

1145

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE MINERALES
EN LECHONES LACTANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JESUS RODRIGUEZ PEREZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1984

T

SF396

.M6

R63

c.1



1080063014



BIBLIOTECA
GRADUADOS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE MINERALES
EN LECHONES LACTANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JESUS RODRIGUEZ PEREZ

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1984

F
SF 396
146
L63


Biblioteca Central
Maana.Solidaridad
F. Tesis


BURAU RANGEL FIES
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040 636
FA 18
1984

. DEDICATORIAS

A MI ESPOSA:

SRA. MA. DE LA LUZ RODRIGUEZ DE RODRIGUEZ

A MIS HIJOS:

LUCY Y JESUS.

A MIS PADRES:

SR. HIGINIO RODRIGUEZ I.

SRA. JUANITA PEREZ DE RODRIGUEZ (+).

A MIS PADRES POLITICOS:

SR. NICANOR RODRIGUEZ O.

SRA. MA. DE LA LUZ CONTRERAS DE RODRIGUEZ

Por su apreciable apoyo y estímulo para
seguir adelante en mi superación.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. M.C. JUAN FCO. VILLARREAL ARREDONDO

Por su guía y dirección en la elaboración del presente trabajo.

AL ING. JOSE A. QUINTANILLA ESCANDON

Por su disponibilidad en la conclusión y elaboración de ésta tesis.

AL ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS GUZMAN

Por su colaboración en el desarrollo de este trabajo.

AL ING. M.C. MARCO VINICIO GOMEZ MEZA

Por su disponibilidad y valiosa ayuda en la elaboración del análisis estadístico del presente escrito.

A MIS HERMANOS:

JUANA

MA. ANTONIA

HIGINIO

JULIETA

YOLANDA

MARTIN

I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1. Funciones Generales.....	7
2.1.1. Cloro y Sodio.....	10
2.1.2. Calcio y Fósforo.....	11
2.1.3. Yodo.....	18
2.1.4. Magnesio.....	19
2.1.5. Potasio.....	22
2.1.6. Hierro y Cobre.....	24
2.1.7. Manganeso.....	26
2.1.8. Zinc.....	28
2.1.9. Cobalto.....	28
2.1.10. Flúor.....	29
3. MATERIALES Y METODOS.....	31
3.1. Localización del estudio.....	31
3.2. Manejo de los animales.....	31
3.3. Materiales.....	33
3.4. Tratamientos.....	34
3.5. Variables estudiadas.....	35
3.6. Diseño Experimental.....	36

	PAGINA
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	37
4.1. Efecto de los tratamientos.....	37
4.2. Efecto de regresión entre las variables analizadas.....	38
4.3. Efecto de correlación entre las variables analizadas.....	40
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
6. RESUMEN.....	48
7. BIBLIOGRAFIA.....	50
8. APENDICE.....	53

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Contenido medio de mincrales en el organismo animal. (Kolb, 1972).....	8
2	Contenido mineral de la leche de cerda e ingesta diaria calculada de éstos minerales por un cerdo lactante.....	9
3	Necesidades minerales medias para el crecimiento en cerdos (expresadas en forma de porcentaje de la dieta seca).....	30
4	Comparación de las recomendaciones de TAMU y NRC.....	30
5	Fórmula comercial de los minerales proporcionados a los cerditos de las camadas del tratamiento I.....	34
6	Número de tratamientos, carácter y número de camadas por tratamiento.....	35
7	Análisis de agua de la Granja Porcina de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicada en la Ex-Hacienda "El Canadá", en Gral. Escobedo, N.L.....	54
8	Peso al nacer, número de lechones nacidos, peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de la cerda para cada una de las camadas del tratamiento I, expresado en kilogramos.....	55

TABLA

PAGINA

9	Peso al nacer, número de lechones nacidos, peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de la cerda para cada una de las camadas del tratamiento II, expresado en kilogramos.....	56
10	Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio dentro del tratamiento I.....	57
11	Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio dentro del tratamiento II.....	57
12	Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio para los dos tratamientos.....	58
13	Análisis de covarianza múltiple para el peso al destete.....	58
14	Resumen del análisis de regresión lineal simple para cada tratamiento.....	59
15	Resumen del análisis de correlación para cada tratamiento.....	60

FIGURA

1	Necesidades de calcio y fósforo de los lechones jóvenes (Mitchell y McClure, 1937)..	17
---	--	----

FIGURA

PAGINA

2	Ecuación de predicción para el peso al nacer (Y_i) en función del número de lechones nacidos (X_{1i}) para el Tratamiento II.....	42
3	Ecuación de predicción para el peso al destete (Y_i) en función del número de partos de las cerdas (X_{1i}) tanto para el tratamiento I como para el tratamiento II.....	43
4	Ecuación de predicción para el peso al destete (Y_i) en función del peso al nacer (X_{1i}) para el tratamiento II.....	44

1. INTRODUCCION

Aunque la porción principal de la dieta de los animales está constituida por energía y proteína, los elementos minerales y las vitaminas son útiles para la normalidad del crecimiento y reproducción. La mayoría de las fuentes de energía y de proteína proporcionan algunas vitaminas y minerales, aunque con frecuencia es preciso suplementar la dieta con minerales y vitaminas específicas.

La importancia de la adición de vitaminas y minerales traza se ha venido incrementando en los últimos 10 a 15 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 vitaminas y minerales.

2.- Al existir los slats o rejillas en los corrales no existe reciclaje de heces que son altas en vitamina B y B₁ las que son sintetizadas por el organismo en el intestino delgado.

3.- La mínima utilización de múltiples fuentes de proteí

na en las dietas. La harina de soya es generalmente la única fuente de proteína que se utiliza. Cuando se utilizaban varias fuentes de proteína que se complementaban entre sí para proveer vitaminas y los minerales adecuados.

4.- Consumo restringido durante la gestación. La concentración de vitaminas y minerales se deben de incrementar a medida que el consumo diario se reduce.

5.- 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 velocidades intestinales.

6.- Biodisponibilidad de los nutrientes, especialmente las vitaminas, al parecer cambia mucho el contenido de éstos alimentos que fueron secados con calor (Síntesis Porcina, 1983).

El organismo animal requiere un aporte constante de sustancias inorgánicas (minerales), para poder atender al mantenimiento de su metabolismo, de su crecimiento, reproducción

y lactancia. Estas sustancias se encuentran en diversos tipos de suelos, forrajes y alimentos, pero en forma directamente absorbible solo se hallan de 3-8% de peso de la mayoría de las plantas.

Para lograr un alto rendimiento en los diferentes tipos de alimentación, es importante el consumo diario de minerales esenciales como el calcio, fósforo, sodio, cloro y otros, en cantidades apropiadas para evitar deficiencias en su organismo, que pueden resultar en enfermedades innecesarias y aún la muerte.

Para cubrir las deficiencias de minerales en los cerdos, es necesario la preparación o compra en el mercado de premezclas minerales, conteniendo los minerales más importantes en proporción y disponibilidad justa a los requerimientos de los animales. El costo de las mezclas es bajo en relación con la ración total que se administra a los animales, representando aproximadamente del 2-5% (Anderson Clayton, 1976).

Una de las metas de los porcicultores y de la presente investigación, es que las camadas obtengan un mayor peso al destete.

Esto se puede lograr dándoles una buena alimentación

tanto a los lechones como a la cerda para que tenga una buena producción de leche, así como dándoles un suplemento mineral a los lechones para contrarrestar las deficiencias de la leche de la cerda, como del alimento.

Al obtener un mayor peso de la camada al destete, los lechones tienen menos problemas y una mejor tasa de crecimiento, con lo cual el cerdo llega en menos tiempo al mercado, teniendo una mejor conversión alimenticia, disminuyendo con esto la cantidad de alimento consumido por cerdo.

2. REVISION DE LITERATURA

Los minerales (cenizas) constituyen aproximadamente el 5% del peso del cuerpo animal. Los elementos minerales pueden clasificarse en Macroelementos, Microelementos y Minerales Tóxicos de acuerdo con las necesidades cuantitativas de cada uno (Bergner, 1970).

De todos los animales domésticos, el cerdo es el que con más frecuencia sufre deficiencias minerales. Esto se debe principalmente a que son alimentados con granos de cereales y sus subproductos, que en su totalidad tienen un contenido relativamente bajo de minerales, en particular de calcio.

Debido también a que el esqueleto del cerdo soporta un peso mayor -en proporción a su tamaño- que al de cualquier otro animal doméstico.

Además los cerdos no consumen grandes cantidades de alimentos fibrosos (máxima tolerancia de fibra, 10%), no siempre es fácil balancear las deficiencias minerales.

Aunado a esto los porcinos crecen con mayor rapidez que las otras clases de ganado y producen descendencia cuando son más jóvenes.

También debido a que se fuerza a los porcinos a fin de -

enviarlos tempranamente al mercado antes de que alcancen la madurez (Esminger, 1970).

La alimentación complementaria de la lactancia materna, contribuye a que se obtenga un mejor peso al destete.

Debemos señalar que si bien en el transcurso de las cuatro primeras semanas la leche consumida por el lechón es la que en realidad condiciona la ganancia de peso, a partir de la quinta semana, la alimentación complementaria es el factor preponderante; y desde la sexta semana en adelante, sólo ésta alimentación puede asegurar el crecimiento óptimo del lechón, de acuerdo a su desarrollo fisiológico.

Trabajos realizados en diferentes centros de investigación y en estaciones experimentales, demuestran que el peso alcanzado por el lechón en el destete a las 8 semanas es debido:

- Un 5% al peso del lechón en el nacimiento.
- Un 38% a la leche materna.
- Un 57% a la alimentación complementaria del lechón.

Por lo tanto, desde el punto de vista práctico, se mejora mucho más y se alcanzan mejores pesos facilitando alimentos complementarios de acuerdo con la constitución fisiológica del lechón y que respondan a las necesidades que éste tieg

ne, no olvidando que sigue consumiendo leche materna y ésta alimentación debe ser complementaria (Concellón, 1970).

2.1. Funciones Generales:

Se sabe que los animales necesitan 17 minerales como mínimo y, probablemente, 19 elementos para su crecimiento. Los minerales desarrollan muchas funciones que guardan una relación directa o indirecta con el crecimiento animal. Contribuyen a mantener la rigidez de los huesos y de los dientes y representan una parte importante de las proteínas y lípidos del organismo animal. Además conservan la integridad celular mediante las presiones osmóticas y son un componente de muchos sistemas enzimáticos que catalizan las reacciones metabólicas en los sistemas biológicos (Cunha, 1960, citado por Esminger, 1970; Hafez, et al. 1972; Maynard, et al. 1975).

Una falta de minerales en la ración puede causar cualquiera de los siguientes síntomas: apetito reducido o débil, ganancia en peso escasa y poco rentable, raquitismo, huesos blandos o quebradizos, rosario raquíptico, articulaciones anquilosadas o deformes; parálisis del tercio posterior (arrastrar los cuartos traseros), bocio, animales de aspecto basto y deslucido, lechones nacidos sin pelo, falta de la apariencia regular del celo, débil producción láctea, lechones naci

dos muertos o débiles, y muchos otros trastornos. Por tanto, no es demasiado raro que un cerdo alimentado con una ración deficiente en minerales llegue a morir si ésta es suficientemente severa y no es corregida a tiempo (Cunha, 1960).

TABLA 1.- Contenido medio de minerales en el organismo animal. (Kolb, 1972).

Microminerales	Contenido (%)	Microminerales	Contenido (p.p.m.)
Calcio	1.6	Hierro	20 - 80
Fósforo	1.0	Zinc	10 - 50
Potasio	0.2	Cobre	1 - 5
Sodio	0.16	Molibdeno	1 - 4
Azufre	0.15	Selenio	1 - 3
Cloro	0.11	Manganeso	0.2 - 0.5
Magnesio	0.04	Yodo	0.3 - 0.6
		Cobalto	0.02 - 0.1

Durante algunas semanas después del nacimiento, el cerdito cuenta con la leche de la cerda como fuente de sus nutrientes. La ingestión de minerales por parte de los cerditos se puede medir por el análisis de la leche y la medida de la cantidad total consumida. Los valores medios del contenido mineral de la leche de la cerda se dan en la Tabla 2, así como el

consumo diario de minerales por parte de los cerditos tomando como base una ingesta diaria de leche de 800 ml/cerdo.

TABLA 2.- Contenido mineral de la leche de cerda e ingesta diaria calculada de éstos minerales por un cerdo lactante.

	Peso del mineral/ 100 ml. de leche	Ingesta diaria de mineral/cerdo*
Ca	206 mg	1.65 gr.
P	149 mg	1.19 gr.
K	79 mg.	630 mg.
Na	36 mg.	290 mg.
Cl	20 mg.	160 mg.
Mg	11 mg.	88 mg.
Fe	180 mg.	1.4 mg.
Cu	80 mg.	650 mcg.

* Basada en una ingesta diaria de leche, de 800 ml/cerdo.

Esto no quiere decir necesariamente que las necesidades para un rendimiento máximo se cubren en todos los casos por tales ingestas (Cuthbertson, *et al.* 1967-69).

Se sabe desde hace tiempo que los principios nutritivos minerales son necesarios para mantener la salud y conservar la vida misma. Principalmente se conocía la importancia de

la sal común, del fósforo y del calcio en la alimentación del ganado. Sin embargo, se ha encontrado la necesidad de suministrar al ganado "elementos menores", como el yodo, el cobalto y el cobre (Morrison, 1969).

2.1.1. Cloro y Sodio:

La importancia de suministrar al ganado porcino sal en abundancia, ha quedado bien demostrado en dos experimentos en que se dio a cerdos una ración de maíz, complementada con torta de soja, harina de hojas de alfalfa, harina de hueso y caliza molida. Los cerdos que no recibieron sal solo ganaron 380 gr de peso vivo por día, mientras los que consumieron un suplemento de sal ganaron por cabeza/día 730 gr, es decir, su ritmo de crecimiento fue casi dos veces más rápido que el testigo (García, 1981).

El cerdo necesita aproximadamente de 36 a 42 miligramos de sodio y 53 a 64 miligramos de cloro por kilogramo de peso vivo para que su crecimiento sea óptimo. Una ración que posea un 0.2% de sal, o bien 4.5 gr de sal diarios, cubre las necesidades mínimas de un cerdo de 45 Kg.

La intoxicación por sal es muy rara debido a que los cerdos son animales realmente prudentes para comer sal; cuando se les fue aumentando la sal en la ración de 0.5, 1.0 y 1.5%

no sufrieron disturbios durante dos semanas y al aumentarse a 2.0% de sal el consumo fue escaso y a partir de las doce - horas se abstuvieron de comerla y no murió ninguno de los cerdos (Bohstedt y Grummer, 1954, citado por Carroll, et al. 1967).

No parecen haberse determinado las necesidades de los lechones muy jóvenes de sodio y cloro, pero los porcentajes existentes en el extracto seco de la leche de cerda parecen indicar cuáles son los niveles requeridos en la dieta; siendo éstos: el 0.15% de sodio (Gueguen y Salmon Legagneur, 1959) y el 0.10% de cloro (Perrín, 1955).

Las cifras de necesidades de lechones de 13.5 a 36.0 Kg. de peso vivo (Meyer, Grummer, Phillips y Bohstedt, 1950, citados por Lucas, et al. 1967) eran de 0.09% de sodio y el 0.13% de cloro.

2.1.2. Calcio y Fósforo:

Las necesidades de calcio y fósforo se hallan íntimamente relacionadas por la importancia de un cociente dietético óptimo (aproximadamente, 1'2 partes de calcio por 1'0 partes de fósforo) para la formación ósea y para otras funciones metabólicas. Como la mayoría de los alimentos naturales son deficientes en uno o en ambos elementos minerales o los presen-

tan desequilibrados, las dietas para cerdos necesitan casi siempre suplementos específicos que sean ricos en calcio o en fósforo, o en ambos elementos (Caselli, 1971; Cunha, 1960).

En experimentos efectuados con cerdos en crecimiento y engorda fue suficiente un contenido de fósforo de 0.27 a 0.30% en la ración secada al aire libre cuando la aportación de calcio era abundante y no había escasez de vitamina D; fue suficiente una riqueza de 0.45 a 0.50% de calcio, cuando la ración contenía fósforo en abundancia y cuando se sacaba a los animales al sol de modo que no hubiera escasez de vitamina D.

En experimentos efectuados en Wisconsin, bastó una riqueza en calcio de 0.32 a 0.41% para prevenir todo síntoma de deficiencia (Morrison, 1965).

Estudios efectuados en Michigan (Miller, et al. 1962-64) sobre cerdos de 6-8 semanas de edad que consumían una dieta de leche sintética, han demostrado que niveles dietéticos de 0.4% de calcio y 0.4% de fósforo, resultaban apropiados para permitir un crecimiento y una utilización normal de los alimentos, niveles de 0.8% de calcio y 0.5% de fósforo son suficientes para mantener normales los valores del calcio, fósforo inorgánico y fosfatasa alcalina en el suero sanguíneo y para permitir un crecimiento apropiado del esqueleto, y son

necesarios niveles del 1.0% de calcio y 0.6% de fósforo para conseguir que la densidad ósea y la resistencia a las enfermedades sean óptimas y para asegurar la ausencia de lesiones raquílicas (Underwood, 1969).

Un exceso de calcio puede ocasionar desequilibrios minerales que ejersan influencias fisiológicas intensas. El exceso de calcio puede dificultar la abosrción del calcio, fósforo, cobre y manganeso (Stott, 1968, citado por Hafez, et al. 1972).

La ausencia de calcio y fósforo en las raciones exige que el cerdo remueva éstos minerales de los huesos para el desarrollo de otras funciones, pues el calcio influye decisivamente en la coagulación de la sangre y en la regulación del ritmo cardíaco, mientras que el fósforo asiste como catalizador en la asimilación celular de lípidos y glucidos (Belanger, 1978).

Hay dos épocas en las que debe realizarse mayores aportaciones del complejo calcio - fósforo: durante la infancia y la juventud de las unidades y durante las primeras ocho semanas de lactación para las cerdas parturientas. En el primer caso, el aporte mayoritario del calcio es una respuesta a la precocidad con que se desarrollan los lechones, los cuales -

aumentan el peso de su estructura ósea a razón de 40 a 50 gr diarios, lo que exige la fijación diaria de 6 a 8 gr de calcio y de 3.5 a 4.7 gr de fósforo a los que se unen otros nutrientes para lograr el crecimiento (García, 1981).

Se ha demostrado, Stevenson y Earle (1956), que la enfermedad del cerdo llamada "Paraqueratosis" o endurecimiento de la piel, es por raciones altas de calcio (más de 0.5% de calcio en la ración) pero que la adición de zinc permite la tolerancia completa de raciones hasta con 1.03% de calcio.

En lechones de destete temprano, Lloyd, Crampton y Mowat (1961) en Canadá, han probado que manteniendo constante el fósforo en 1% de la dieta, la sola elevación del calcio a 3% resultó en una reducción significativa de los aumentos de peso.

En el cerdo en primer crecimiento, se han fijado los requisitos en 0.80 y 0.60% de calcio y fósforo respectivamente, y después del destete se reducen a 0.65 y 0.50% (Alba, 1977).

Un extenso estudio realizado en la estación de Iowa, Chapman, et al. (1955) puso de manifiesto que el calcio y el fósforo necesarios para asegurar un incremento óptimo de peso y correspondiente desarrollo del esqueleto es de 0.8 a 0.6% respectivamente, para cerdos desde 11 a 45 Kg. de peso vivo,

y 0.7 y 0.5% respectivamente, para los animales comprendidos entre 11 y 90 Kg. de peso vivo (Cunha, 1960).

Experimentos realizados en la estación experimental de Purdue, Beeson, (1953) observó que cuando los cerdos son alimentados desde el destete con una ración pobre en fósforo, conteniendo 0.18% de éste elemento, los cerdos tuvieron un desarrollo anormal de los huesos y cuando la ración contenía 0.55% de fósforo los cerdos tuvieron un desarrollo normal (Cunha, 1960).

De los resultados de las experiencias de metabolismo llevadas a efecto con cerdos lactantes y destetados de 12 a 28 días de edad, Freese (1958) dedujo que las necesidades de los lechones jóvenes en calcio y fósforo eran respectivamente, el 1.3 y 1.1% de materia seca de la ración. Los lechones que recibieron una ración líquida que les aportaban éstas cantidades pesaban por término medio 19.8 Kg. a las 8 semanas de edad y el más voluminoso pesó 24.7 Kg. (Lucas y Lodge, 1967).

De los resultados obtenidos en una experiencia de alimentación en la que se agregó el 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0% de calcio a una ración administrada a lechones de 3 a 9 semanas de edad, Ruttledge (1957) propuso el 0.8% como requerimiento mí

nimo para el normal desarrollo óseo (Lucas y Lodge, 1967).

El aumento de la tasa de fósforo en la cuantía del 0.24 al 0.72% de raciones administradas a lechones destetados con 2 semanas de edad, ocasionaba aumentos lineales de la densidad de los huesos y cenizas. El cambio en la tasa de fósforo ejercía un efecto no lineal sobre el ritmo de desarrollo, que también se veía afectado por la relación Ca:P. (Vandepopuliere, Combs, Wallace y Koger, 1959, citados por Lucas y Lodge, 1967).

En las experiencias danesas de metabolismo, lechones en desarrollo entre los 2 y 25 días de edad, recibieron un sustituto comercial de la leche de cerda, formado por leche íntegra de vaca, caseína, ortofosfato disódico (Na_2HPO_4) y carbonato de calcio (CaCO_3). La retención diaria de calcio y fósforo se elevó desde 0.7 gr de cada elemento entre los 5 y 8 días de edad a 4.5 gr de calcio y 3.0 gr de fósforo diarios entre los días 32 y 35 (Ludvigsen y Thorbek, 1960; Lucas, et al. 1967).

Resultados más satisfactorios sobre las necesidades de calcio y fósforo de lechones entre 9 y 20 Kg. son los obtenidos por Mitchell y McClure (1937) deducida de la composición del cuerpo, en el sentido de que las necesidades de calcio y

fósforo de un lechón de 13.5 Kg. son el 0.53 y el 0.37% de la "ración seca". (Lucas y Lodge, 1967).

Es evidente que existe una sustancial reducción de las necesidades entre los 1.3 y 20 Kg. de peso vivo, lo que viene ilustrando en la Figura 1, reflejando nuestros "valores preferidos" para lechones entre 1.3 y 9 Kg. de peso vivo y las necesidades calculadas por Mitchell y McClure (1937) para cerdos más pesados. Respecto a los valores de Mitchell y McClure (1937) debe advertirse que: (A) fueron calculados sobre la base de supuestas ingestiones de alimento que eran bajas; (B) se expresaban en tanto por ciento de la "ración seca", que ha sido interpretada como expresión del "extracto seco".

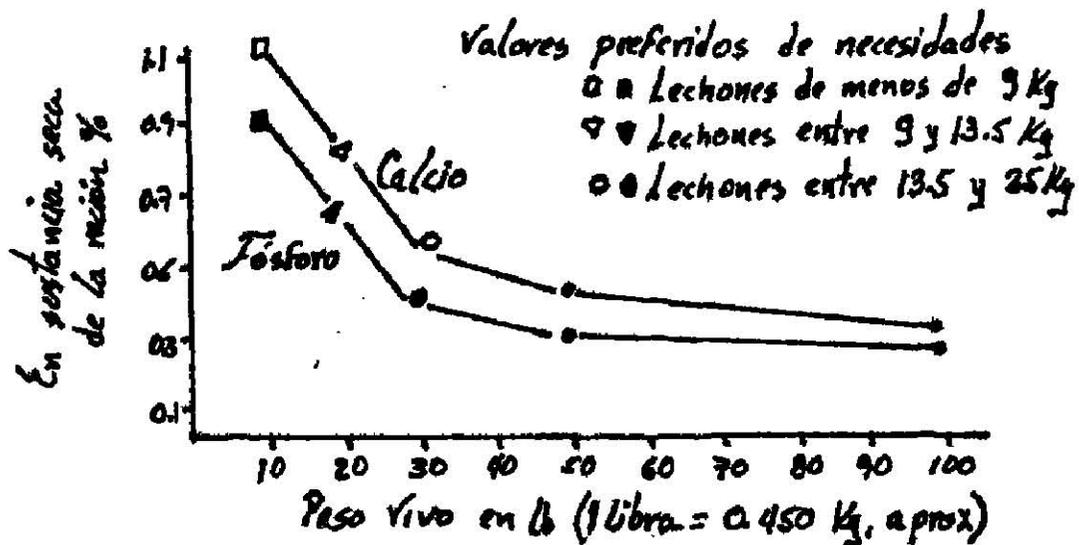


FIGURA 1.- Necesidades de calcio y fósforo de los lechones jóvenes (Mitchell y McClure, 1937).

El calcio y el fósforo son elementos muy importantes para el desarrollo del esqueleto y la resistencia ósea. Su valor está reconocido desde hace muchos años, y en el desarrollo esquelético normal, la vitamina D constituye el tercer componente (National Research Council, 1973).

2.1.3. Yodo:

Los cerdos requieren yodo para el crecimiento, la reproducción y la lactancia. La hormona tiroxina controla la intensidad del metabolismo corporal y el yodo es imprescindible para la formación de la tiroxina.

Si un animal no consume yodo en cantidades suficientes en la ración, la glándula tiroides en el cuello aumenta de tamaño en un intento de formar más tiroxina. Así es como se origina el bocio simple (Aubel, et al. 1936 y Carroll, et al. 1930, citados por Cunha, 1960 y Lucas, et al. 1967).

Andrews y Col. (1948) encontraron que muchos cerdos recién nacidos, de ciertas zonas de Indiana, mostraban en la autopsia, glándulas tiroides aumentadas de tamaño, aunque aparentemente, no presentaban signos ostensibles de deficiencia de yodo. Las madres habían recibido raciones calificadas por buenas por su contenido en sal común. Muchas de las glán-

dulas tiroides de esos recién nacidos estaban muy engrozadas. Además de lechones sin pelo que generalmente mueren antes o después del parto. Las cerdas alimentadas con raciones deficientes en yodo pueden producir cerditos debilitados (Carroll, Krider, Andrews. 1967).

En los primeros experimentos llevados a cabo con lechones desde el destete en adelante, realizados por Orr y Leitch, (1929), la adición de yodo en los alimentos mejoró en ocasiones el crecimiento. Las necesidades de yodo de cerdos de 67.5 Kg. de peso fueron fijados por Mitchel y McClure (1937) en 80 - 160 mcg diarios, que equivalen a unas 0.03 - 0.06 p.p.m. en el alimento.

El exceso de éste elemento es perjudicial y 4 p.p.m. en la dieta reduce el crecimiento Frape, Gage, Hays, Speer y Catron (1958). La secreción de L-tiroxina en los lechones jóvenes se calculó en 0.44 mg. diarios por 100 Kg. de peso vivo. Parece ser escasa la correlación existente entre la cantidad de la secreción y el grado de desarrollo e índice de conversión de los alimentos (Frape, et al. 1958, citado por Lucas, et al. 1967).

2.1.4. Magnesio:

En pruebas experimentales se ha probado que la carencia

de magnesio provoca calambres y convulsiones a las unidades jóvenes (García, 1981).

Se sabe que el magnesio tiene funciones como activador de enzimas e interviene en la osteogénesis y permite reducir la irritabilidad tisular (Borgioli, 1962, citado por Esminger, 1970).

Algunos síntomas de la deficiencia de éste mineral es la hiperirritabilidad, espasmos musculares, renuencia a estar de pie, pezuñas débiles, pérdida de equilibrio y tetanos, seguido de la muerte (Cunha, 1960, citado por Esminger, 1970).

Entre los 14 y 20 días de estar consumiendo raciones deficientes de magnesio, lechones destetados a las 3 ó 9 semanas de edad, aparecieron signos de carencia de dicho elemento, como debilidad de las cuartillas, tarsos falciformes, curvatura hacia atrás de las patas anteriores, rodillas y corvejones juntos, hiperirritabilidad, crispatura (contracción) de los músculos, dorso arqueado, resistencia a permanecer en pie y continuo cambio en los apoyos estando en esa postura, seguido de tetania y muerte (Mayo, Plumlee y Beeson, 1957-59).

Mayo, et al. (1957) informaron en principio que las nece

idades de magnesio en lechones jóvenes eran de 272 a 340 p.p.m. del alimento desecado al aire a las tres semanas de edad y probablemente algo menores a las ocho semanas, pero en un artículo posterior, Mayo, et al. (1959) estimaron en 400 - 500 p.p.m. de la ración total las necesidades en magnesio de lechones destetados a las 3 ó 9 semanas de edad. La cifra requerida para lograr máximos aumentos de peso vivo era inferior -unas 300 p.p.m.- que la precisada para prevenir los signos carenciales. Incluso la cifra observada es considerablemente más baja que el valor propuesto por Freese (1958), quien, como resultado de pruebas de metabolismo, sugirió que la ración de los lechones de hasta 8 semanas de edad debería contener el 0.2% de magnesio (2.000 p.p.m.) o 4 - 5 veces la cifra de necesidades propuesta por Mayo, et al. (1959). (Lucas y Lodge, 1967; Underwood, 1969).

La tasa de magnesio contenida en la leche de cerda cae dentro de éstas dos cifras de necesidades y es de 0.075 - 0.1% del extracto seco (0.750 - 1.000 p.p.m.) según la etapa de lactación (Freese, 1958; Gueguen y Salmón Legagneur, 1959; citados por Lucas, et al. 1967).

Las necesidades mínimas de magnesio en la dieta del lechón recién nacido y de cerditos de tres semanas de edad, alimentados con una ración semipurificada tipo caseína, es de -

325 mg. por kilo de ración.

Aunque no se conocen con exactitud los requerimientos para éste elemento, se sugiere que las raciones contengan un mínimo de 400 mg de magnesio por kilogramo de ración ya que ésta concentración resultó adecuada para el lechón de tres semanas de edad. Indices de mortalidad del 80 y 100% se han registrado al administrar concentraciones de 25 a 70 mg. de magnesio por kilogramo de ración, respectivamente (National Research Council, 1973).

2.1.5. Potasio:

El potasio desempeña algunas funciones muy importantes en el organismo, tales como: intervienen en el balance electrolítico y del agua; concentración osmótica intracelular; activa sistemas enzimáticos tales como pirúvico, quinasa y los que intervienen en la fosforolización de la cretina; aumenta el latido cardíaco y la irritabilidad tisular (Hafez y Dyer, 1972).

Investigaciones recientes realizadas en Wisconsin por Meyer, Grumer, Phillips y Bohstedt (1950) han mostrado que los cerdos deben recibir una ración que contenga de 100 a 120 mg. de potasio/Kg. de peso vivo/día. Esto significa del 0.23

al 0.28% de la ración. La ingestión media diaria de potasio, en sus experimentos, era de 1.13 gr. por kilo de peso vivo. Esta cifra es alrededor del doble de la obtenida por los investigadores de California, Hughes y Ittner (1942); la cifra obtenida por éstos fue de 0.52 gr (Cunha, 1960).

La deficiencia de potasio origina pelo áspero, emacia--ción, apatía, trastorno del equilibrio y crecimiento lento. El electrocardiograma ha mostrado "una clara preversión del intervalo QRS" Jensen (1959) y Hughes e Ittner (1942), han señalado la inflamación de la mucosa del estómago e intesti--no grueso.

El exceso de potasio administrado a lechones recién nacidos era excretado en su mayoría. Si se daba con agua (120 m-equiv. de KCl por litro) a lechones que no recibían leche, había una progresiva retención de potasio, que conducía a una parálisis y al aumento del azúcar en la sangre. Si el potasio se administraba en la misma concentración, pero en unión de leche de cerda, los lechones retenían un "ligero exceso" de potasio, pero el crecimiento, que era normal, les protegía de efectos tóxicos (McCance y Wyddowson, 1958, citados por Lucas, et al. 1967).

2.1.6. Hierro y Cobre:

La mayor parte de hierro se halla en la hemoglobina y también en la mioglobina y transferrina. Se almacena en el hígado en forma de ferretina y hemosiderina. El hierro actúa también como un componente de la citocromo oxidasa y xantina oxidasa.

La deficiencia de hierro origina una anemia hipocrómica. Como la hemoglobina baja de concentración hay menor capacidad para el transporte de oxígeno, provocando debilidad, fatiga y disnea; al realizar ejercicio, dolor de cabeza y palpitaciones, descenso del crecimiento y menor resistencia a las enfermedades (Borgioli, 1962, citado por Caselli, 1971; Hafez y Dyer, 1972).

Los lechones recién nacidos tienen un promedio de hierro de 47 mg. y necesitan absorber aproximadamente 7 mg. por día para su crecimiento normal. La leche de las marranas contiene, en promedio, 3 mg. de hierro por litro. Por eso se recomienda que las raciones contengan un mínimo de 80 mg. de hierro. Concentraciones de 5,000 mg. de hierro por kilogramo de ración se consideran tóxicas y se ha demostrado que reduce significativamente la tasa de aumento de peso y la cantidad de fósforo inorgánico en el suero y cenizas del fémur en

el lechón (National Research Council, 1973).

Tanto el hierro como el cobre juegan un papel importante en la formación de la hemoglobina. Son, por tanto, esenciales para prevenir la anemia de tipo alimenticio Braude, (1945) Cartwright y Wintrobe (1948). La hemoglobina no contiene cobre pero son necesarios vestigios de él para que el organismo pueda utilizar el hierro en la formación de hemoglobina (Wintrobe, et al. 1953, citado por Cunha, 1960).

Se ha demostrado que durante las primeras 6 semanas después del nacimiento son suficientes de 10 a 15 mg. de hierro diario para mantener niveles de hemoglobina en los lechones (Beeson, Crampton, Cunha y Luecke, 1953).

Aunque no se conocen exactamente las exigencias para el cobre, se ha visto que 2 mg. de cobre diariamente evitan la presentación de síntomas de deficiencia de cobre en cerdos criados con una dieta de leche completa cruda (Teague y Carpenter, 1951).

El Comité de Exigencias Nutritivas del Cerdo del National Research Council, ha hecho una recomendación de aproximadamente 33 mg. de hierro y 4.4 mg. de cobre por kilogramo de la ración total como nivel que permite crecimiento y reproducción normales (Cunha, 1960, citado por National Research

Council, 1973).

Las investigaciones de Pickett, et al. (1960) demuestran que los cerditos destetados a los 10 a 14 días, necesitan 80 mg. de hierro por kilogramo de alimento hasta que tienen 8 semanas de edad (Carroll, et al. 1967).

Venn, et al. (1947) menciona que para evitar la disminución del porcentaje del hierro en el cuerpo de los cerditos durante las tres primeras semanas de vida, el lechón joven precisa depositar alrededor de 7 mg. de hierro diarios, pero debe administrarse más cantidad que esa para compensar la incompleta utilización (Lucas y Lodge, 1967).

Las dietas ricas en hierro reducen la absorción del fósforo en el tracto gastro intestinal, Furugouri (1972), si los niveles de hierro superan el 0.5% de la dieta, se produce una clara deficiencia de fósforo. Este es un ejemplo de las múltiples interrelaciones que existen entre los elementos minerales en la nutrición porcina, cuya importancia radica no solo en la utilización biológica por sí misma, sino también en el equilibrio de los minerales de la dieta (Pond y Maner, 1976).

2.1.7. Manganeso:

Este mineral se encuentra en casi todo el cuerpo. En ex-

perimento realizado en la Universidad de Purdúe, con una cerda que recibió 0.5 p.p.m. de manganeso, los lechones mostraron debilidad y deficiente sentido del equilibrio al nacer. Y se recomienda que las raciones contengan un mínimo de 20.0 mg. de manganeso por kilogramo de ración (Pond y Maner, 1976).

Trabajos realizados en Wisconsin (1950) han mostrado que tanto el crecimiento como la eficiencia de utilización alimenticia, se incrementaban al aumentar el nivel del manganeso en la ración de 12 a 40 p.p.m. Grummer, Bentley, Phillips y Bohstedt (1950). El elevar el nivel de manganeso por encima de 40 p.p.m. no mejoró el rendimiento de los animales (Cunha, 1960).

Las necesidades de 39.6 p.p.m. por Kg. de pienso se fundan en la mejora del crecimiento y de la eficiencia de los animales al aumentar el nivel de manganeso de 11.9 a 39.6 p.p.m. por Kg. de alimento (Beeson, et al. 1959).

El exceso de manganeso en la dieta - 2.000 p.p.m.- reducía la formación de hemoglobina en lechones muy jóvenes anémicos. Matrone, Hartman, Clawson (1959). El límite de manganeso que alteraba la formación de hemoglobina se fijó entre 50 y 125 p.p.m., pero un suplemento de 400 p.p.m. de hierro en la dieta neutralizó el efecto deprimente de 2.000 p.p.m.

de manganeso (Lucas y Lodge, 1967).

2.1.8. Zinc:

El zinc es necesario para prevenir la paraqueratosis o dermatosis del cerdo (Tucker y Salmón, 1955, citados por Alba, 1977; Lucas y Lodge, 1967).

La deficiencia del zinc provoca una disminución del crecimiento y la deficiente utilización del alimento (Hafez y Dyer, 1972, citado por Alba, 1977).

El zinc está muy ampliamente distribuido por todo el cuerpo y juega un papel esencial en los procesos orgánicos (Cunha, 1960).

Los lechones consumidores de una ración que contenía el 0.66% del calcio desde que pesaban 4.7 Kg. hasta las 8 semanas de edad, sufrían paraqueratosis cuando la ración contenía menos de 36 p.p.m. de zinc, existiendo un incremento lineal del crecimiento con cada aumento de zinc desde 16 a 46 p.p.m. (Smith, Plumlee y Beeson, 1958, citados por Lucas y Lodge, 1967).

2.1.9. Cobalto:

El cobalto realiza un papel regulador por medio de la -

vitamina B₁₂ en lugar de contribuir cuantitativamente a la síntesis de tejidos, aunque su influencia sobre el crecimiento es tan acusada como la del calcio (Hafez y Dyer, 1972).

Las raciones prácticas para lechones de 13.5 a 22.5 Kg. de peso inicial, se ha mejorado adicionando cobalto a razón de 2.8 p.p.m., si bien se logró una mejora análoga agregando alimentos ricos en vitamina B₁₂ (Robison, 1950; Dinusson, Klosterman, Lasley, Buchanan, 1950), sugiriéndose que el cobalto actúa permitiendo la síntesis bacteriana de vitamina B₁₂ (Lucas y Lodge, 1967).

2.1.10. Flúor:

Es componente de la estructura ósea y de los dientes, en los cuales se halla en una concentración de 0.02 a 0.05% de los minerales óseos (Bergner, 1970).

La función específica del flúor como nutriente mineral es en la síntesis de esmalte dentario y en la formación de los huesos (Caselli, 1971).

Morrison (1965) recomienda que el flúor no debe de exceder del 0.01% en materia seca de la ración total.

TABLA 3.- Necesidades minerales medias para el crecimiento en cerdos (expresadas en forma de porcentajes de la dieta seca).

Mineral	Cerdo	Mineral	P.P.M.
Calcio	0.50	Hierro	60 - 125
Fósforo	0.40	Zinc	20 - 40
Magnesio	0.05	Manganeso	0.5 - 1.5
Potasio	0.25	Cobre	6
Sodio	0.09	Cobalto	-
Cloro	0.13	Yodo	0.05 - 0.10
		Selenio	0.08

NOTA: Al tratarse de valores medios para todo el período de crecimiento, es probable que sean ligeramente bajos para las primeras etapas del crecimiento y algo elevadas para las frases más avanzadas del crecimiento. (Underwood, 1969).

TABLA 4.- Comparación de las recomendaciones de TAMU y NRC.

Mineral	Unidades			TAMU			TAMU
		TAMU	NRC	NRC%	TAMU	NRC	NRC%
Hierro	p.p.m.	100.	80.	125	100.	140.	71
Zinc	p.p.m.	100.	56.	200	100.	100.	100
Manganeso	p.p.m.	20.	10.	200	20.	4.	500
Cobre	p.p.m.	10.	5.	200	10.	6.	167
Yodo	p.p.m.	0.3	0.14	214	0.3	0.14	214
Selenio	p.p.m.	0.1	0.15	67	0.1	0.15	67

Nota: TAMU (Texas A and M University. College Station Texas) adaptado de un artículo del Dr. T.D. Tranksley Jr. (Síntesis Porcina, 1983).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del estudio:

El presente experimento se realizó en la Granja Porcina de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. localizado en la Ex-Hacienda "El Canadá" en el Municipio de Gral. Escobedo, N.L. El experimento tuvo una duración de 290 días, iniciando el 20 de Noviembre de 1980 y finalizando el 7 de Septiembre de 1981.

3.2. Manejo de los animales:

En este experimento se utilizaron un total de 50 cerdas, de las cuales 28 eran de las razas Yorkshire, Durco Jersey, Hampshire y Landrace; 16 cerdas híbridas F-1 y 6 cerdas híbridas F-2, las cuales a su vez, se aparearon con verracos de las razas Yorkshire, Durco Jersey, Hampshire y Landrace, haciéndose mezclas de diferentes razas para obtener lechones con mayor vigor híbrido.

Las cerdas fueron seleccionadas en base a los registros de producción que se llevan en la granja, tomando en cuenta la raza de la cerda y la raza de los lechones de la camada y el número de partos para poder llevar a cabo un buen bloqueo en el análisis para disminuir el error.

En base a los registros de montas de la granja y tomando en cuenta la fecha probable de parto, las cerdas se metían 5 días antes del parto a la maternidad; bañadas y desinfectadas. La jaula de maternidad o paridera que va a recibir a cada una de las cerdas era lavada y desinfectada con una solución yodada.

Al momento del parto los lechones se secaban y limpiaban las fosas nasales; se amamantaban, se cortaba el cordón umbilical, corte de cola y desinfección, descolmillar y muesqueo de las orejas para su identificación. Un día después de nacidos, los cerditos se pesaban individualmente, el tercer día de edad se les aplica la primera dosis de hierro (1 cc. vía oral). Al cuarto día de edad se les proporcionó los minerales en el agua de bebida a las camadas del tratamiento 1 o suplementación de minerales y se les cambió cada dos días si no la bebieron, esto con el fin de que estuvieran consumiendo agua fresca; además también se les proporcionó agua sin minerales a las camadas del tratamiento 2 o testigo. Al séptimo día se les proporcionó alimento iniciador a libre acceso, con la finalidad de que se acostumbraran a consumir alimento, se mejorará el peso al destete y se disminuyera el stress del destete.

A los 18 días de edad, los cerditos reciben su segunda

aplicación de hierro (1 cc. vía intramuscular).

Además se llevó un control de diarreas para que no se afectara el peso al destete. Y a los 35 días de edad, se desteta la camada y se toma su peso final.

3.3. Materiales:

El presente experimento se llevó a cabo en una nave con capacidad para 12 jaulas de maternidad, a las cuales se les incorporó 12 bebederos de lámina galvanizada y 12 frascos de vidrio con capacidad de 4.000 litros (1 galón) para proporcionar los minerales; además las jaulas cuentan con protectores de tubo galvanizado para evitar que la cerda aplaste los cerditos, una fuente de calor para los cerditos y comedero y bebedero para la cerda.

Además se contó con material necesario para los cuidados del parto, manejo de los cerditos y para la aplicación de medicamentos. También se utilizó una balanza granataria con capacidad de 20 Kg. para pesar a los cerditos.

La cantidad de minerales proporcionada a los cerditos en el agua de bebida fue de 3 gr. de la fórmula comercial por 4.000 litros de agua (1 galón) ésto a partir del cuarto día para las camadas del tratamiento 1.

TABLA 5.- Fórmula comercial de los minerales proporcionados a los cerditos de las camadas del tratamiento 1.

FORMULA: Cada 100 gr. contiene

Palmito de Vitamina A	88,180	UI
Sulfato de Cobalto	15.6	mg.
Sulfato de Cobre	30.2	mg.
Sulfato de Zinc	34.3	mg.
Sulfato de Magnesio	29.9	mg.
Hipofosfito de Calcio	29.9	mg.
Bicarbonato de Sodio	40.0	mg.
Sulfato de Manganeso	700.0	mg.
Dihidroyoduro de Etilendiamina	200.0	mg.
Colorante	400.0	mg.
Sulfato Ferroso	1,499.0	gr.
Cloruro de Potasio	3,400.0	gr.
Gluconato de Calcio	4,375.0	gr.
Cloruro de Sodio (c.b.p.)	100.0	gr.

NOTA: La recomendación del laboratorio para proporcionar los minerales es de 100 gr. por cada 120 litros de agua de bebida o 1 gr. por cada kilogramo de alimento.

3.4. Tratamientos:

Los tratamientos estudiados en el presente experimento se presentan en la tabla 6.

TABLA 6.- Número de tratamientos, carácter y número de camadas por tratamiento.

Tratamiento	Carácter	No. de Camadas
I	Suplementación de minerales*	25
II	Testigo	25

NOTA:*3 gr/4.000 litros de agua de bebida.

Los minerales fueron pesados en una báscula electrónica para disminuir el error experimental y evitar posibles sobredosis de los minerales.

3.5. Variables estudiadas:

Para evaluar los aumentos de peso de los lechones, se tomaron las siguientes variables:

- a) Peso al nacer, tomado 1 día después del nacimiento de la camada.
- b) Peso al destete, tomado a los 35 días después del nacimiento de la camada.
- c) Número de parto de las cerdas.

3.6. Diseño Experimental:

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con análisis de covarianza múltiple, 2 tratamientos y 25 repeticiones, tomando como variable a analizar el peso al destete y como covariables el peso al nacer y el número de partos de las cerdas.

Además, se desarrolló un análisis de regresión lineal simple y otro análisis de correlación para determinar si existe alguna relación funcional entre ciertas variables y de ser así, obtener una medida numérica de la asociación entre dichas variables.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Efecto de los tratamientos:

Los resultados experimentales, son presentados en tablas para mejor interpretación y seguimiento del experimento.

En las Tablas 8 y 9 del Apéndice, podemos observar el peso al nacer, el número de lechones nacidos, el peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de la cerda para cada una de las camadas de cada tratamiento.

El resumen de las estadísticas de mayor interés estudiadas para cada tratamiento, se presentan en las Tablas 10 y 11.

Comparando los resultados de las Tablas 10 y 11, podemos observar que para las variables peso al nacer, número de lechones nacidos, peso al destete y número de parto de la cerda, el tratamiento II supera al tratamiento I; en número de lechones destetados el tratamiento I supera al tratamiento II.

También se observa que en el tratamiento II el promedio del número de partos de las cerdas es mayor y que a ésto se debe que se obtuvieron mayores pesos promedio en las variables, peso al nacer, número de lechones nacidos y peso al destete.

El tratamiento que tuvo menos variabilidad fue el tratamiento II para las variables peso al nacer, peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de las cerdas; pero en número de lechones nacidos, el tratamiento I tuvo menos variabilidad (Tablas 10 y 11).

En la Tabla 12 se presentan las estadísticas de mayor interés para las variables estudiadas en los dos tratamientos.

Los resultados del análisis de covarianza múltiple para el peso al destete, se presentan en la Tabla 13. En ésta se observa que la F calculada para tratamientos es menor que la F tabulada, por lo tanto, se concluye que no hay diferencia significativa entre el efecto de los tratamientos con $\alpha=0.05$.

Las medias ajustadas de los tratamientos resultaron ser \bar{Y}_1 ajust = 6.441 para el tratamiento I y \bar{Y}_2 ajust = 6.407 para el tratamiento II; por lo tanto, podemos decir que es por eso que no hubo dignificancia entre los tratamientos.

4.2. Efecto de regresión entre las variables analizadas:

Se efectuó un análisis de regresión para medir la relación funcional entre las variables para cada tratamiento; se puede observar en la Tabla 14 que en número de lechones na-

cidos con peso al nacer en el tratamiento I, no presentó valores significativos de regresión que puedan demostrar una relación funcional significativa entre las dos variables; en cambio, en el tratamiento II si existe una relación funcional significativa negativa, es decir, que a mayor número de lechones nacidos menor va a ser el peso al nacer y viceversa (Figura 2). En número de lechones nacidos con peso al destete, tanto en el tratamiento I como en el tratamiento II, no se presentaron valores significativos que demostrarán una relación funcional lineal entre las variables. No existe relación entre número de lechones destetados con peso al nacer, ni tampoco en número de lechones destetados con peso al destete, tanto para el tratamiento I como para el tratamiento II.

En número de partos de las cerdas con peso al destete en el tratamiento I, presentó valores significativos positivos de relación (Figura 3), es decir, que a mayor número de partos mayor va a ser el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento); mientras que para el tratamiento II el coeficiente de regresión resultó ser negativo y significativo, lo cual nos indica que al aumentar el número de partos disminuye el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento); pero en número de partos con peso al nacer no hubo valores significativos que demostrarán -

una relación funcional lineal entre dichas variables para los dos tratamientos.

También se puede observar que hay valores de regresión con significancia positiva en peso al nacer con peso al destete, pero sólo para el tratamiento II, es decir, que a mayor peso al nacer vamos a obtener un mayor peso al destete y viceversa (Figura 4).

4.3. Efecto de correlación entre las variables analizadas:

Se efectuó un análisis de correlación para medir el grado de asociación lineal entre las variables para cada tratamiento, para esto se utilizó la transformación $\sqrt{X + 1}$ de las variables número de lechones nacidos, número de lechones destetados y número de partos de las cerdas.

En la Tabla 15 podemos observar que en número de lechones nacidos con peso al nacer en el tratamiento I, no presentó valores significativos de correlación, es decir, no existe una asociación lineal significativa entre las dos variables; no así en el tratamiento II, en el cual, si existe una correlación significativa negativa, es decir, que a mayor número de lechones nacidos, menor es el peso al nacer y viceversa (Figura 2). En número de lechones nacidos, con peso al destete-

te tanto en el tratamiento I como en el tratamiento II, no presentaron valores significativos de correlación, es decir, que podemos considerar que ambas variables son independientes. No existe correlación en número de lechones destetados con peso al nacer, ni tampoco en número de lechones destetados con peso al destete tanto para el tratamiento I como para el tratamiento II. En número de partos de las cerdas con peso al destete en los dos tratamientos, presentaron valores significativos de correlación positiva (Figura 3) o sea que a mayor número de partos mayor va a ser el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento); en cuanto a número de partos con peso al nacer no presentó valores significativos de correlación; también observamos que hay valores de correlación con significancia positiva en peso al nacer con peso al destete pero sólo para el tratamiento II, es decir, que a mayor peso al nacer vamos a obtener un mayor peso al destete y viceversa (Figura 4).

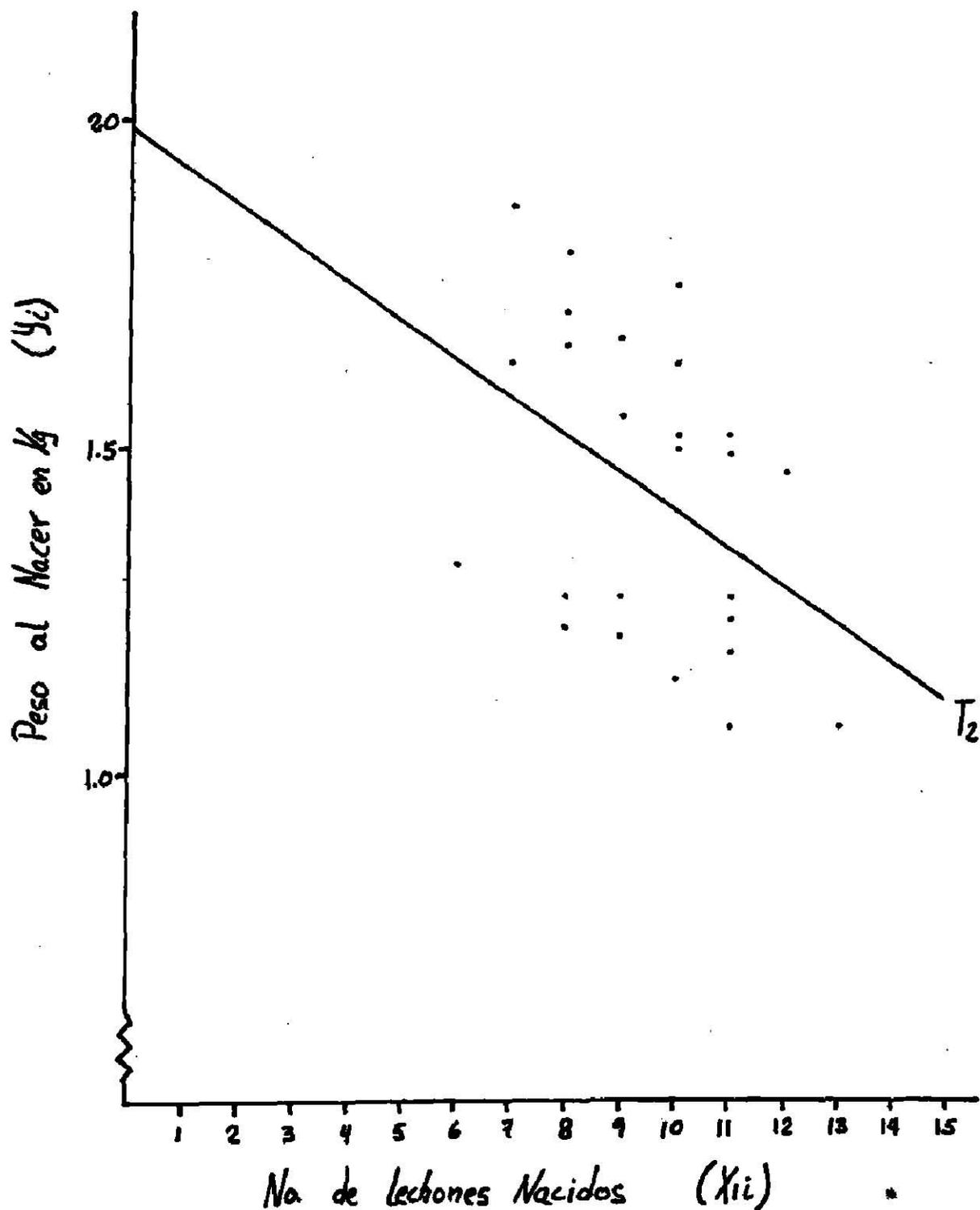


FIGURA 2.- Ecuación de predicción para el peso al nacer (Y_i) en función del número de lechones nacidos (X_{ii}) para el tratamiento II.

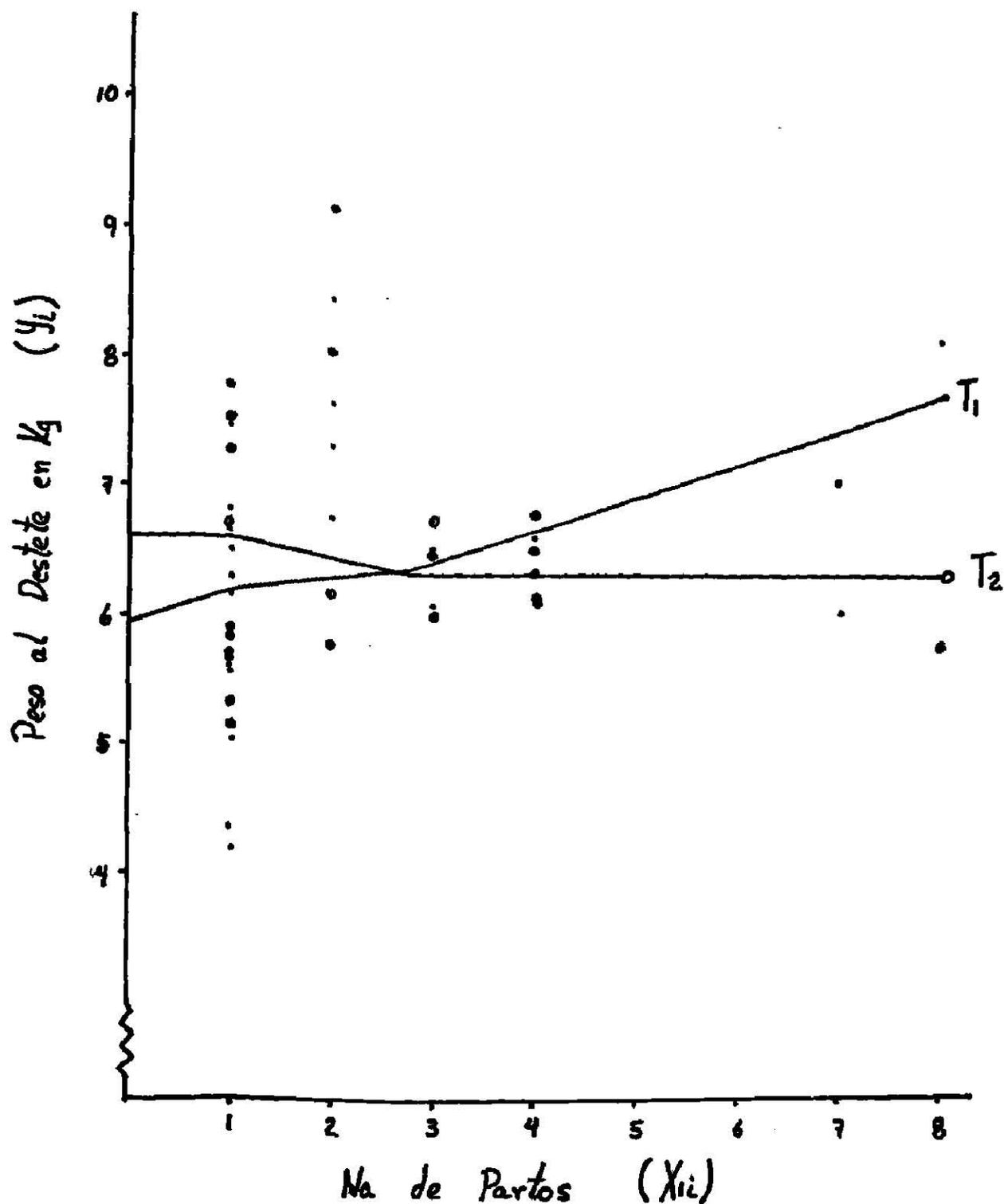


FIGURA 3.- Ecuación de predicción para el peso al destete (Y_i) en función del número de partos de las cerdas (X_{1i}) tanto para el tratamiento I como para el tratamiento II.

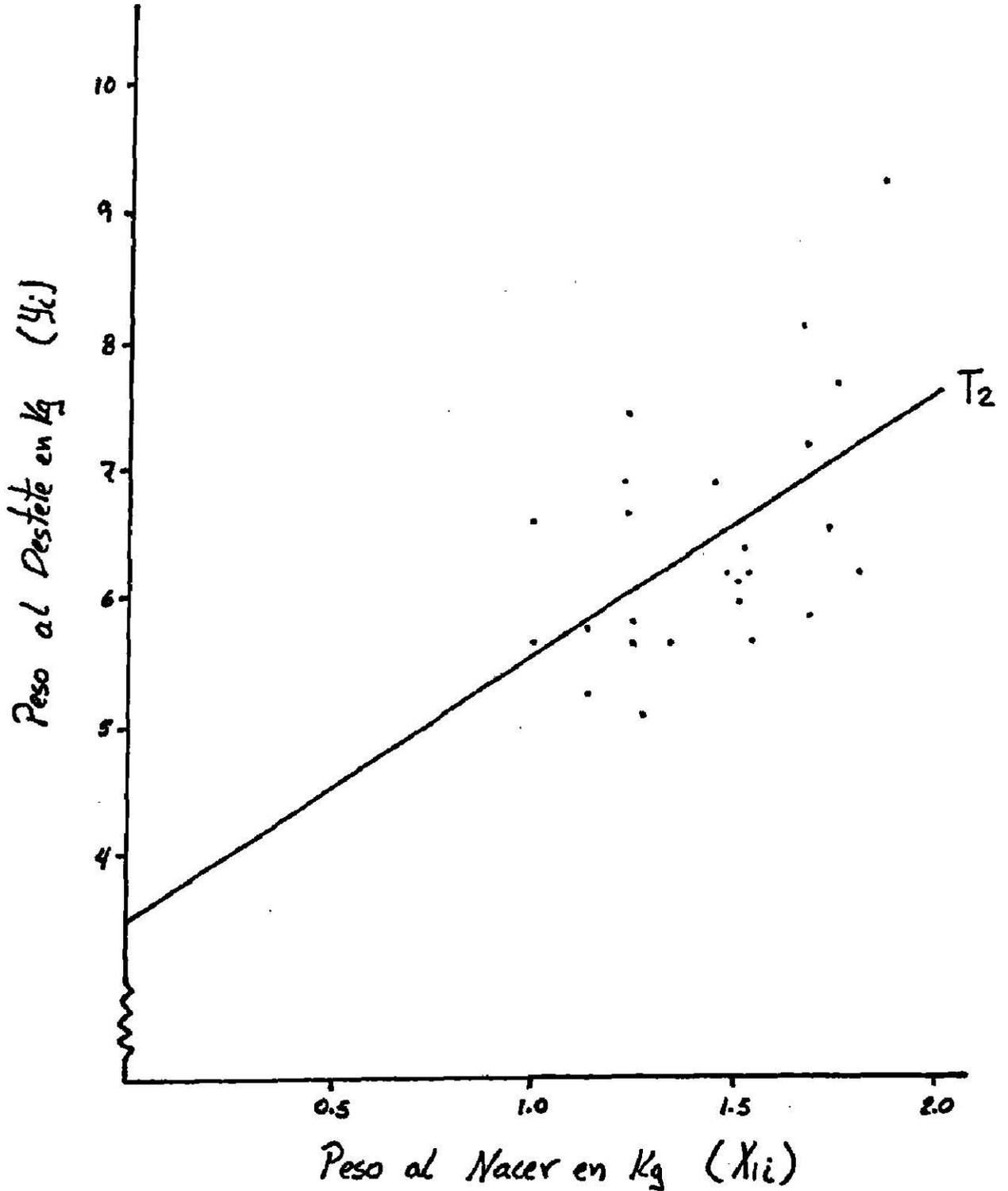


FIGURA 4.- Ecuación de predicción para el peso al destete -- (Yi) en función del peso al nacer (X_{1i}) para el tratamiento II.

5. CONCLUSIONES, Y RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se llevo a cabo el presente experimento, y de acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir lo siguiente:

1.- Estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en el análisis efectuado para el peso al destete.

2.- Al efectuar el análisis de regresión para las variables número de lechones nacidos con peso al nacer, se encontró que sí existe una relación significativa negativa, es decir, que a mayor número de lechones nacidos menor va a ser el peso al nacer y viceversa, pero sólo para el tratamiento II.

3.- En número de partos de las cerdas con peso al destete, en el tratamiento I, presentó valores significativos positivos de regresión, es decir, que a mayor número de partos mayor va a ser el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento).

4.- Para el tratamiento II, también presentó valores significativos de regresión negativa, es decir, al aumentar el número de partos disminuye el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento).

5.- También observamos que hay valores de regresión con significancia positiva en peso al nacer con peso al destete pero sólo para el tratamiento II, es decir, que a mayor peso al nacer vamos a obtener un mayor peso al destete y viceversa.

6.- Existe una correlación con significancia negativa para las variables número de lechones nacidos con peso al nacer, para el tratamiento II.

7.- En número de partos de las cerdas con peso al destete en los dos tratamientos presentaron valores significativos de correlación positiva, o sea, que a mayor número de partos mayor va a ser el peso al destete (dentro de los rangos estudiados en el experimento).

8.- También existen valores de correlación con significancia positiva en peso al nacer con peso al destete, pero sólo para el tratamiento II, es decir, que a mayor peso al nacer vamos a obtener un mayor peso al destete y viceversa.

9.- Basándonos en los resultados obtenidos del presente experimento, podemos concluir que el añadir minerales en el agua no significa un beneficio adicional o ganancia para el productor.

10.- Por lo expuesto con anterioridad, se sugiere efectuar posteriores experimentos que confirmen y validen los resultados obtenidos.

6. RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de suplementar y no suplementar con minerales la alimentación de cerdos lactantes, sobre el peso al destete.

El experimento se realizó en la Granja Porcina de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., ubicada en la Ex-Hacienda "El Canadá" en el Municipio de Gral. Escobedo, N.L.

Los tratamientos estudiados fueron: 25 camadas con suplementación de minerales para el primer tratamiento y 25 camadas sin suplementación de minerales para el segundo tratamiento o testigo.

Las variables estudiadas fueron, peso al nacer, peso al destete y número de partos de las cerdas.

El diseño utilizado fue bloques al azar con análisis de covarianza múltiple, dos tratamientos y 25 repeticiones, tomando como variable a analizar el peso al destete y como covariables el peso al nacer y el número de partos de las cerdas.

Se efectuaron análisis de regresión lineal simple y de correlación lineal por tratamiento y en general, entre las

variables estudiadas.

En el análisis de covarianza múltiple para el peso al destete, encontramos que no existe diferencia significativa entre los efectos de los tratamientos con $\alpha = 0.05$.

Para el tratamiento I solamente las variables número de partos y peso al destete mostraron asociación positiva y significativa, concluyéndose que por cada parto de la cerda el peso al destete de la camada se incrementará en 0.21193 Kg.

Para el tratamiento II las variables número de lechones nacidos y peso al nacer, mostraron asociación negativa y significativa, mientras que el número de partos y el peso al nacer mostraron asociación positiva y significativa con peso al destete, concluyéndose que por cada kilogramo que se incrementa la camada en el peso al nacer, el peso al destete se incrementará en 2.04689 Kg.

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

- Alba, J. 1977. Alimentación del ganado en América Latina. 2a. Edición. México. pp. 92-100.
- Anderson Clayton. 1976. Guía de nutrición animal. Monterrey, N.L. México. pp. 7-25.
- Belanger, J.D. 1978. Cría del ganado menor. 1a. Edición. Editorial Diana, México. pp. 219-223.
- Bergner, E. 1970. Elementos de nutrición animal. 1a. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 63-73.
- Borgioli, E. 1962. Alimentación del ganado. Ediciones GEA. Barcelona, España. pp. irr.
- Carroll, D.W.E., Krider, D.J.L. y Andrews, D.F.N. 1967. Explotación del cerdo. 3a. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 243-253.
- Caselli, R. 1971. Piensos compuestos. 1a. Edición. Ediciones Gea. Barcelona, España. pp. 35-40.
- Concellon, A. 1970. La cerda y su camada. 1a. Edición. Editorial Aedos. Barcelona, España. pp. 140-147.
- Cunha, T.J. 1960. Alimentación del cerdo. Editorial Acribia.

- Zaragoza, España. pp. 41-74.
- Cuthbertson, D., et al. 1967-69. Necesidades nutritivas de los animales domésticos, cerdos. León, España. pp. irr.
- Esminger, M.E. 1970. Producción porcina. 4a. Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, Argentina. pp. 121-131.
- García, F. 1981. Técnicas y prácticas modernas en la cría del cerdo. 1a. Edición. Editores Mexicanos Unidos. México. pp. 110-115.
- Hafez, E.S. y Dyer, I.A. 1972. Desarrollo y nutrición animal. 1a. Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 383-402.
- Kolb, E. 1972. Microfactores en nutrición animal. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 173-225.
- Lucas, I.A.M. y Lodge, G.A. 1967. Alimentación de lechones. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 86-98.
- Maynard, L.A. y Lossli, J.K. 1975. Nutrición animal. 3a. Edición. UTEHA. México. pp. 165-166.
- Morgan, J.T. y Lewis, D. 1965. Nutrición de cerdos y aves. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 327-330.

Morrison, B.F. 1965. Alimentos y alimentación del ganado.

UTEHA. T-2. México. p. 1078.

Morrison, B.F. 1969. Alimentos y alimentación del ganado.

UTEHA. T-1. México. pp. 107-109.

National Research Council. 1967-69. Necesidades nutriticas de los animales domésticos. Editorial Academia. León, España.

V-3. pp. 183-184.

National Research Council. 1973. Necesidades nutritivas del cerdo. 1a. Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp. irr.

Pond, W.D. y Maner, J.H. 1976. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. 410-419.

Síntesis Porcina. 1983. Recomendaciones de raciones y premezclas. Vol. 2, No. 12. pp. 25-38.

Underwood, E.J. 1969. Los minerales en la alimentación del ganado. Editorial Acribia. Zaragoza, España. pp. irr.

8. A P E N D I C E

TABLA 7.- Análisis de agua de la Granja Porcina de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. ubicada en la Ex-Hacienda "El Canadá", en Gral. Escobedo, N.L.

Concepto	Datos
CE x 10 ⁶ a 25°C	1,210
pH	7.0
Ca en me/l	3.9
Mg en me/l	5.2
Na en me/l	3.1
K en me/l	-
Σ de cationes me/l	12.1
CO ₃ en me/l	0.0
HCO ₃ en me/l	3.8
Cl en me/l	4.4
SO ₄ en me/l	3.7
NO ₃ en me/l	-
Σ de aniones me/l	11.9
SE en me/l	8.2
SP en me/l	6.2
RAS	1.5
CSR en me/l	0.0
PSP en me/l	37.0
B en p.p.m.	-

Notación:

1. CE = Conductividad Eléctrica
2. SE = Salinidad Efectiva
3. SP = Salinidad Potencial
4. RAS = Relación de Adsorción del Sodio
5. CSR = Carbonato de Sodio Residual
6. PSP = Porcentaje de Sodio Probable
7. B = Contenido de Boro en p.p.m.
8. Cl = Contenido de Cloruros en me/l.

TABLA 8.- Peso al nacer, número de lechones nacidos, peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de la cerda para cada una de las camadas del tratamiento I, expresado en kilogramos.

Tratamiento	Bloque	Peso al nacer	No. Lechones nacidos	Peso al destete	No. Lechones Destetados	No. de Partos
	I	1.300	9	8.550	8	2
	II	1.172	10	6.200	8	3
	III	0.909	11	6.270	9	1
	IV	1.185	7	6.600	5	1
	V	1.417	13	5.977	9	7
	VI	1.311	9	6.680	9	4
	VII	1.430	9	6.740	6	1
	VIII	1.290	11	5.850	11	1
	IX	1.200	9	4.310	8	1
	X	1.210	10	5.760	5	1
	XI	1.400	10	4.970	8	1
	XII	1.290	8	6.610	5	3
I	XIII	1.920	7	6.440	7	1
	XIV	1.270	9	5.525	13	1
	XV	1.670	8	7.384	8	2
	XVI	1.397	9	6.800	6	2
	XVII	1.237	6	7.400	6	1
	XVIII	1.140	8	6.100	8	1
	XIX	1.381	8	4.170	6	1
	XX	1.680	9	6.650	9	3
	XXI	1.520	10	7.705	10	2
	XXII	1.800	9	5.820	7	1
	XXIII	1.710	8	7.990	8	8
	XXIV	1.482	10	7.300	7	5
	XXV	1.520	11	5.630	11	1
\bar{X}	TOTAL:	1.393	9.12	6.377	7.88	2.2

TABLA 9.- Peso al nacer, número de lechones nacidos, peso al destete, número de lechones destetados y número de partos de la cerda para cada una de las camadas del tratamiento II, expresado en kilogramos.

Trata- miento	Bloque	Peso al nacer	No. Lecho nes naci- dos	Peso al destete	No. Lecho nes des- tetados	No. de partos
	I	1.211	9	6.890	5	3
	II	1.416	12	6.900	12	4
	III	1.878	7	9.270	7	2
	IV	1.490	11	6.210	5	2
	V	1.070	11	5.660	6	9
	VI	1.071	13	6.590	9	3
	VII	1.550	9	6.390	7	4
	VIII	1.270	9	5.790	6	2
	IX	1.320	6	5.640	5	1
	X	1.635	10	7.200	7	1
	XI	1.670	9	5.840	7	1
	XII	1.712	8	6.570	7	4
II	XIII	1.527	10	6.120	6	3
	XIV	1.180	11	5.760	9	1
	XV	1.238	11	6.660	10	1
	XVI	1.632	7	8.130	6	2
	XVII	1.228	8	7.456	8	1
	XVIII	1.275	11	5.636	9	1
	XIX	1.529	11	6.190	6	4
	XX	1.800	8	6.200	7	4
	XXI	1.280	8	5.090	8	1
	XXII	1.142	10	5.260	8	1
	XXIII	1.507	10	6.960	9	7
	XXIV	1.752	10	7.680	9	1
	XXV	1.560	8	5.670	6	8
\bar{X}	TOTAL:	1.437	9.48	6.470	7.36	2.84

TABLA 10.- Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio dentro del tratamiento I.

Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo	Rango	Media	Desv. Stand.	Coef. Var.
Peso al Nacer (Kg.)	0.909	1.920	1.011	1.393	0.231	16.586
No.Lechones Nacidos	6	13	7	9.12	1.508	16.544
Peso al Destete (Kg.)	4.170	8.550	4.380	6.377	1.045	16.396
No.Lechones Destetados	5	13	8	7.88	2.006	25.465
No.Partos de la Cerda	1	8	7	2.2	1.936	88.022

TABLA 11.- Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio dentro del tratamiento II.

Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo	Rango	Media	Desv. Stand.	Coef. Var.
Peso al Nacer (Kg.)	1.070	1.878	0.808	1.437	0.235	16.396
No.Lechones Nacidos	6	13	7	9.48	1.710	18.045
Peso al Destete (Kg.)	5.090	9.270	4.180	6.470	0.957	14.790
No.Lechones Destetados	5	12	7	7.36	1.729	23.494
No.Partos de la Cerda	1	9	8	2.84	2.285	80.473

TABLA 12.- Resumen de las estadísticas de mayor interés en las variables bajo estudio para los dos tratamientos.

Variable	Valor Mínimo	Valor Máximo	Rango	Media	Desv. Stand.	Coef. Var.
Peso al Nacer (Kg.)	0.909	1.920	1.011	1.415	0.232	16.397
No. Lechones nacidos	6	13	7	9.3	1.606	17.276
Peso al Destete (Kg.)	4.170	9.270	5.100	6.423	0.993	15.461
No. Lechones Destetados	5	13	8	7.62	1.872	24.571
No. Partos de la Cerda	1	9	8	2.52	2.121	84.175

TABLA 13.- Análisis de covarianza múltiple para el peso al destete.

F. V.	G.L.	Σy^2	S.C. debidos a la regresión	S.C. de las desviaciones respecto a la regresión	G.L.	C.M.
Tratam.	1	0.108				
Error	24	16.163	7.328	8.835	22	0.401
T + E	25	16.272	7.420	8.851	23	
Diferencia para probar entre medias de tratamiento ajustadas...				0.016	1	0.016

C.V. 9.86%

TABLA 14.- Resumen del análisis de regresión lineal simple para cada tratamiento.

TRAT.	VARIABLE	NÓ. LECHONES NACIDOS		NÓ. LECHONES DESTETADOS		NÓ. DE PARTOS		PESO AL NACER	
		$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$
I									
	Peso al nacer	1.62780	-0.02567	1.37970	0.00176	1.32776	0.02994	-	-
	Peso al destete	7.76639	-0.15231	6.74468	-0.04662	5.91099	0.21193*	5.04255	0.95769
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II									
	Peso al nacer	1.99831	-0.05913*	1.59725	-0.02167	1.43101	0.00236	-	-
	Peso al destete	7.52857	-0.11161	6.03317	0.05941	6.59648	-0.04436*	3.52761	2.04689*

* = Significativo al 0.05.

TABLA 15.- Resumen del análisis de correlación para cada tratamiento.

TRAT.	VARIABLE	No. Lechones nacidos	No. Lechones destetados	No. de partos	Peso al nacer
I	Peso al nacer	-0.146408	0.032943	0.245644	-
	Peso al destete	-0.185570	-0.076150	0.423937*	0.211722
II	Peso al nacer	-0.418999*	-0.148046	0.063912	-
	Peso al destete	-0.205655	0.108002	0.416494*	0.504141*

* = Significativo al 0.05.

