 56 | 7 | 40 | 8 | 14 | 62 |
| 8 | 26 | 8 | 11 | 45 | 8 | 35 | 7 | 10 | 52 |
| 9 | 40 | 14 | 12 | 66 | 9 | 51 | 13 | 10 | 74 |
| 10 | 26 | 7 | 11 | 44 | 10 | 39 | 6 | 15 | 60 |
| 11 | 36 | 7 | 13 | 56 | 11 | 40 | 9 | 12 | 61 |
| 12 | 31 | 7 | 12 | 50 | 12 | 45 | 12 | 14 | 71 |
| 13 | 25 | 9 | 13 | 47 | 13 | 33 | 12 | 13 | 58 |
| 14 | 28 | 9 | 14 | 51 | 14 | 24 | 9 | 12 | 45 |
| 15 | 24 | 7 | 11 | 42 | 15 | 30 | 3 | 12 | 45 |
| 16 | 33 | 10 | 14 | 57 | 16 | 30 | 6 | 12 | 48 |
| 17 | 31 | 8 | 14 | 53 | 17 | 25 | 6 | 11 | 42 |
| 18 | 27 | 5 | 11 | 43 | 18 | 34 | 9 | 11 | 54 |
| 19 | 19 | 14 | 5 | 38 | 19 | 38 | 10 | 14 | 62 |
| 20 | 30 | 10 | 14 | 54 | 20 | 29 | 7 | 12 | 48 |
| 21 | 17 | 4 | 9 | 30 | 21 | 41 | 12 | 13 | 66 |
| 22 | 33 | 12 | 13 | 58 | 22 | 31 | 11 | 13 | 55 |
| 23 | 10 | 4 | 7 | 21 | 23 | 46 | 13 | 13 | 72 |
| | 645 | 186 | 264 | 1095 | | 849 | 213 | 282 | 1344 |
| \bar{x} | 28.04334 | | 11.4782 | | | 36.913 | | 12.260 | |
| | | 8.096 | | 47.608 | | | 9.260 | | 58.434 |

