

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TRES NIVELES DE CALCIO Y FOSFORO
EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN ENGORDA

TRABAJO PRACTICO

(OPCION V)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

MATEO SALAZAR SALAZAR

T
SF396
.M6
S3
c.1

MAYO DE 1985.

ER

E

T
SF396
.M6
S3
C.1



1080063065

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE TRES NIVELES DE CALCIO Y FOSFORO
EN LA ALIMENTACION DE CERDOS EN ENGORDA

TRABAJO PRACTICO

(OPCION V)

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

MATEO SALAZAR SALAZAR

MARIN, N.L.

MAYO DE 1985.

BIBLIOTECA AGRONOMA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

6551 *SM*

T
SF396
-M6
S3



040 636
FA12
1985
C5

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

SR. MATEO SALAZAR CANTU (+)

SRA. SEVERA SALAZAR DE SALAZAR

Por guiarme siempre por el camino
del trabajo y honradez.

A MIS HERMANOS:

JACINTO

YOLANDA

ELODIA

ROBERTO

GLORIA

MANUEL

ROCELIO

JOSE LUIS

MARIA AIDA

JAIME

Con el cariño y afecto
de siempre.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR:

ING. ARNOLDO J. TAPIA V.

Por su apoyo y valiosa orientación
en la realización de este trabajo.

AL M.V.Z. M.Sc. RUPERTO CALDERON ESPEJEL

Por su colaboración y consejos brindados.

A TODOS MIS MAESTROS:

Por haber contribuido en mi
formación profesional.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Que de una u otra forma
contribuyeron durante la
realización de mi carrera.

I N D I C E

| | PAGINA |
|--|--------|
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| II. LITERATURA REVISADA..... | 4 |
| A.- Requerimientos Minerales..... | 4 |
| B.- Funciones del calcio y fósforo..... | 6 |
| C.- Fuentes de calcio y fósforo..... | 11 |
| D.- Relación entre calcio y fósforo..... | 16 |
| III. MATERIALES Y METODOS..... | 22 |
| A.- Ubicación..... | 22 |
| B.- Materiales..... | 22 |
| C.- Tratamientos..... | 23 |
| D.- Manejo de los animales..... | 23 |
| E.- Método..... | 24 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 29 |
| A.- Aumentos de peso..... | 29 |
| B.- Conversión alimenticia..... | 30 |
| V. RESUMEN..... | 32 |
| VI. BIBLIOCRAFIA..... | 34 |

INDICE DE TABLAS

| TABLA | | PAGINA |
|-------|--|--------|
| 1 | Principales necesidades minerales de cerdos en engorda en sus diferentes etapas de crecimiento, según la National Research Council (N.R.C.) y la Universidad de Texas A & M..... | 5 |
| 2 | Algunos alimentos y suplementos minerales y el porciento de calcio y fósforo que contienen, según Cunha, 1977 y la N.R.C. 1979. | 15 |
| 3 | Nutrientes que componen las raciones utilizadas en el experimento y sus cantidades expresadas en kilogramos..... | 25 |
| 4 | Ración del tratamiento 1 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo..... | 26 |
| 5 | Ración del tratamiento 2 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo..... | 27 |
| 6 | Ración del tratamiento 3 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo..... | 28 |
| 7 | Efecto de tres niveles de calcio y fósforo en la alimentación de cerdos en engorda, sobre los aumentos de peso diario y la conversión alimenticia..... | 31 |

I. INTRODUCCION

El creciente índice de expansión demográfica que se registra en el mundo, exige cada vez mayor disponibilidad de alimentos esenciales para la dieta humana.

Siendo la carne de cerdo una de las principales para el consumo humano y debido al aumento en la demanda de carne en los principales centros de consumo, ha obligado a que las explotaciones porcinas vayan en aumento.

Aunque la porción principal de la dieta de los animales está constituida por energía y proteína, los elementos minerales son de gran importancia para un buen crecimiento y una buena reproducción. La mayoría de las fuentes de energía y de proteína proporcionan algunos minerales, aunque con frecuencia es preciso suplementar la dieta con minerales específicos.

La importancia de la adición de minerales traza en la dieta se ha venido incrementando en los últimos años, debido a cambios en la alimentación, sistemas de confinamiento y de manejo. Algunos de los cambios más importantes se citan a continuación:

1. Los sistemas de confinamiento total; que impiden el acceso del cerdo al suelo y cultivo (material vegetativo) que

le podrían proveer de minerales.

2. La mínima utilización de múltiples fuentes de proteína en las dietas. La harina de soya es generalmente la única fuente de proteína que se utiliza. Cuando se utilizan varias fuentes de proteína se complementan entre sí para proveer minerales adecuados.

3. Destete precoz. Los destetes a las tres o cuatro semanas cada vez son más comunes. A medida que decrece la edad al destete, la calidad de la dieta con respecto a todos los nutrientes se vuelve más crítica. Las diarreas después del destete que frecuentemente acompañan un destete precoz reduce la absorción de nutrientes debido a los cambios patológicos en las vellosidades intestinales.

Tomando en cuenta que la alimentación del cerdo representa un 80% del costo total, puede comprenderse el porque de la necesidad de conocer y balancear de una forma adecuada todos los nutrientes requeridos dentro de una ración para aumentar al máximo la producción.

La carencia o insuficiencia de ciertos minerales en las raciones provocan consecuencias desagradables para la productividad de los cerdos, tales como crecimiento mediocre, mayor sensibilidad a las enfermedades infecciosas, inadecuada utili-

zación de el ali ento, etc.

Cuando se administran suplementos de calcio y fósforo es importante considerar la relación que debe de tener el uno con el otro ya que una alteración de esta relación puede ser tan perjudicial como una deficiencia de cualquiera de los dos elementos.

Debido a lo anterior se decidió llevar a cabo este trabajo, el cual tiene como objetivo evaluar los niveles de calcio y fósforo más adecuados para una mejor producción y determinar las siguientes variables:

- Aumentos diarios de peso.
- Conversión alimenticia.

Como respuesta a la adición de calcio y fósforo en la ración para cerdos en crecimiento, además se observará la incidencia de cualquier tipo de enfermedad o anomalía dentro de los lotes en estudio.

II. LITERATURA REVISADA

A.- Requerimientos Minerales.

Además de los principios alimenticios tales como proteínas, carbohidratos, grasas, fibra y vitaminas, los seres vivos necesitan, para que sus funciones se desarrollen normalmente, de sustancias minerales.

Las cantidades en que estos elementos minerales entran en la alimentación animal (Flores y Agraz, 1979), son muy pequeñas, no obstante, las funciones de algunos de ellos son tan manifiestas, que con una ligera deficiencia o con un exceso en la administración, provocan trastornos graves que se reflejan preferentemente en retardos de crecimiento y posteriormente podrían causar la muerte.

La National Research Council (1979) y la Universidad de Texas A & M, nos muestran en la tabla 1, las necesidades minerales que tienen los cerdos de engorda en sus diferentes etapas de crecimiento.

El calcio y el fósforo son los dos minerales más abundantes del cuerpo (Tanksley, 1979) y probablemente los dos más irportantes. Para el máximo rendimiento son necesarios niveles mínimos de cada uno de ellos, así como de una buena relación del uno con el otro.

TABLA 1. Principales necesidades minerales de cerdos en engorda en sus diferentes etapas de crecimiento, según la National Research Council (N.R.C.) y la Universidad de Texas A & M.

| Mineral | Unidades | NRC | A&M | NRC | A&M | NRC | A&M |
|-----------|----------|------|------|------|------|------|------|
| Hierro | gr. | 72.6 | 90.8 | 45.4 | 90.8 | 36.3 | 90.8 |
| Zinc | gr. | 72.6 | 90.8 | 45.4 | 90.8 | 45.4 | 90.8 |
| Cobre | gr. | 4.5 | 9.08 | 2.7 | 9.08 | 2.7 | 9.08 |
| Manganeso | gr. | 2.7 | 18.2 | 1.8 | 18.2 | 1.8 | 18.2 |
| Yodo | mg. | 127 | 545 | 127 | 545 | 127 | 545 |
| Selenio | mg. | 136 | 91 | 136 | 91 | 91 | 91 |
| Calcio | % | .65 | .70 | .55 | .70 | .50 | .70 |
| Fósforo | % | .55 | .55 | .45 | .55 | .40 | .55 |
| Sal | % | - | .35 | - | .35 | - | .35 |

Muchos investigadores en cerdos (Goihl, 1981) han conducido experimentos sobre el aprovechamiento del calcio y fósforo y algunos de los resultados obtenidos han sido los siguientes:

- Los cerdos harán más eficiente el uso del calcio y fósforo siempre y cuando la relación que exista entre ellos se mantenga entre un rango de 1:1 ó 1.4:1.

- El porcicultor deberá tener siempre en cuenta que los requerimientos sugeridos por la National Research Council están basados principalmente en alimentos hechos con harina de maíz y soya.

- Algunos investigadores han concluido que los machos enteros, los cuales normalmente crecen más rápido, consumen menos alimento por unidad de peso y que son más magros que los machos castrados y hembras para reposición, requieren de niveles más altos de calcio y fósforo.

Escoboza (1984) menciona que los minerales deben ser incluidos en la dieta; no pueden ser sintetizados; en la ración deben considerarse los minerales aportados por el agua, alimento y los que son suplementados en la premezcla. El agua es una fuente importante de minerales y puede influir grandemente sobre la disponibilidad biológica de los elementos en la ración.

B.- Funciones del calcio y del fósforo.

a) Calcio

El calcio es el elemento mineral más abundante en el organismo animal. Es un componente importante de los dientes y del esqueleto, en los que se encuentra el 99% del calcio total del organismo, y además es un componente esencial de la mayoría de las células orgánicas. Actúa en la regulación de la excitabilil

dad del sistema nervioso; es necesario para el funcionamiento normal del músculo cardíaco e interviene en la coagulación de la sangre. Se encuentra en el plasma, en cantidad de 8 a 10 mg por cada 100 ml de plasma (McDonald, 1979).

Para lograr una utilización adecuada del calcio y del fósforo (Cunha, 1977) se debe cumplir con tres condiciones que son:

- Hay que suministrar una cantidad suficiente de calcio y fósforo.
- Debe de haber una relación adecuada entre el calcio y el fósforo.
- La vitamina "D" debe estar presente en suficiente cantidad.

Una deficiencia de vitamina D disminuye la utilización del calcio y del fósforo, aún cuando los otros factores sean óptimos. La vitamina D es por lo tanto un factor vital en la absorción y utilización del calcio y fósforo por el organismo.

Maynard y Loosli (1975) concuerdan en que pueden producir se efectos perjudiciales como consecuencia de la ingestión excesiva de calcio, por "excesiva" nos referimos a cantidades marcadamente superiores a las necesidades del organismo. Se han producido experimentalmente síntomas de deficiencia de Mg,

He, I, Mn, Zn o Cu cuando se daban cantidades de calcio muy superiores a las requeridas por el animal. Los resultados experimentales muestran que el aumento en el contenido de calcio en la dieta por encima de las necesidades, sin aumentar la dosis de Zn, da como consecuencia una seria Paraqueratosis del cerdo, y que altos niveles de calcio, de fósforo o de ambos en las raciones del cerdo intensifican el efecto de la deficiencia de Mg.

Cuando los animales jóvenes no disponen en período de crecimiento de la cantidad de calcio necesaria en la dieta (McDonald, 1979), el hueso no puede formarse normalmente y se produce raquitismo. Los síntomas del raquitismo son: huesos deformes, aumento de tamaño de las articulaciones, cojera y rigidez. En los animales adultos la deficiencia de calcio produce Osteomalacia, en la cual el calcio que se moviliza de los huesos no es reemplazado. En la Osteomalacia los huesos se debilitan y se rompen con facilidad.

Los investigadores tradicionalmente determinan la composición y la fortaleza de los huesos para poder averiguar los requerimientos de calcio y fósforo en cerdos (Harmon et al. 1970). No obstante, con la presentación de la enfermedad llamada Rinⁱtis Atrófica, ha estimulado el interés de investigadores para estudiar los cornetes o conchas nasales como una medida de la

utilización y metabolismo del calcio y fósforo. Estos huesos tienen poco valor de la canal y se pueden remover fácilmente para ser analizados.

La Rinitis Atrófica es una enfermedad del cerdo, caracterizada por atrofia de los cornetes nasales con retracción de la trompa y a veces desviación lateral de la misma. Se ha visto que el crecimiento de los animales es más lento y las pérdidas económicas por este concepto se pueden elevar hasta un 33%. Los agentes causales de esta enfermedad (Switzer, 1970 citado por Hsu et al. 1976) son la Bordetella bronchiseptica, Pasteurella multocida y por algunos agentes filtrables.

Libtrap et al. (1970) y Libal et al. (1969) al estudiar los efectos que traen como consecuencia la aplicación de diferentes niveles de calcio y fósforo en cerdos en crecimiento, encontraron que cuando se adicionaban niveles altos de calcio y fósforo en la ración, disminuía la incidencia de Rinitis Atrófica.

b) Fósforo

En el organismo animal el fósforo y el calcio guardan estrecha relación (McDonald, 1979). El fósforo además de en el hueso, se encuentra en las fosfoproteínas, en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos. Este elemento juega un importante

papel en el metabolismo de los carbohidratos al formar las hexafosfatos y los adenosindi- y trifosfatos. El contenido de fósforo en el organismo es inferior al del calcio. El fósforo que forma parte de los dientes y los huesos representa el 80% del fósforo total del organismo. El contenido de fósforo del suero sanguíneo animal oscila entre 4 y 12 mg por cada 100 ml.

Cromwell et al. (1970) al realizar experimentos sobre los niveles de fósforo en cerdos, reportan que la eficiencia en aumentos de peso y el porcentaje en el contenido de cenizas de los cornetes nasales y huesos metacarpianos, no fueron significativamente aumentados, al incrementar los niveles de fósforo por arriba de los niveles recomendados por la National Research Council (1968), para cerdos en crecimiento. No obstante, una deficiencia de fósforo, trajo como consecuencia bajos aumentos de peso, la canal con mucha grasa, mayor contenido de cenizas en los huesos metacarpianos y una marcada reducción del contenido de cenizas de los cornetes nasales.

Puesto que el fósforo es necesario para la formación del hueso, su deficiencia puede producir Raquitismo y Osteomalacia (McDonald, 1979). Cuando la dieta del ganado es pobre en fósforo, se observan alteraciones en el apetito o "pica", los animales se vuelven voraces y mastican madera, huesos, trapos u otras cosas extrañas. La "pica" no es señal específica de

carencia de fósforo, pues puede ser provocada también por otros factores. En la deficiencia crónica del fósforo los animales muestran debilidad muscular, rigidez de las articulaciones, un crecimiento inferior al normal en los animales jóvenes y poca ganancia de peso en los adultos.

C.- Fuentes de calcio y fósforo.

Los diversos concentrados alimenticios y los forrajes varían mucho en su contenido de calcio y fósforo (Maynard, 1975). Algunas combinaciones aportan cantidades suficientes de estos elementos; otros son deficientes. Importa, pues, para la nutrición adecuada en calcio y fósforo, conocer la composición de los alimentos comunes. Este conocimiento permite a quien formula raciones, considerar los minerales a la par de las proteínas y valores energéticos, y facilita la determinación de que tanta cantidad de esos elementos se deben añadir a la ración.

Los granos de cereales son todos pobres en calcio. Las semillas de leguminosas, en especial la soya, tienen mayor riqueza de ese elemento, y así mismo las harinas de tortas oleaginosas. Todas las semillas y sus productos derivados se clasifican como fuentes pobres en calcio con respecto a los requerimientos del organismo de los animales.

Cromwell et al. (1970) realizaron un experimento para es-

tudiar los efectos de los niveles diferentes de calcio y fósforo en una dieta compuesta principalmente de ingredientes vegetales, para determinar el porcentaje y eficiencia de aumentos de peso, características de la canal y la mineralización de los huesos en el período de crecimiento-acabado. Encontraron que aquellas raciones compuestas principalmente por granos de cereales y proteínas vegetales, proporcionaban una gran cantidad de fósforo en forma orgánica, la cual, en gran parte no se encuentra en forma asimilable por el cerdo.

Hart, citado por Maynard y Loosli (1975) señala que alrededor de la mitad o más del fósforo de los granos de cereales se encuentra en la forma de fitina. Esta es la vitamina inositol combinada con el fósforo y otros elementos minerales. Estudios realizados indican que el fósforo de la fitina puede ser utilizado por el cerdo siempre y cuando se encuentre una buena cantidad de vitamina D en la ración.

Haresign y Lewis (1979) al estudiar sobre el fósforo y la manera de como es aprovechable por el cerdo, encontraron que las dos formas en que se encuentra el fósforo disponible en las raciones son:

- El fósforo de la fitina de cereales y semillas oleaginosas.
- El fósforo de los suplementos minerales.

Por otra parte, Moore y Tyler (1979) citados por Bayley y Thomson (1969) investigaron la utilización del fósforo de la fitina en el tracto digestivo del cerdo y encontraron que éste era utilizado en mayores proporciones en aquellas raciones que eran suplementadas con fosfato de calcio.

Plumlee et al., citados por Newman y Elliot (1976) confirman que las raciones en base a harina de soya y maíz, para cerdos en la etapa de crecimiento-acabado, deberán ser suplementadas con fosfato dicálcico, como la fuente primaria de fósforo inorgánico; ya que encontraron que la roca fosfórica con un 13% de fósforo se comportaba igual que la harina de hueso, pero era menos eficiente en comparación con aquellas raciones que contenían fosfato dicálcico como fuente primaria de fósforo.

Partridge (1981) realizó un experimento comparando la roca fosfórica defluorinada y el fosfato dicálcico en raciones que conteían leche en polvo desnatada o harina de frijol de soya como las principales fuentes de suplementación protéica para cerdos destetados a temprana edad; y encontró que la roca fosfórica defluorinada y el fosfato dicálcico eran dos fuentes muy buenas de fósforo en raciones para cerdos de destete precoz, de las cuatro semanas a los 50 Kg de peso vivo. No obstante, encontró que la absorción de calcio se vio disminuida cuando parte de este calcio fue suplementado con roca fosfórica,

comparada con fosfato dicálcico, aunque esto sólo ocurrió en el período de 9 semanas de edad a los 50 Kg de peso vivo. Esto se debió a que las raciones que contenían roca fosfórica contenían menos roca caliza en comparación con las que tenían fosfato dicálcico.

Las raciones porcinas son con mayor frecuencia deficientes en calcio que en fósforo (Cunha, 1977). Esto debido a que los granos y los suplementos protéicos representan una gran proporción de los alimentos consumidos por estos animales. Los granos son una excelente fuente de fósforo y los suplementos protéicos lo contienen en buena proporción; por ello, una ración equilibrada contiene ordinariamente casi suficiente fósforo para cubrir las necesidades del cerdo. El contenido de calcio y fósforo de algunos de los elementos de la ración se muestran en la tabla 2.

Bertelsen (1981) asegura que el polifosfato de amonio es una alternativa satisfactoria para reemplazar al fosfato dicálcico como fuente de fósforo para cerdos en la etapa de crecimiento-acabado.

Ross et al. (1984) al estudiar algunas fuentes y el tamaño de partículas sobre la disponibilidad biológica del calcio para cerdos en crecimiento, concluyó que, los granos de cerea-

TABLA 2. Algunos alimentos y suplementos minerales y el porcentaje de calcio y fósforo que contienen, según Cunha, 1977 y la N.R.C. 1979.

| | Calcio % | Fósforo % |
|--|-------------|--------------|
| Salvado de trigo, 15% de proteína | 0.10 | 1.20 |
| Harina de semilla de algodón, 41/ de proteína | 0.20 | 1.10 |
| Leche descremada en polvo, 34% de proteína | 1.30 | 1.00 |
| Harina de linaza, extracción por solvente, 36% de proteína | 0.40 | 0.90 |
| Harina de extracción de soya por solvente, 45% de proteína | 0.25 | 0.60 |
| Glúten de maíz, 22% de proteína | 0.20 | 0.60 |
| Harina de pescado, 60% de proteína | 5.00 | 3.25 |
| Harina de carne con hueso, 50% de proteína | 10.00 | 4.80 |
| Cebada | 0.08 | 0.30 |
| Avena | 0.10 | 0.35 |
| Maíz amarillo | 0.02 | 0.25 |
| Trigo de invierno o primavera | 0.05 | 0.40 |
| Harina de alfalfa deshidratada, 17% de proteína | 1.60 | 0.20 |
| Sorgo | 0.04 | 0.29 |
| Harina de huesos al vapor | 30.00 | 13.9 |
| Superfosfato defluorinado | 28.3 | 12.3 |
| Fosfato mineral defluorinado | 21.0 | 9.0 |
| Fosfato dicálcico | 26.5 | 20.5 |
| Fosfato monocálcico | 16.0 | 24.0 |
| Fosfato monosódico | - | 22.4 |
| Fosfato disódico | - | 8.6 |
| Piedra caliza | 38.3 | - |
| Carbonato de calcio | 40.0 | - |
| Acido fosfórico | - | 31.6 |

les y la harina de soya tienen poca cantidad de calcio; por lo tanto, aquellas raciones que contienen estos ingredientes deberán ser suplementados con cantidades de calcio (0.35 a 0.70%) suficientes para llenar los requerimientos de los cerdos. La roca caliza es uno de los suplementos más utilizados. Algunas fuentes menos utilizadas son la piedra caliza dolomítica, yeso (sulfato de cal), polvo de mármol, argonita, conchas de ostra, etc.

D.- Relación entre calcio y fósforo.

Cuando se suministran suplementos de calcio y/o fósforo es indispensable considerar la relación adecuada en que deben encontrarse dentro de la ración, ya que una alteración de esta relación puede ser tan perjudicial como una deficiencia o exceso de cualquiera de los dos elementos.

Nimmo et al. (1980) trabajaron con 96 cerdos cruzados, de 8 Kg de peso promedio. Se pusieron en tres lotes y se suplementaron con tres niveles de calcio y fósforo. Las variables a medir fueron ver el efecto de diferentes niveles de calcio y fósforo sobre aumentos diarios de peso, consumo diario y conversión alimenticia. El lote uno fue suplementado con 0.65% de Ca: 0.50% de P; el lote dos con 0.975% Ca: 0.75% P y el lote tres con 1.3% Ca: 1.0% P. Durante el período de

crecimiento de 8 a 41.5 Kg no se encontraron diferencias significativas en aumentos diarios de peso (0.55, 0.58, 0.55); consumo diario (1.17, 1.23, 1.16) ni en conversión alimenticia (2.08, 2.16, 2.10) en cada uno de los lotes respectivamente.

Pond et al. (1975) realizaron un experimento con 120 cerdos destetados Yorkshire, libres de Neumonia mycoplásmica. Los dividieron al azar en dos grupos a las 4 a 6 semanas de edad. Un grupo fue suplementado con un nivel alto de Ca y P (1.2% Ca: 1.0% P) y el otro con un nivel "normal" (0.5% Ca: 0.4% P), esto fue con una alimentación a base de maíz y harina de soya hasta la venta. Se determinó el efecto de diferentes niveles de calcio y fósforo sobre aumentos de peso, conversión alimenticia y contenido de minerales en el hígado y en los huesos; no hubo efectos significativos en los resultados.

Maxson (1982) reportó que un 0.65% de calcio y un 0.5% de fósforo son los adecuados para tener el máximo de crecimiento, aumentos diarios de peso, rendimiento del cerdo; pero no para una adecuada mineralización de los huesos en la etapa de los 18 a 56 Kg de peso. Para asegurar una buena reproducción recomienda que cerdas jóvenes que servirán de reemplazo consuman 0.8% de calcio y 0.6% de fósforo.

Stockland y Blaylock (1973) trabajaron con 84 cerdos York s'hire que pesaron inicialmente 27 Kg, para determinar los requerimientos de calcio para cerdos en la etapa de crecimiento-acabado, alimentados con dos niveles de fósforo. Las raciones básicas fueron modificadas por la adición de piedra caliza para proveer niveles de calcio de 0.15, 0.30, 0.45, 0.60, 0.75 y 0.90% del total de la ración y por la adición de ácido fosfórico para proveer niveles de fósforo de 0.45 y 0.65%. Antes que los animales fueran asignados y alojados por tratamiento, estuvieron consumiendo una dieta que contenía 0.80% de calcio y 0.65% de fósforo.

Los requerimientos de calcio para cerdos de los 27 a 29 Kg fue de aproximadamente 0.30% de la ración para aumentos máximos de peso y eficiencia alimenticia. Por otra parte el nivel de calcio requerido para maximizar el desarrollo del esqueleto fue de aproximadamente 0.60%, aunque los cambios en los niveles de ceniza, calcio y fósforo de los huesos metacarpianos y de las conchas nasales fueron muy pequeños cuando el nivel de calcio de la dieta se incrementó de 0.30 a 0.60%. El requerimiento de fósforo fue de 0.45% o menos para el máximo desarrollo del esqueleto. Los niveles de calcio en las raciones no influyeron en la incidencia de cojera de los cerdos de los 27 a 91 Kg de peso vivo; pero tendió a ser relativamente mayor en cerdos alimenta-

dos con las raciones que contenían 0.45% de fósforo comparados con cerdos alimentados con 0.65% de fósforo.

Pond et al. (1978) llevaron a cabo un experimento con 64 cerdos Yorkshire libres de neumonía mycoplásmica para determinar el efecto de diferentes niveles de calcio y fósforo sobre aumentos de peso y concentración de minerales en los tejidos suaves y en los huesos; encontrando que los cerdos en crecimiento que pesaban más de 35 Kg, inicialmente podrían adaptarse a niveles de calcio y fósforo por arriba o por abajo de lo recomendado por la National Research Council, sin ningún efecto negativo sobre aumentos de peso, ni en la concentración de Ca, Mg, Cu, Mn y Zn en las cenizas del hueso, hígado o riñón; aunque es generalmente reconocido que una relación de Ca:P de menos de 1:2 o mayor de 2:1 trae como consecuencia crecimiento anormal de los huesos.

Fammarre et al. (1977) realizaron un experimento con 192 cerdos, utilizando un diseño completamente al azar, para evaluar el efecto de dos niveles de Ca:P en la ración (0.90/0.70 y 0.65/0.50% respectivamente), la cual contenía 18% de proteína. Los cerdos fueron llevados desde los 19 a los 52 Kg de peso vivo. Durante el período de crecimiento los aumentos de peso y la eficiencia alimenticia aumentaron ($P < .01$) cuando se les dio los niveles más altos de Ca:P. Había un incremento sig

nificativo en el contenido de cenizas del hueso de la sexta costilla, femur, huesos metacarpianos y de la falange proximal.

Kornegay et al. (1981) evaluaron los efectos de diferentes niveles de Ca y P en hembras y machos, sobre porcentaje de crecimiento, rendimiento por lote y desarrollo de los huesos. Los tratamientos estaban basados sobre el porcentaje de calcio y fósforo recomendado por la N.R.C. El alimento fue dado desde el nacimiento hasta la venta con una secuencia protéica de 18, 16 y 14%; con una alimentación a base de maíz o harina de soya. Los tratamientos fueron:

- 1) 100% Ca y P
- 2) 125% Ca y P
- 3) 100% Ca y 125% P
- 4) 100% Ca y 75% P
- 5) 150% Ca y P

Concluyendo que:

- La máxima mineralización de los huesos ocurrió cuando los cerdos fueron alimentados con el tratamiento 2, el cual contenía 125% de Ca y P.

- Hembras jóvenes para reposición necesitan un contenido más alto de Ca y P para un máximo de crecimiento en comparación con machos castrados.

- El incrementar los niveles de Ca y P por arriba de lo recomendado por la N.R.C., para machos castrados y hembras jóvenes para reposición, no hace que se mejore el rendimiento por lote.

- Cerdos enteros pueden responder mejor con niveles más altos de P que los recomendados por la N.R.C. para cerdos castrados y hembras de reposición.

III. MATERIALES Y METODOS

A.- Ubicación.

El presente trabajo se realizó en la granja porcina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizada en la Ex-Hacienda "El Canadá", carretera a Colombia, Km. 3, en el municipio de General Escobedo, N.L., tuvo una duración de 56 días, iniciándose el 1º de Febrero y finalizando el 28 de Marzo de 1985.

B.- Materiales.

Se utilizaron 51 cerdos comerciales de una edad aproximada de dos meses y medio, y con un peso promedio inicial de 16.793 Kg. Se encontraban distribuidos en tres corrales, 15 cerdos en el primer corral, 16 en el segundo y 20 en el tercero. Cada corral contaba con un bebedero automático y dos comederos lineales de 6 bocas cada uno.

Se utilizaron tres raciones y estaban formuladas en base a harina de soya y grano de sorgo. El contenido de los ingredientes de las raciones era casi similar en las tres; solo variaba el contenido de roca caliza, roca fosfórica y el producto comercial llamado como "optifos", esto debido a que el porcentaje de calcio y fósforo de cada ración fue obtenida mediante la utilización de tablas, por lo que solo se necesitaba ba-

jar o subir las cantidades de estos ingredientes ricos en calcio y fósforo para poder obtener los porcentajes deseados de cada una de las raciones (Tablas 4 a la 7). El alimento utilizado fue preparado y encostalado en la Planta de Alimentos del propio campo experimental "El Canadá".

C.- Tratamientos.

Se trabajó con tres tratamientos, los cuales fueron asignados al azar a cada corral; quedando distribuidos de la siguiente manera: el tratamiento 1 para el corral 1, el tratamiento 2 para el corral 2 y el tratamiento 3 para el corral 3.

T1.- 0.51% Ca y 0.71% P. Según el campo experimental "El Canadá".

T2.- 0.55% Ca y 0.45% P. Según la N.R.C. (1979).

T3.- 0.70% Ca y 0.55% P. Según la Texas A & M University.

D.- Manejo de los animales.

En forma general el manejo que se les dio a los animales fue el siguiente: antes de iniciar el trabajo se le dio una limpieza general a los corrales y a los comederos. Los animales se pesaron dos veces durante todo el experimento (una al inicio y la otra al final del experimento). El alimento era dado a libre acceso y pesado por bulto antes de echarlo a los

comederos (ya que no todos pesaban lo mismo), para poder llevar un control del consumo de alimento por corral.

Los corrales eran lavados diariamente y los animales cuidadosamente revisados para detectar cualquier anomalía o enfermedad que pudiera presentarse, tal como diarreas, cerdos golpeados, etc. El alimento se proporcionaba cada segundo o tercer día, dependiendo de la cantidad que tuvieran los comederos. El alimento desperdiciado por los animales a la hora de comer se calculaba diariamente (no en todos los corrales se tiraba alimento) para poder obtener resultados más reales. Los animales fueron llevados desde un peso inicial de 16.793 Kg promedio por lote hasta un peso promedio final de 49.476 Kg.

E.- Método.

Siendo el objetivo principal de este trabajo el de evaluar los niveles de calcio y fósforo para una mejor producción, se decidió determinarlo mediante la obtención de las siguientes variables:

- Aumentos de peso diario.
- Conversión alimenticia.

Estas variables se obtuvieron mediante la utilización de

promedios sin recurrir al uso de ningun diseño experimental. Solo se utilizaron pesos promedio y promedios de alimento con sumidos por lote.

TABLA 3. Nutrientes que componen las raciones utilizadas en el experimento y sus cantidades expresadas en kilogramos.

| Ingrediente | T1 (Canadá) | T2 (N.R.C.) | T3 (Texas A & M) |
|----------------|----------------|----------------|---------------------|
| Sorgo | 688 | 688 | 688 |
| Soya | 220 | 220 | 220 |
| Azúcar | 60 | 60 | 60 |
| Optifos | 8 | - | - |
| Sal | 4 | 4 | 4 |
| Optivit cerdo | 6 | 6 | 6 |
| Lincoporcin | 1 | 1 | 1 |
| Roca fosfórica | 15 | 8.55 | 14.35 |
| Lisina | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| Calcio molido | - | 8.52 | 9.7 |
| - - - - - | | | |
| Total en Kg. | 1002.25 | 996.3 | 1003.25 |

TABLA 4. Ración del tratamiento 1 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo.

| Ingredientes | Kg. | Contenido/Kg. | | % M.S. | Contenido total | |
|----------------|---------|---------------|------|--------|-----------------|--------|
| | | % Ca | % P | | % Ca | % P |
| Sorgo | 688 | 0.04 | 0.29 | 88.8 | 0.2443 | 1.7717 |
| Soya | 220 | 0.25 | 0.62 | 89.0 | 0.4895 | 1.2139 |
| Azúcar | 60 | - | - | | - | - |
| Optifos | 8 | 20.0 | 20.0 | 96.0 | 1.5360 | 1.5360 |
| Sal | 4 | - | - | | - | - |
| Optivit cerdo | 6 | - | - | | - | - |
| Linco orcin | 1 | - | - | | - | - |
| Roca fosfórica | 15 | 20.0 | 18.5 | 96.0 | 2.8800 | 2.6640 |
| Lisina | 0.25 | - | - | | - | - |
| Calcio molido | - | - | - | 96.0 | - | - |
| - - - - - | | | | | | |
| Total | 1002.25 | | | | 5.1498 | 7.1856 |

El porcentaje de calcio y fósforo dentro de la ración fue de:

0.5138% Calcio

0.7169% Fósforo

La ración Ca:P es de 0.71:1

TABLA 5. Ración del tratamiento 2 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo.

| Ingrediente | Kg. | Contenido/Kg. | | % M.S. | Contenido total | |
|----------------|--------|---------------|------|--------|-----------------|--------|
| | | % Ca | % P | | % Ca | % P |
| Sorgo | 688 | 0.04 | 0.29 | 88.8 | 0.2443 | 1.7717 |
| Soya | 220 | 0.25 | 0.62 | 89.0 | 0.4895 | 1.2139 |
| Azúcar | 60 | - | - | - | - | - |
| Optifos | - | 20.0 | 20.0 | 96.0 | - | - |
| Sal | 4 | - | - | - | - | - |
| Optivit cerdo | 6 | - | - | - | - | - |
| Lincoporcin | 1 | - | - | - | - | - |
| Roca fosfórica | 8.55 | 20.0 | 18.5 | 96.0 | 1.6416 | 1.5184 |
| Lisina | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Calcio molido | 8.57 | 38.0 | - | 96.0 | 3.1263 | - |
| - - - - - | | | | | | |
| Total | 996.37 | | | | 5.5018 | 4.5041 |

El porcentaje de calcio y fósforo dentro de la ración fue de:
 0.5521% Calcio
 .4520% Fósforo

La relación Ca:P es de 1.22:1

TABLA 6. Ración del tratamiento 3 con sus ingredientes totales y sus porcentajes de calcio y fósforo.

| Ingredientes | Kg. | Contenido/Kg. | | % M.S. | Contenido total | |
|----------------|---------|---------------|------|--------|-----------------|--------|
| | | % Ca | % P | | % Ca | % P |
| Sorgo | 688 | 0.04 | 0.29 | 88.8 | 0.2443 | 1.7717 |
| Soya | 220 | 0.25 | 0.62 | 89.0 | 0.4895 | 1.2139 |
| Azúcar | 60 | - | - | - | - | - |
| Optifos | - | 20.0 | 20.0 | 96.0 | - | - |
| Sal | 4 | - | - | - | - | - |
| Optivit cerdo | 6 | - | - | - | - | - |
| Lincoporcin | 1 | - | - | - | - | - |
| Roca fosfórica | 14.35 | 20.0 | 18.5 | 96.0 | 2.7552 | 2.5485 |
| Lisina | 0.25 | - | - | - | - | - |
| Calcio molido | 9.7 | 38.0 | - | 96.0 | 3.5385 | - |
| ----- | | | | | | |
| Total | 1003.30 | | | | 7.0276 | 5.5342 |

El porcentaje de calcio y fósforo dentro de la ración fue
de: 0.7004% Calcio
0.5516% Fósforo

La relación Ca:P es de 1.26:1

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A.- Aumentos de peso.

Para esta variable se observa claramente que el tratamiento 1, obtuvo los mayores aumentos de peso diario (0.6011 Kg) comparado con los otros dos tratamientos (Tabla 7).

Algunas recomendaciones dadas por Goihl (1981) nos indican que los cerdos harán más eficiente el uso del calcio y fósforo siempre y cuando la relación que exista entre ellos se mantenga 1:1 ó 1.4:1. Observando esta relación nos damos cuenta que la relación que tiene el tratamiento 1 es inversa (0.71:1) a lo recomendado por la mayoría de los autores; por lo tanto, el que éste tratamiento halla obtenido los mayores aumentos de peso diario, se pudo haber debido a otros factores que no se pudieron evitar antes de iniciar el trabajo y son los siguientes:

- El peso inicial por cerdo del tratamiento 1 fue de 18.8 Kg, mucho mayor a los de los otros dos tratamientos.

- El número de animales del tratamiento 1 fue de 15, menor a los de los otros dos tratamientos; por lo que se supone que en el tratamiento 1 halla habido menor competencia por el alimento y mayor espacio por animal.

- El alimento que le tocó al azar al corral del tratamiento 1 fue el mismo que estaban consumiendo desde el destete; por lo que se supone que los animales de éste corral ya estaban adaptados o acostumbrados a ese alimento.

- A que en ésta granja hay incidencia de Rinitis atrófica.

B.- Conversión alimenticia.

Se observó que el tratamiento 3, que contenía 0.70% de calcio y 0.55% de fósforo dentro de la ración, obtuvo una mejor conversión alimenticia comparado con los otros dos tratamientos; necesitando solo 2.87 Kg de alimento para aumentar 1 Kg de peso vivo.

No se observaron problemas de enfermedades, solo se observaron al inicio del trabajo algunas diarreas pero no muy frecuentes y se controlaron fácilmente.

Algunas sugerencias para cuando se realicen próximos trabajos son:

- Tratar de que los corrales que se utilicen tengan el mismo número de animales, así como un peso promedio igual o lo más parecido posible.

- Que se tengan muchas repeticiones por tratamiento, para

obtener datos más reales y correctos.

- Que se considere el problema de Rinitis atrófica.

TABLA 7. Efecto de tres niveles de calcio y fósforo en la alimentación de cerdos en engorda, sobre los aumentos de peso diario y la conversión alimenticia.

| | T1 | T2 | T3 |
|-------------------------------|--------|--------|--------|
| No. de animales | 15 | 16 | 20 |
| * Peso inicial total | 282 | 271 | 293 |
| * Peso inicial promedio | 18.80 | 16.93 | 14.65 |
| * Peso final total | 787 | 782 | 942 |
| * Peso final promedio | 52.46 | 48.87 | 47.10 |
| * Consumo de alimento total | 1600.5 | 1560.5 | 1866.5 |
| * Consumo de alimento por día | 106.7 | 97.53 | 93.32 |
| * Consumo por animal por día | 1.9053 | 1.7416 | 1.6665 |
| * Aumentos diarios de peso | 0.6011 | 0.5703 | 0.5794 |
| * Conversión alimenticia | 3.1696 | 3.0538 | 2.8762 |

* Extán expresados en kilogramos de peso.

V. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la granja porcina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, localizada en la Ex-Hacienda "El Canadá", carretera a Colombia Km 3, en el municipio de General Escobedo, N.L., tuvo una duración de 56 días, iniciándose el 1º de Febrero y finalizando el 28 de Marzo de 1985.

Se utilizaron 51 cerdos con un promedio de peso de 16 Kg y una edad aproximada de 2 meses y medio, repartidos en tres corrales, para ver el efecto de tres niveles de calcio y fósforo en la alimentación de cerdos en engorda.

El objetivo de este trabajo es el de evaluar los niveles de calcio y fósforo más adecuados para una mejor producción mediante la obtención de las siguientes variables:

- Conversión alimenticia
- Aumentos de peso diario

Estas variables se obtendrán en base a puros promedios.

Se le asignó un tratamiento por corral y quedaron de la siguiente manera:

- T1.- 0.51% Ca y 0.71% P - Según el Campo Experimental "El Canadá".
- T2.- 0.55% Ca y 0.45% P - Según la N.R.C. (1979).

T3.- 0.70% Ca y 0.55% P - Según la Texas A & M University.

Para aumentos de peso diario se observó que el tratamiento 1 fue el mejor aumentando 0.6011 Kg por día.

Para conversión alimenticia, el tratamiento 3 fue el que mejores resultados obtuvo, necesitando solo 2.876 Kg de alimento para aumentar 1 Kg de peso vivo.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Bayley, H.S. y Thomson, R.G. 1969. Phosphorus requirements of growing pigs and effect of steam pelleting on phosphorus availability. *J. Ani. Sci.* 30(1):484.
- Bertelsen, A. 1981. Alternate phosphorus source valuable for growing swine. *Feedstuffs.* 53:12.
- Cromwell, G.L., Hays, V.W., Scherer, C.W. y Overfield, J.R. 1972. Effects of dietary calcium and phosphorus on performance and carcass, metacarpal and turbinates characteristics of swine. *J. Ani. Sci.* 34(5):746-749.
- Cunha, T.J. 1977. Swine feeding and nutrition. Editorial Academic Press. New York. pp. 33-45.
- Escoboza, L.A. 1984. Consideraciones prácticas sobre la dosificación de minerales traza en la alimentación del cerdo. *Porcira*. 10(103):5-11.
- Fannatre, C.A., Mahan, D.C., Fetter, A.W., Grifo, J.R. A.P. y Judy, J.K. 1977. Effects of dietary protein, calcium and phosphorus levels for growing and finishing swine. *J. Ani. Sci.* 44(1):65.
- Flores, J.A.M. y Agraz, A.G. 1979. Ganado porcino. cría, explotación

- tación, enfermedades e industrialización. Primera edición. Editorial Limusa, México, D.F. pp. 493-398.
- García, F.C. 1981. Cría del cerdo. Técnicas y prácticas modernas. Primera edición. Editores Mexicanos Unidos, S.A. México, D.F. pp. 110-115.
- Goihl, J. 1981. Influence of dietary minerals on swine performance. *Feedstuffs*. 53:16.
- Haresing, W y Lewis, D. 1979. Recent advances in animal nutrition. Editorial Butterworths. London-Boston. p. 23.
- Harmon, B.G., Simon, J., Becker, D.E., Jensen, A.H. y Baker, D.H. 1970. Effect of source and level of dietary phosphorus on structure and composition of turbinate and long bones. *J. Ani. Sci.* 39(4):742.
- Hsu, F.S., Tsao, A.T., Lee, L.H., Chou, N.Y. y Koh. F.K. 1976. Effect of dietary calcium and phosphorus on the incidence of atrophic rhinitis in pigs. *J. Ani. Sci.* 43(1):131.
- Kornegay, E.T., Thomas, H.R., Carter, J.H., Allen, L.B., Brooks, C.C. y Hinklemann, K.H. 1981. Phosphorus on swine. V. Interrelationships of various feedlot performance, serum minerals, structural soundness and bone parameters in barrows, boars and gilts. *J. Ani. Sci.* 52(5):1085.

- Libal, G.W., Peo, E.R. Jr., Andrews, R.P. y Vipperman, P.E. Jr. 1969. Levels of calcium and phosphorus for growing-finishing swine. J. Ani. Sci. 28(3):331.
- Liptrap, D.O., Miller, E.R., Ullrey, D.E., Leahey, K.K. y Hoefer, D.E. 1970. Calcium levels for developing boars and gilts. J. Ani. Sci. 31(2):540.
- Maxson, P.M. 1982. Calcium, phosphorus needs vary with age. Feedstuffs. 54:35.
- Maynard, L.A. y Loosli, J.K. 1975. Nutrición Animal. 3ra. Edición. Editorial UTEHA. México, D.F. pp. 178-179.
- McDonald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh, F.D. 1981. Nutrición Animal. 2da. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 93-98.
- Newman, C.W. y Elliot, D.C. 1976. Source and level of phosphorus for growing-finishing swine. J. Ani. Sci. 42(1):92.
- Nimmo, R.D., Peo, E.R. Jr., Moser, B.D., Cunnringba,, P.L., Olson, D.G. y Crenshaw, T.D. 1980. Effect of various levels of dietary calcium and phosphorus on performance, blood and bone parameters in growing boars. J. Ani. Sci. 51(1):100.

- National Research Council. 1979. Necesidades nutritivas del cerdo. 2da. edición. Editorial Hemisferio Sur, S.A. Buenos Aires, Argentina.
- Partridge, I.G. 1981. A comparison of defluorinated rock, phosphate and dicalcium phosphate, in diets containing either skim milk powder or soya bean meal as the main protein supplement, for early-weaned pigs. British Society of Ani. Prod. 32:67-73.
- Pond, W.G., Walker, E.F. Jr. y Kirtland, D. 1975. Weight gain, feed utilization and bone and liver mineral composition of pigs fed high or normal Ca-P diets from weaning to slaughter weights. J. Ani. Sci. 41(4):1053.
- Pond, W.G., Walker, E.F. Jr. y Kirtland, D. 1978. Effect of dietary Ca and P levels from 40 to 100 Kg body weight on weight gain and bone and soft tissue mineral concentrations. J. Ani. Sci. 46(3):686.
- Ross, R.D., Cromwell, G.L. y Staley, T.S. 1984. Effects source and particle size on the biological availability of calcium in calcium supplements for growing pigs. J. Ani. Sci. 59(1):125.
- Stockland, W.L. y Blaylock, L.G. 1973. Influence of dietary

calcium and phosphorus levels on the performance and bone characteristics of growing-finishing swine. J. Ani. Sci. 37(1):906.

Tanksley, T.D. Jr. 1979. Vitamin and mineral supplementation of swine diets. 40th. Minnesota Nutrition Conference. 1979. pp. 155-170.

