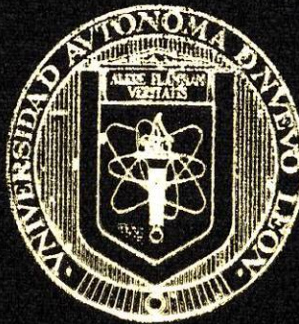


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE VITAMINA D EN
CERDOS EN CRECIMIENTO (DESTETE-45 DIAS
POST-DESTETE)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

RAUL PAZ MORALES

MARIN, N. L.

JULIO DE 1988

6

T

SF396

.M6

P39

c.1



1080062683

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE VITAMINA D EN
CERDOS EN CRECIMIENTO (DESTETE-45 DIAS
POST-DESTETE)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

RAUL PAZ MORALES

MARIN, N. L.

JULIO DE 1988

9373

T
F396
M6
939

C040.636
FA 17
1988
C.5



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

T E S I S

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE VITAMINA D EN
CERDOS EN CRECIMIENTO (DESTETE-45 DIAS
POST-DESTETE).

Elaborada por:

RAUL PAZ MORALES

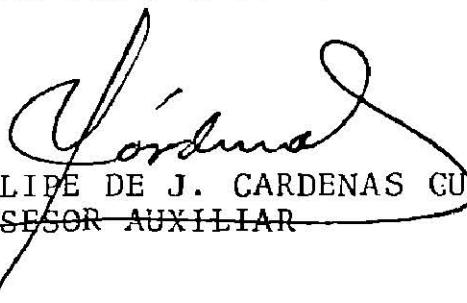
Aceptada y aprobada como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMISION REVISORA:



M.V.Z. M.Sc. RUPERTO CALDERON ESPEJEL
ASESOR PRINCIPAL



ING. FELIPE DE J. CARDENAS GUZMAN
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Sr. Serapio Paz Loredo

Sra. Blanca Hilda Morales de Paz

Brindo este trabajo, fruto de su amor, confianza
y consejos que siempre he recibido de ustedes.

Gracias por apoyarme
Gracias por lo que soy
Que Dios los bendiga

A MIS HERMANOS:

María de los Angeles

María Teresa y Gerardo

Serapio

Arturo

Evangelina

Blanca Hilda

Verónica

Jesús Alberto

A MI SOBRINA:

Mayra Teresa Martínez Paz.

A MIS ABUELOS:

Serapio Paz García
María Loredo de Paz
Raúl Morales Cisneros
Evangelina Gonzáles de Morales

A MIS TIOS:

A MIS PRIMOS:

Al Director de la Facultad de Agronomía

ING. M.C. Ramón Treviño Treviño

Al Sub-Director Académico de la Facultad de Agronomía

ING. Apolinar Aguillón Galicia.

AGRADECIMIENTOS

Al M.V.Z. M.Sc. Ruperto Calderón Espejel, por la excelente conducción del presente trabajo y por su gran responsabilidad mostrada en el transcurso de la misma.

Al Ing. M.C. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán por sus conocimientos aportados al presente trabajo.

Al Ing. M.C. Homero Morales Treviño por su valiosa ayuda para la realización del presente trabajo.

Al Ph.D. Emilio Olivares Sáenz por su ayuda en la elaboración del análisis estadístico del presente trabajo.

A la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. y a los maestros de la misma por sus consejos y valiosa intervención en mi formación académica.

A mis compañeros de generación y amigos, que de alguna u otra manera participaron en la culminación de mis estudios y en el desarrollo de este trabajo.

A TODOS GRACIAS.

I N D I C E

	Página
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS	32
RESULTADOS Y DISCUSION.....	36
Aumento de peso promedio	38
Consumo alimenticio.....	40
Conversión y eficiencia alimenticia.....	42
Incidencia de diarreas	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
RESUMEN.....	47
BIBLIOGRAFIA	49
APENDICE.....	53

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1	División de las vitaminas según el medio en que son solubles.....	8
2	Resumen de reacciones sobre vitamina D., (Conn y Stumpt, (1980).	18

Figura		
1	Fórmula estructural de las vitaminas D. (Royer, (1984).....	9
2	Compuesto activo que se forma a partir de la vitamina D ₃ , (1-2 dihidroxicolecalciferol).....	19

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Análisis de varianza para la variable <u>pe</u> so a los 15 días post-destete.....	36
2	Análisis de varianza para la variable <u>pe</u> so a los 30 días post-destete.....	37
3	Análisis de varianza para la variable <u>pe</u> so a los 45 días post-destete.....	37
4	Análisis de varianza para la variable <u>au</u> mento de peso a los 15 días post-destete	38
5	Análisis de varianza para la variable <u>au</u> mento de peso a los 30 días post-destete	39
6	Análisis de varianza para la variable <u>au</u> mento de peso a los 45 días post-destete	40
7	Análisis de varianza para la variable consumo alimenticio a los 45 días post- destete.....	41

Tabla		Página
8	Pesos promedio y pesos ajustados para <u>ca</u> da tratamiento a los 15 días post-deste- te. (kg).....	54
9	Pesos promedio y pesos ajustados para <u>ca</u> da tratamiento a los 30 días post-deste- te. (kg).....	54
10	Pesos promedio y pesos ajustados para <u>ca</u> da tratamiento a los 45 días post-deste- te (kg).....	54
11	Aumentos de peso promedio y ajustados pa ra cada tratamiento a los 15 días post- destete (kg).....	55
12	Aumentos de peso promedio y ajustados pa ra cada tratamiento a los 30 días post- destete (kg).....	55
13	Aumentos de peso promedio y ajustados pa ra cada tratamiento a los 45 días post- destete (kg).....	55
14	Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 15 días post-destete (kg).....	56
15	Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 30 días post-destete (kg).....	56

Tabla		Página
16	Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 45 días post-destete (kg).....	56
17	Comparación de medias para la variable consumo alimenticio a los 30-45 días post-destete (kg).....	56
18	Peso total, peso promedio (kg) de las cerdas al inicio y al final del experimento.....	57

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadro		Página
1	Conversión y eficiencia alimenticia para el tratamiento 1 (200 U.I. de vitamina D/kg de alimento). (En kg).....	58
2	Conversión y eficiencia alimenticia para el tratamiento 2 (400 U.I. de vitamina D/kg de alimento). (En kg).....	58
3	Consumo y eficiencia alimenticia para el tratamiento 3 (800 U.I. de vitamina D/kg de alimento). Kg.....	59
4	Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 1 (200 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.....	59
5	Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 2 (400 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.....	60
6	Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 3 (800 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.....	60

7	Número de días promedio con diarrea/ <u>cer</u> do para cada tratamiento en cada una de las etapas.....
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

60

INTRODUCCION

En las regiones mas desarrolladas del mundo, la industria porcina ocupa un lugar preponderante, tanto que, muchos países se le ubica en el segundo o tercer lugar como fuente de ingresos dentro de las actividades agropecuarias en general, habiendo recibido una atención preferencial desde mediados del siglo pasado, creciendo notablemente tanto en volúmen como importancia relativa, por lo tanto reviste una gran importancia el cerdo, mantenerlo en óptimas condiciones nutricionales y sanitarias por su gran importancia en la alimentación humana.

Por lo antes dicho es de gran importancia proporcionar todos los requerimientos nutricionales desde que nace hasta que está listo para la venta.

Y es en el campo de nutrición donde se consideran los descubrimientos relacionados en el campo de las vitaminas de los de más importancia en los últimos años en cuanto a ésta ciencia. Los múltiples trabajos de investigación sobre las vitaminas nos han permitido mejorar notablemente la salud y vigor de los humanos. Así como también, han tenido una gran influencia sobre la explotación pecuaria aumentando la eficiencia de la producción y a su vez evitando enfermedades nutricionales.

Hopkins, propuso por primera vez en Inglaterra, en 1906, que se aceptaran las vitaminas como necesarias en la dieta, ya que ningún animal puede vivir con sólo una mezcla de protefna

pura, grasas y carbohidratos e incluso, suministrándole al animal materiales inorgánicos necesarios, a estas sustancias necesarias adicionales se les llamó "factores accesorios".

Desde entonces, en el descubrimiento de nuevas vitaminas, a su vez en la sintomatología de los estados carenciales y los desequilibrios que originan la deficiencia, así como también en la obtención de nuevas vitaminas por síntesis química se ha avanzado rápidamente.

REVISION DE LITERATURA

Las vitaminas son nutrientes que cumplen importantes funciones relacionadas con la iniciación y activación de los procesos vitales. Por esta razón se les llama biocatalizadores. (Pinheiro, 1973).

En comparación con las cantidades de otros nutrientes que son necesarios, los requerimientos vitamínicos de los animales son insignificantes. Sin embargo, la carencia persistente de alguna vitamina en la dieta da lugar a alteraciones metabólicas que pueden acabar en enfermedad. (McDonald, 1979).

Bateman , (1970). Las vitaminas son sustancias orgánicas muy potentes que están presentes en cantidades diminutas en los alimentos naturales; son esenciales para la vida animal.

Las funciones desempeñadas por las vitaminas son de vital importancia en la producción animal, pues intervienen en los procesos básicos de la vida: reproducción, crecimiento, lactancia y asimilación. Todas las vitaminas son indispensables para el funcionamiento armonioso del organismo (Pinheiro, 1973).

Las vitaminas pueden definirse como compuestos de carbono de estructura diversa que no se emplean para la energía, ni para fijarse en la estructura de los tejidos; solo se requieren en cantidades muy pequeñas, en la dieta, para el mantenimiento de la salud del animal. (Mertz, 1971).

Maynard y Loosli, (1975). La auténtica vitamina es la que ha demostrado ser un elemento dietético esencial para las diversas especies.

Las vitaminas dejan sentir sus efectos, interviniendo en el recambio energético, en la regulación de los procesos metabólicos y en biosíntesis de los diversos compuestos de los tejidos corporales.(Cole. 1973).

Con el nombre de vitamina, se conocen ciertas combinaciones orgánicas que sin constituir verdaderas fuentes de energía son indispensables para la vida de los individuos, pues en su ausencia provoca trastornos típicos del metabolismo.(Díaz, 1965).

Las vitaminas hoy reconocidas como esenciales en la dieta se diferencian en composición química en sus funciones fisiológicas, conforme indican los síntomas metabólicos u otros de su deficiencia.(Maynard y Loosli, 1975).

Las vitaminas son necesarias en porcentajes infinitesimales, pero si faltan en las mezclas alimenticias rápidamente surgen trastornos fisiológicos que alteran la salud y la productividad del cerdo.(García, 1981).

Desde el punto de vista económico, la producción de cerdos solo puede ser concebida en términos de lucro, por ser una actividad que transforma y valoriza los productos agrícolas

primarios, así como los subproductos industriales, para lograr éste, es necesario satisfacer las necesidades vitamínicas y minerales tanto en el aspecto cuantitativo como cualitativo.

En algunos casos, el organismo sintetiza las vitaminas sobre la base de los alimentos ingeridos; pero existen varias vitaminas que el organismo del cerdo no puede sintetizar siendo necesario que esten presentes en la dieta. Las vitaminas pueden ser encontradas en alimentos de origen animal así como vegetal, pero esto es sólo en casos muy específicos, por lo que no tenemos la seguridad de que aporten las cantidades necesarias para satisfacer las necesidades orgánicas.

Whittemore y Elsley, (1978). La formulación de dietas que contengan niveles adecuados de vitaminas han sufrido una revolución como consecuencia de la preparación industrial de vitaminas; que permite su estabilidad y su consiguiente deterioro durante su almacenamiento y que además raramente reaccionan con otros componentes de la dieta, es así como las premezclas vitamínicas sintéticas han establecido alta calidad en cuanto a su pureza, de modo que la formulación a niveles específicos se determina fácilmente.

El incremento de la explotación para la cría de cerdos en confinamiento con pisos de cemento o listones, ha provocado un menor empleo de pastas y forrajes. Aunque dichos elementos no son considerados como fuentes importantes de energía, proteína y minerales importantes para el cerdo, debido a este confina-

miento, los cerdos se ven privados de la luz solar importante para la síntesis de vitamina D mediante la transformación del 7-dehidrocolecalfiferol presente en la piel y en otros tejidos del cerdo. Si prosigue la tendencia hacia la producción de cerdos en confinamiento durante la totalidad de su ciclo vital deberá presentarse mayor atención a cubrir las necesidades de vitamina D para lograr un desarrollo normal del esqueleto. (Pond y Maner, 1976).

Es necesario conocer las cantidades precisas de cada vitamina para que sirvan de guía al seleccionar raciones apropiadas que proporcionen cantidades adecuadas de vitaminas para mantener una producción y salud óptima. Para valorar el nivel apropiado de vitamina que resulta óptimo por la producción se siguen determinados criterios, que dependen de la especie y de la edad del animal. Los criterios incluyen: tasa de crecimiento, índice de transformación de los alimentos, niveles sanguíneos de la vitamina estudiada, eficiencia reproductora, niveles de enzimas en la sangre y prevención de los síntomas característicos de deficiencias, tales como la ceguera nocturna, porcentaje reducido de cenizas en el hueso y acortamiento de la duración de la vida. La tasa de crecimiento así como la conversión alimenticia han sido los criterios principales utilizados para determinar las necesidades de vitaminas. (Hafez y Dyer, 1972).

Casi todos los descubrimientos relativos a la existencia

y funciones de las vitaminas se ha hecho a partir del año 1911. Antes de esa época se desconocía incluso, la existencia de las vitaminas como principios nutritivos esenciales. Las diversas vitaminas identificadas hasta hoy difieren notablemente en su estructura química. Por lo tanto no están relacionadas químicamente unas con otras, como lo están las proteínas, carbohidratos, o las grasas. Las funciones desempeñadas por las diversas vitaminas son también enteramente distintas. Se integran todas ellas en un solo grupo porque todas son de naturaleza orgánica, y porque al menos para ciertos animales son principios nutritivos esenciales que sólo se necesitan en pequeñas cantidades.

Las vitaminas se dividen por conveniencia en 2 grupos principales: las que son solubles en la grasa y las que son solubles en agua.

Las vitaminas solubles en grasa son A, D, E, K, y su absorción por el cuerpo depende de la absorción normal de la grasa en la dieta. Las vitaminas solubles en el agua incluyen la vitamina C. y los diversos miembros del complejo vitamínico B.

En el Cuadro 1 aparecen la división de las vitaminas según el medio en que son solubles y con su respectivo nombre químico.

Cuadro 1. División de las vitaminas según el medio en que son solubles.

Vitaminas liposolubles	Nombre químico
A	Retinol
D ₂	Ergocalciferol
D ₃	Colecalciferol
E	α - tocoferol
K	Filoquinona
Vitaminas hidrosolubles	
Complejo B	
B ₁	Tiamina
B ₂	Riboflavina
B ₆	Piridoxina
	Acido pantoténico
	Biotina
	Acido fólico
B ₁₂	Cianocobalamina
Complejo C	Acido ascórbico

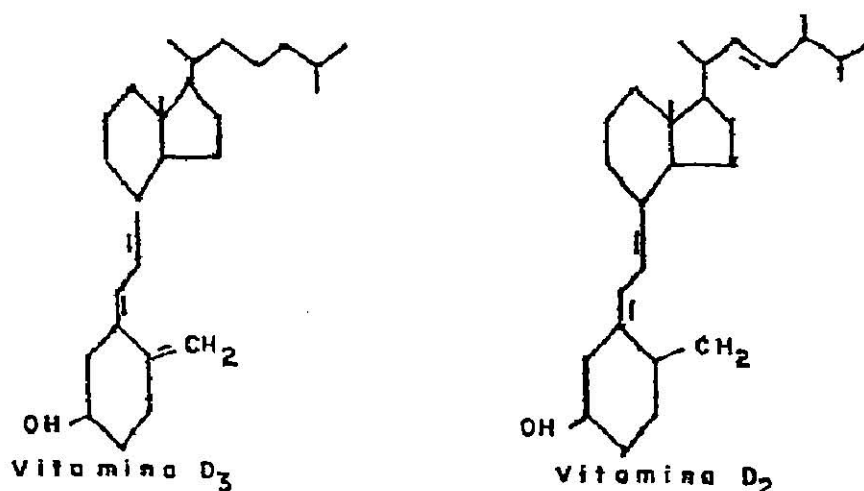
Harvey, (1970)

La vitamina D fué descubierta en 1922 por Mc Collum, de la Universidad John's Hopkins, quien comprobó que al hacer pasar aire caliente a través del aceite de hígado de bacalao, para destruir la vitamina A, al aceite le quedaba una segunda vitamina que prevenía y curaba el raquitismo. Se dió a esta nueva sustancia el nombre de vitamina D.

En (1924), Steenbock y Hess, de la Universidad de Columbia, publicaron casi simultaneamente que cuando se sometían alimentos desprovistos de vitamina D a la luz ultravioleta, se acumulaba dicha vitamina en ellos. Mas tarde se averiguó que la producción de vitamina D es debida a la acción de los rayos ultravioleta que transforman el ergosterol contenido en los alimentos a calciferol que es la forma de vitamina D.

De la misma manera, esta vitamina es conocida con los nombres de vitamina antirraquítica, raquitosterol y raquitamina. (Cunha, 1977).

Figura 1. Fórmula estructural de las vitaminas D. (Royer, (1984)).



Como mejor se explican las estructuras químicas de las vitaminas D es considerándolas como derivados del colesterol. Este se caracteriza por un sistema de cuatro anillos A,B,C y D, en el cual el D va unido a una cadena lateral de isooctilo a través de un C-17(carbono 17). Ahora bien, para que surja una actividad de vitamina D a partir de compuestos como el colesterol se tienen que cumplir todavía los requisitos que siguen. El anillo B deberá contener 2 enlaces dobles, a las sustancias químicas con tal estructura cabrá considerarlas como provitaminas potenciales, por más que en la cadena lateral de isooctilo se den disposiciones divergentes.

Sometiendo una tal provitamina D a rayos ultravioleta, se desdoblará el anillo B. El desarrollo de la actividad de la vitamina D está relacionado con una reacción fotoquímica de este tipo. Se forma una mezcla de compuestos con actividad de vitamina D, los más importantes de los cuales son el colecalciferol, cuando se irradia el 7-dehidrocolesterol, y el ergocalciferol, irradiándose el ergosterol;(Krampitz, 1981).

Esta vitamina liposoluble sólo se encuentra bajo la forma de carotenos en la naturaleza: la D₂ (ergocalciferol) sustancia que resulta de la irradiación de los rayos ultravioleta sobre el ergosterol; compuesto presente en los pigmentos de las plantas verdes, en los hongos y en las levaduras; y la D₃ (colecalciferol) sustancia originada por las radiaciones ultravioletas de la luz solar actuando sobre los esteroides cutáneos (7-dehidrocolesterol).(García, 1981).

Krampitz, (1981). Igualmente importantes para la actividad de las vitaminas D son las variantes de la cadena lateral de isooctilo. Su efecto se ejerce más bien en lo tocante a la intensidad de la actividad de vitamina D. De ahí la procedencia de las diversas vitaminas D.

La vitamina D, se presenta en forma de cristales incoloros, solubles en los disolventes orgánicos, pero insolubles en el agua; se mantienen casi inalterables en las manipulaciones para la conservación de los alimentos (cocción, desecación) pero disminuye su poder antirraquítico por una demasiada exposición al aire. (Flores y Agraz, 1979).

La acción biológica de la vitamina D viene a disminuir en un 50% en solución oleosa a 0°C pasados de 3 a 5 años; en emulsiones, ello tarda 3 semanas. La vitamina D es poco sensible al calor. (Krampitz, 1981).

En cuanto a las propiedades individuales de las vitaminas D podemos mencionar que, los compuestos de D₂ (calciferol) son sensibles al oxígeno y los ácidos, son relativamente estables frente a los álcalis. Se disuelven fácilmente en éter, benceno y cloroformo, algo menos en etanol (al 95%), acetona y aceites grasos y prácticamente nada en el agua; por otro lado los compuestos de la D₃ (colecalfiferol), en cuanto a otras propiedades importantes, se parece a la vitamina D₂. Si se hidrogena una mezcla de isómeros detenida por irradiación, gran parte de su actividad antirraquítica se echa a perder mientras que el

efecto de calcinosis se mantiene y hasta se refuerza parcialmente.

La vitamina D es muy necesaria durante el crecimiento y desarrollo del cerdo y en el régimen alimenticio de estos animales es el segundo, después de la vitamina A. Cuando en el alimento de los cerdos jóvenes hay deficiencias o carencia de esta vitamina, rápidamente se nota en la detención del crecimiento y desarrollo normal. (Escamilla, 1981).

Un hecho importante en la alimentación del ganado y en la nutrición humana, es que ninguno de los granos de cereales, ni otras semillas comunes contienen cantidades apreciables de vitamina D. (Morrison, 1965).

Los cereales como el maíz y la cebada y sus subproductos, así como los alimentos elevados en proteínas no proporcionan prácticamente la vitamina D, por lo que es necesario suplementar las dietas que se proporcionan durante la gestación con esta vitamina, a menos que la p^{ar}ia esté expuesta a los rayos solares. (Anónimo, 1984).

Algo muy importante de mencionar es que los productos fabricados en la industria como la del aceite, cerealista, azucarera, almidón y de fermentación, utilizados en la alimentación animal, así como pastos verdes y los ensilados, poco o nada aportan de vitamina D por kilogramo de materia seca.

Se dan cantidades notables de vitamina D en la forma de D_3 , en los aceites de pescado, en especial de hígado, por lo demás, las vitaminas D aparecen en concentraciones relativamente bajas. Se produce sin duda en todas partes, exceptuando quizás el caso de los peces, en cuyo contexto hay quien defiende la formación bioquímica por vía fotoquímica, a partir de las provitaminas existentes en los reinos vegetal y animal, constituidas en el transcurso de la síntesis del estero l . Especialmente ricos en vitamina D son los aceites de hígado, contienen frecuentemente mil veces más factores antirraquíticos que los aceites corporales, a excepción de las levaduras y los pescados y productos derivados, las fuentes naturales de vitamina D son poco rentables. De ahí se considera la importancia de la biosíntesis de vitamina D en la piel para abastecer el organismo con principios activos antirraquíticos.

Como unidad biológica, tomamos la U.I. (U.I.), 1 U.I. equivale a 0.023 Mg de vitamina D_2 o D_3 . Hoy en día, sin embargo, existe ya una tendencia a indicar las sustancias con actividad de vitamina D en unidades de peso.

En general, hay coincidencia en cuanto a que la absorción de la vitamina D es relativamente fácil, tras investigaciones con vitamina D marcado radioactivamente, es de suponer que se absorbe alrededor del 80% de la vitamina D disuelta en aceite. Probablemente sea todavía modesta esta cifra, ya que, al parecer, la vitamina hallada en las heces estaba absorbida ya,

siendo luego inactivada y eliminada. En cuanto a sustancias liposolubles, las vitaminas D se absorben como los demás lípidos desempeñando en ello sin lugar a dudas un papel importante las sales biliares. La vitamina D disuelta en aceite se absorbe primariamente a nivel de duodeno distal. Es altamente verosímil que las vitaminas D resulten absorbidas junto con las grasas naturales. (Krampitz, 1981).

Los mecanismos de la formación de las vitaminas a partir de las provitaminas es objeto de discusión. Se piensa en una biosíntesis bioquímica endógena. En cambio, parece mucho mas probable una transformación de las provitaminas en las formas activas exclusivamente por influencia de los rayos ultravioleta, seguido de una reacción térmica, ya que la activación tenga lugar por obra de los rayos ultravioleta en la piel rica en provitaminas (50-75%) de ellas están en la epidermis y 25.50% en las partes del corion cerca de la epidermis. Esta transformación parece no requerir ni proteínas ni sustancias catalíticas. La transformación en el pelaje de los animales, desempeña un papel secundario.

Se ha comprobado que el raquitismo aparece en los animales cuando se les priva de la luz del sol, pues los rayos ultravioletas con su irradiación contrarrestan la aparición de esta afección. (Escamilla, 1981).

La vitamina D es sintetizada bajo la piel cuando los esteroles cutáneos reciben la irradiación de los rayos solares; según esto, las unidades que permanecen en un régimen de estabulación total necesitan mayores aportes de vitamina D₃. (García, 1981).

La efectividad de la luz solar depende de la longitud e intensidad de los rayos de luz ultravioleta que alcancen al cuerpo. La radiación no es efectiva cuando pasa a través de los vidrios que normalmente se usan en las ventanas, debido a que éstas no permiten el paso de suficientes rayos de onda corta. (Mayrand, 1981 ; McDonald, 1979).

Los animales con pelo negro o piel oscura obtienen menos vitamina D de la luz solar, que los de pelo blanco o de color claro. Esto se debe a que la mayor parte de los rayos ultravioletas son absorbidos por el pelo o la piel antes de penetrar en los tejidos. Por esta razón, los cerdos blancos están menos expuestos al raquitismo que los negros u oscuros. (Morrison, 1965).

La acción biológica de la vitamina D sobre el metabolismo del Fósforo (P) y el Calcio (Ca), y para la calcificación de los huesos, es muy conocida y evita las anomalías en la estructura del esqueleto. (Escamilla, 1981).

Esta vitamina es necesaria para la debida asimilación y aprovechamiento de Ca y P y para el desarrollo de un esqueleto

y dentadura satisfactoria. Las necesidades de vitamina D son especialmente grandes durante el crecimiento, mientras se está formando el esqueleto. Durante la gestación, la madre necesita una cantidad adicional de vitamina D y de Ca y P para poder formar el esqueleto de la cría. (Tamez, 1984).

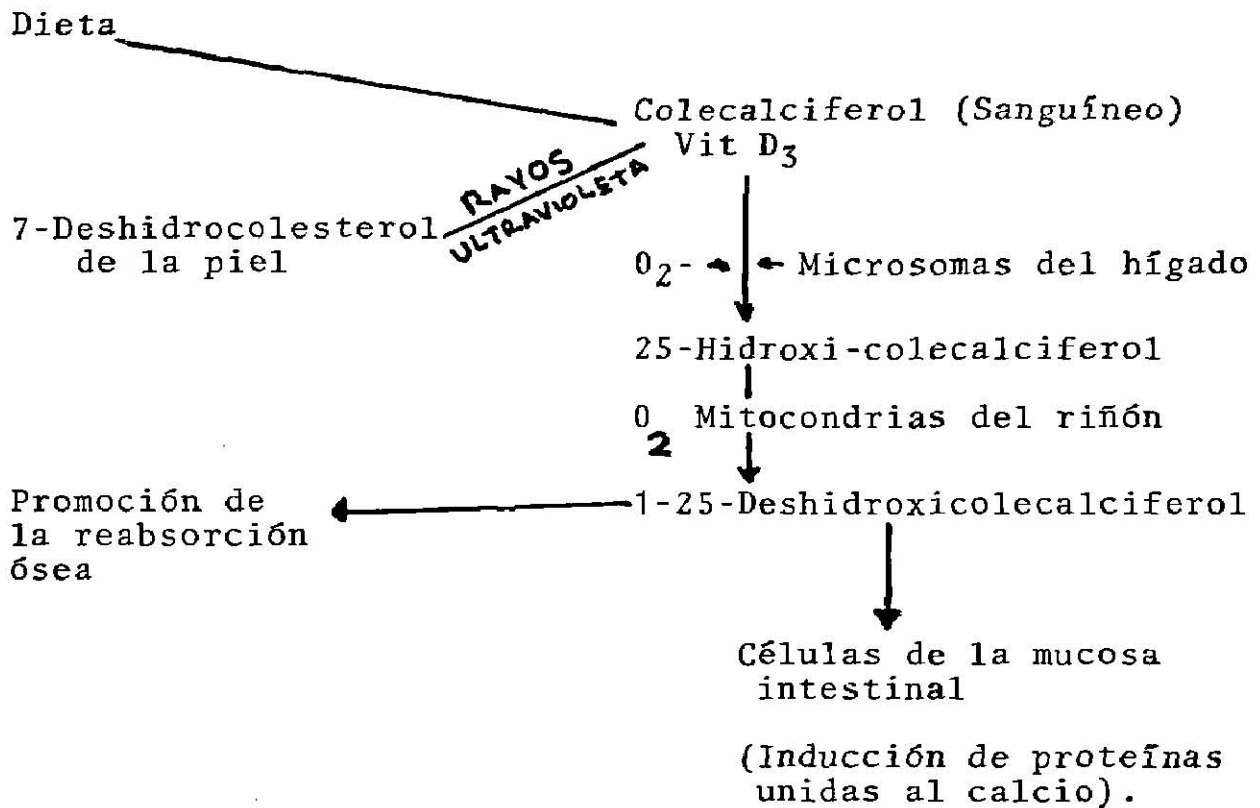
Según Krampitz, (1981). La función de las vitaminas D es primariamente inseparable de los circuitos reguladores que garantizan el balance de Ca y del P, fomentando la absorción intestinal de Ca elevando su nivel y el del P en el suero sanguíneo, lo cual favorece el crecimiento óseo y la osificación. Además estas sustancias surten un efecto directo en el metabolismo óseo.

La capacidad de la vitamina D de estimular la calcificación del hueso recién formado en presencia de Ca y P, a dicha capacidad explica que se denominen nutrientes formadores del hueso a estos 3 elementos esenciales para el hueso. (Maynard y Loosli, 1975).

La vitamina D, es la encargada de mantener niveles constantes de Ca y P en la sangre, a través de la regulación de absorción de Ca en el canal intestinal. Interviene también, evitando pérdidas de P en la orina y en la regulación del intercambio de Ca entre el hueso y la sangre. (De Alba, 1971).

La vitamina D facilita también el transporte de otros cationes divalentes diferentes al Ca. (Hafez y Dyer; 1972).

Cuadro 2. Resumen de reacciones sobre vitamina D., (Conn y Stumpt, (1980).



Conn y Stumpt, (1980).

Descubrimientos recientes apoyan la hipótesis de que un metabolito de la vitamina D en combinación con una molécula re-ceptora nuclear, inicia la síntesis de un mensajero específico RNA, que a su vez conduce a la síntesis de una proteína funcional que es esencial para el transporte activo del calcio en el intestino. Otros estudios realizados in vitro sugieren la presencia en el suero de un factor termólabil y dependiente de la vitamina D que promueve la captación de calcio por parte del hueso. (Hafez y Dyer; 1972).

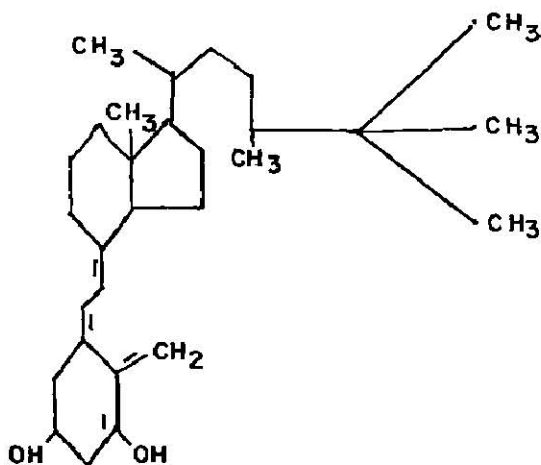
Los principales puntos de ataque de las vitaminas antirraquíticas son, por lo tanto: a) el intestino, b) el sistema esquelético y c) los riñones. Requisito de la funcionalidad de los mecanismos de acción de las vitaminas D es su transformación, dependiendo de las células, en metabolitos activos propiamente dichos. Esto, a su vez, significa que cabe una derivación a formas activas de cantidades fisiológicas de vitamina D por ejemplo, en mayor escala pasando por el hígado y los riñones. (Krampitz, 1981).

Antes de que la vitamina D₃ se transporte a los tejidos sufre dos modificaciones químicas, la primera de ellas en el hígado y la segunda en los riñones. (Conn y Stumpt, 1980).

La vitamina D ya sea consumida en la dieta y formada a través de los esteroides cutáneos, esto gracias a los rayos ultravioletas, se forma un compuesto previo, conocido como colecalciferol, este a su vez, pasa a través del hígado y el riñón,

transformando previamente en compuestos activos como el 25-hidroxicolecalciferol y posteriormente al 1,25 dihidroxicolecalciferol. Estas transformaciones son absolutamente imprescindibles desde el punto de vista fisiológico, pues la vitamina D tiene que desempeñar la función molecular correspondiente. La 1-25 dihidroxicolecalciferol se sigue metabolizando incluso antes de surtir su efecto en el intestino. (Krampitz, 1981).

Figura 2. Compuesto activo que se forma a partir de la vitamina D₃, (1-25 dihidroxicolecalciferol)



En el caso del hueso los metabolitos principales actualmente reconocidos son: 25 hidroxicolecalciferol (25-(OH)D₃), que tiene un ligero efecto en la reabsorción ósea; segundo, 1-25- dihidroxicolecalciferol (1-25-(OH)₂D₃) que tiene una acción poderosa en la reabsorción ósea . Barnes y Lawson, (1978), y el tercero, 24-25 dihidroxicolecalciferol (24-25-(OH)₂ D₃) que tiene un fuerte efecto en la mineralización ósea. Ornoy et

al, (1978) . El último es el metabolito con mayor circulación del colecalciferol o vitamina D. (Holick y De Luca, 1981).

La más rápida tasa de transporte de calcio se da en el duodeno. Pero la vitamina D mejora también el transporte de este elemento en el colon. Se conviene en que la vitamina D cambie de alguna manera la caracterización de la membrana del intestino de tal manera que posibilita el acceso de calcio. Además debe mejorar el transporte del calcio a través de la superficie serosa de las células epiteliales del intestino.

Además resultados obtenidos en diferentes especies animales ponen de manifiesto que la vitamina D interviene también en el crecimiento, en la deposición de minerales en los dientes, en la reabsorción del hueso, en la reabsorción de fosfato en el túbulo renal, en la acumulación de citrato en el hueso y en el funcionamiento de las glándulas paratiroides RNA mensaje ro. (Mc Donald, 1979).

Según Duckes y Swenson, (1977). Existen al menos dos similitudes entre la acción de la vitamina D y la acción de la hormona paratiroides. Ambos incrementan el contenido de ácido cítrico de los líquidos extracelulares e inducen a la movilización del mineral del hueso. Estas observaciones sugieren una ruta metabólica común para explicar sus efectos.

Se considera que la vitamina D esta relacionada con el metabolismo intermediario de los elementos osteogénicos. (Du-

kes, 1969).

Entre las funciones de los huesos deben considerarse las de dar protección y rigidez, conformar el cuerpo, actuar como palancas, depositar minerales y albergar unos órganos para la formación de los elementos de la sangre. En los vertebrados, la marcha, defensa, ataque, prensión y otras actividades dependen fundamentalmente de la acción de los músculos insertados en las palancas, las cuales sin excepción están formadas por huesos. El hueso está compuesto de células y una sustancia fundamental intercelular impregnada de sales minerales. El fosfato cálcico entra en la composición de las sales minerales en un 80%; el resto es principalmente carbonato de calcio y fosfato magnésico. (Frandsen, 1976).

El raquitismo típico se puede desarrollar por falta de vitamina D aún cuando la dieta sea perfectamente adecuada en calcio y fósforo, por otra parte la deficiencia de fósforo de origen a un raquitismo idéntico, aún cuando la vitamina D sea abundante. Sin embargo, una tercera posibilidad de raquitismo originado en la falta de calcio cuando la vitamina D y el fósforo son adecuados no se ha encontrado; los huesos pueden ser débiles o defectuosos, pero no raquíticos.

Las funciones de estos dos elementos son obvias en la formación del hueso. En cuanto a necesidades las diferencias entre especies son muy notables. Las aves efectúan un movimiento

importante para llenar los requisitos del cascarón. El mamífero generalmente efectúa movimientos mas drásticos de fósforo, con relación a la lactancia. El hueso sirve de reserva mineral para poder llevar estas funciones, sea cual sea el nivel de ingreso en la dieta. Además el calcio juega un papel importante en la coagulación de la sangre para permitir la conversión de protombina a trombina. El fósforo tiene funciones múltiples, pues interviene en la fosforilación de todas las fuentes de energía en el cuerpo. Además forma parte integral de muchas proteínas y es de especial importancia su papel en el ácido ribonucleico, portador de los elementos de la herencia. (De Alba, 1971).

Ultimamente hay suficientes pruebas de que la 1-25 dihidroxicolecalciferol 1-25-(OH)₂D₃ activa así mismo la transferencia de fosfato inorgánico a nivel de ileon y yeyuno. Este proceso no depende del transporte del calcio, constituyendo, por lo tanto, una función más de esta vitamina.

La vitamina D interviene en los procesos de movilización del calcio a partir del hueso formado, de esta manera, el calcio vuelve a estar disponible para el líquido extracelular. (Krampitz, (1981).

Entre otras de las funciones de las vitaminas D aunque no de un modo claro se cree que tiene cierto efecto promotor del crecimiento. Faltando vitamina D, se ven afectados el aumento de peso y el crecimiento longitudinal. Las dosis elevadas de

vitamina D revelan acción estrogénica. En el perro, la vitamina afecta la espermatogénesis. La falta de vitamina D daña el tejido folicular de los ovarios y aminora las ovulaciones, con lo que el útero se atrofia. Las dosis tóxicas provocan atrofia de ovarios. Las concentraciones tóxicas habiéndose administrado poco antes o bien después de la cópula dan lugar al aborto y reabsorción de los fetos. También influye parcialmente en la incorporación y distribución de otros iones y metales, sobre todo al Zinc (Zn), Cadmio (Cd), Berilio (Be), Magnesio (Mg), Estroncio (Sr), Plomo (Pb), Niquel (Ni), Cobre (Cu), Cromo (Cr) Hierro (Fe), Manganeso (Mn) y Cobalto (Co).

Por otra parte, se sabe la acción de la vitamina D sobre la organogénesis y normoestructuración de los embriones. También cuando los sementales no están expuestos al suficiente grado de luminosidad, la administración de vitamina D₃ proporciona excelentes resultados en función virilizante. En avicultura la vitamina D tiene un papel directo en el porcentaje de fecundidad del huevo, capacidad de eclosión del mismo y vigorosidad de los recién nacidos. La vitamina D inyectada estimula el crecimiento de la cresta, la virilidad y el deseo sexual. También ejerce su efecto actuando sobre el tejido intersticial, de modo que induce, en el mismo, a la formación de testosterona. (Pérez, 1966).

Las dosis masivas (20 millones de U.I. de vitamina D al día) a partir del 5º día antes del parto y en forma continua

hasta el primer día después del parto con máximo de 7 días, resultan útiles para controlar la fiebre de la lactancia. (Bath, et. al, 1984).

Parece ser que la vitamina D coadyuva con la vitamina A en los procesos infecciosos, y que tiene acción sinérgica con las hormonas sexuales, ya que su estructura química es muy análoga. (Flores, [1979] ., M.C. Donald, '1979' y Tamez, 1984).

Recientemente Somerteldt et. al. (1981), demostraron que las vitaminas D₂ y D₃ son convertidas por los microorganismos del rumen en por lo menos cuatro metabolitos identificados. Aproximadamente el 80% de la vitamina D desaparece en un período corto de incubación en el rumen. Se cree que estos metabolitos tienen acción antibacteriana. (Guardiola, 1986).

Las necesidades cuantitativas de vitaminas en lechones de determinada etapa de peso vivo puede variar a causa de la individualidad del lechón, el alojamiento, el clima, la síntesis bacteriana en el intestino, el equilibrio de los nutrientes en la ración y los antibióticos.

Las alteraciones a que dan lugar estas vitaminas según su aspecto cuantitativo son: avitaminosis, cuando hay ausencia total de la vitamina; hipovitaminosis cuando la administración es insuficiente; e hipervitaminosis cuando alguna de ellas entra en exceso; por cierto este es el tipo de alteración menos frecuente y solo puede presentarse como resultado de una tera-

péutica mal aplicada, a consecuencia del consumo irracional de determinados productos. (Flores, (1979).

Los descubrimientos relativos a la vitamina D han tenido una importancia análoga en la explotación ganadera. Hoy los ganaderos pueden prevenir los desastrosos efectos del raquitismo que antes era común, especialmente en los cerdos. (Morrison, 1965).

Una de las certezas básicas de la investigación en torno a la vitamina D; es que la falta de esta determina raquitismo entre los vertebrados jóvenes y osteomalacia entre los viejos. Los efectos de la vitamina D, exceso o deficiencia, se hacen presentes en la modificación del número de células óseas, en la actividad celular o cantidad de minerales en huesos y matriz ósea. (Krampitz, (1981).

Cuando las cerdas en gestación sufren grave escasez en vitamina D no solo producen crías débiles, expuestas a padecer raquitismo, sino que a veces las crías nacen con deformaciones diversas. Además el esqueleto de la madre puede ser afectado. Si las aves adultas padecen grave escasez en vitamina D la puesta de huevos es menor, los cuales salen con cáscaras delgadas y muchos de ellos se pierden en la incubación. (Morrison, 1965).

Según avanza la gestación y se incrementa el tamaño del feto va aumentando proporcionalmente la demanda de nutrientes necesarios para el proceso de crecimiento del feto. Las vitami

nas atraviezan las membranas placentarias y son esenciales para el crecimiento y desarrollo del feto. Sin embargo son escasas las pruebas de que la vitamina D atraviese la placenta; — sin embargo los niveles maternos mejoran aparentemente la disponibilidad de este nutriente y la influencia de las vitaminas A y D sobre el desarrollo fetal indican que el feto debe recibir pequeñas cantidades de las mismas. (Hafez y Dyer, 1972).

Al nacer los animales tienen una reserva de vitamina D en el hígado, que esta de acuerdo con la alimentación que se le suministró a la madre en el período de la gestación y de la exposición al sol que ella haya tenido; por otra parte, en la leche toman los animales alguna cantidad. (Flores, 1979).

La deficiencia de vitamina D causa raquitismo en el animal en crecimiento y osteomalacia en el adulto. Estas enfermedades metabólicas están caracterizadas por una mineralización deprimida del esqueleto. El resultado es un hueso que tiene un bajo contenido mineral, en relación con el peso húmedo, peso seco general del hueso. Los huesos se vuelven blandos, las piernas no pueden soportar el peso del cuerpo, el cual se deforma, las costillas se deforman a tal grado de que pueden provocar la muerte al animal por insuficiencia respiratoria por la presión del tórax sobre los pulmones. En los adultos el raquitismo no es tan pronto visible como en los jóvenes. (Harvey, 1970).

Otras manifestaciones de esta perturbación metabólica son:

proliferación del tejido cartilaginoso donde éste se une al óseo, disminución del crecimiento, coyunturas hinchadas y dolorosas y arqueamiento excesivo del espinazo. El animal camina con dificultad, hay parálisis completa, sobre todo en cerdos. Siendo el punto más vulnerable del esqueleto, la terminación ósea anterior de las costillas. (De Alba, [1971]).

La transformación de la caja craneana, deformación de la mandíbula, la emergencia de los dientes es tardía, son blandos y a menudo pequeños, están mal formados y mal colocados, estas son otras de las manifestaciones de la enfermedad metabólica raquitismo. (Krampitz, [1981]).

Otros desordenes, tales como la estatorrea (mala absorción intestinal), defectos tubulares en el riñón y uremia crónica, producen estados patológicos similares al raquitismo. (Harvey, [1970]).

El transporte intestinal y tubular de aminoácidos se ve mermado en casos de raquitismo. La musculatura es hipotónica, la estria falta o esta menoscabada. El contenido de actinomioglobina, de la musculatura esquelética está muy reducida. La hipotonía muscular determina flacidez de abdomen, fatigabilidad superior y pobreza de movimientos. En mamíferos la carencia de vitamina D suele disminuir la frecuencia de partos hasta un 50%.

Los síntomas de intoxicación con ésta vitamina son dismi

nución del apetito, considerable pérdida de peso, irritación renal, vómitos, aumento del nivel sérico de calcio, con depósitos metastásicos de Ca en riñones, pulmones, musculatura, corazón, sistema vascular, tráquea y pared gástrica.

Las gallinas se muestran en buena medida resistente a la vitamina D₂. Por lo que respecta a la toxicidad de la vitamina D₃, no se han encontrado grandes diferencias con respecto a otras especies. Entre los polluelos, la eficacia antirraquítica y tóxica de la vitamina D₂ es de 10 a 100 veces inferior a la de la vitamina D₃. (Krampitz, 1981).

La vitamina D se almacena en el hígado principalmente pero también se encuentra en los pulmones y riñones, otros lugares donde se le detecta son en el cerebro, corazón, musculatura, piel, bazo, páncreas y sobre todo en los tejidos grasos, se elimina por la bilis, también se le encuentra en las heces y en la leche, pero no en la orina. La vida media biológica de la vitamina D en el plasma sanguíneo asciende a unas 20 horas, en el cuerpo o los tejidos, la vida media será extremadamente prolongada (semana o meses).

Es técnicamente posible la síntesis química de las vitaminas D, se han logrado grandes éxitos sobre todo en el campo de la síntesis de análogos estructurales.

Se han realizado innumerables trabajos de investigación con vitaminas como Tamez (1984), el cual comparó a cerdos apli

cándoles por vía intramuscular un concentrado de vitamina que consistía en 300 000 U.I. de vitamina A, 15000 U.I. de vitamina D y 50 U.I. de vitamina E; aplicándoseles al momento del destete y 15 días antes del parto; contra cerdas que no se les aplicó ninguna vitamina; en el análisis estadístico se encontró que sólo las bajas durante la lactancia, fue significativo ($P < .05$), no así para las demás variables como peso al nacer, peso al destete, duración de la gestación. Sin embargo se observó una mejor tendencia para aquellas cerdas que se les hacía alguna aplicación de la vitamina combinada, a su vez mejorando el comportamiento reproductivo de estas con respecto a su parto anterior.

Makarstev. (1980), realizó una investigación con 5 grupos de cerdas (con 25 cerdos cada uno) con 3 comidas diferentes en cuanto a cantidades de vitamina A y D, las cerdas fueron alimentadas por 106 días, se obtuvo una ganancia diaria promedio de 338 gramos a cerdas que les tocó la ración con 2500 U.I. de vitamina A y 250 U.I. de vitamina D y para los demás grupos los promedios de ganancia diaria fluctuaron desde 297 a 327 gramos.

Golyarkin, (1980), trabajó en cerdas con anestro suplementándolas con aceite de pescado, primeramente se les aplicó 45 ml. diarios y aumentándose hasta 100 ml diarios. Dentro de los 18 días de iniciado el experimento 4- de las 6 cerdas presentaron celo. Además comparó a cerdas suplementándolas con 80 ml.

de aceite de pescado diario en la segunda mitad, de la gestación, contra cerdas que no se les proporcionó. Para ambos grupos respectivamente el promedio de intervalo de celo post-parto fue de 6.5 a 82.5 días.

Whistrom y La Veme. (1985), investigadores de la Universidad de Dakota del Sur, a través de sus trabajos de investigación, recomiendan la suplementación vitamínica a cerdos del destete hasta el mercado, los niveles que recomiendan son: 200 U.I. de vitamina D/500 g de alimento en etapa de iniciación y 120 U.I. de vitamina D/500 g de alimento en etapa de finalización. Para los reproductores recomiendan 200 U.I. de vitamina D/500 gramos de alimento, recomendación basada en el consumo diario de alimento de 2-2.5 Kg por gestación y 4-4.5 Kg durante la lactancia.

Combs y colaboradores. (1966). trabajando con setenta y dos cerdas, pesando aproximadamente 4 Kg y destetados a la edad de 2 semanas, se formularon dietas que contenían : .48%, .88% y 1.32% de calcio teniendo una relación calcio; fósforo de 1.1:1, 2:1 y 3:1 respectivamente y se utilizaron tres niveles de vitamina D₂ los cuales fueron 220 y 880 U.I. estos se compararon contra cerdas que no se les suplementó con vitamina D y a cerdas que se les proporcionó radiación ultravioleta por 10 minutos tres veces por semana. Encontraron que con la inclusión de 220 u 880 U.I. de vitamina D/Kg de alimento incrementó significativamente la absorción de calcio sobre el grupo

que no se suplementó y al que se sometió a radiación

Así se han realizado numerosos trabajos para esta vitamina y muchos investigadores han obtenido cantidades óptimas para determinadas zonas, como lo reporta el Dr. Tanksley. (1979), reportó los requerimientos para las diferentes etapas y donde se puede manifestar la variación que va desde 199.6 U.I. recomendadas por el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos, hasta el nivel recomendado por la Universidad Estatal de Ohio que es de 800 U.I.

Dada la gran diversidad de condiciones climatológicas y de los insumos utilizados en la producción porcina, las instituciones educativas así como las de investigación, han determinado los requerimientos de vitaminas en base a su medio; por lo que el objetivo de este trabajo fue establecer la cantidad óptima de vitamina D requerida por los cerdos en etapa de crecimiento desde el destete hasta los 45 días post-destete (5-25 Kg de peso vivo).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental "El Canadá" de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicado en el municipio de General Escobedo, Nuevo León.

La duración de este trabajo fue de 87 días, iniciándose el 10 de mayo de 1987 y se concluyó el día 15 de agosto de 1987.

Para la elaboración del trabajo se utilizaron 120 cerdos recién destetados, con un peso promedio de 8,049 Kg, los cuales recibieron el manejo que realiza el rancho desde el nacimiento: al nacer se les desinfectó el ombligo y se les descolmilló, al siguiente día se muesquearon y se descolaron, a los 3 y 15 días se les hizo la aplicación del hierro por vía intramuscular, a los 21 días se castraron los machos y por último se les aplicó la vacuna del cólera al destete. El destete se hizo entre las 4 y 5 semanas de acuerdo con el técnico responsable ya que se destetaba un solo día a la semana el cual era los miércoles.

Una vez realizado el destete los cerdos pasaban a los corrales de recría y desde ese mismo instante recibían la dieta que les correspondía de acuerdo al tratamiento previamente elegido completamente al azar. En 10 días en promedio fue la duración de los cerdos en estos corrales, de acuerdo al manejo del rancho, para posteriormente pasar a los corrales de engorda en

los cuáles duraron hasta el final del experimento.

Como medidas preventivas para evitar la presencia de cualquier disturbio, se realizó la limpieza diaria de los corrales, así como el chequeo del estado físico de los animales, el cuál se realizaba diariamente y por observación directa. La aplicación de medicamentos, se hacia de acuerdo a las indicaciones del técnico responsable según el caso. Por otro lado, el alimento se ponía diariamente y se checaba lo rechazado.

El alimento que se les proporcionó a libre acceso fue el mismo para todos con excepción de la cantidad de vitamina D suplementada que variaba de acuerdo al tratamiento. La alimentación consistió en un alimento preiniciador con un 22% de proteína el cual se retiró hasta 25 días en promedio después de iniciado el experimento y un alimento iniciador con un 21% de proteína hasta terminar el experimento. El consumo del alimento se midió por corral.

La cantidad y tipos de ingredientes de las dietas utilizadas fueron las siguientes:

Alimento Preiniciador		Alimento Iniciador	
Sorgo	640	Sorgo	686.75
Soya	323	Soya	220.00
Calcio	1.5	Roca fosfórica	15.00
Fosfato dicálcico	22.5	Azúcar	60.00
Sal	3.5	Fosfato dicálcico	8.00

Antibiótico	4.0	Sal	4.00
Premezcla vitamínica y mineral	5.0	Antibiótico	1.00
	<u>999.5Kg</u>	Lisina	.25
		Premezcla vitamínica y mineral	<u>5.00</u>
			1000.00Kg.

La premezcla vitamínica y mineral es comercial pero fué modificada en lo que se refiere a la vitamina D de acuerdo a la concentración requerida en el experimento.

El diseño estadístico usado fué un completamente al azar. Cuyo modelo es el siguiente:

$$Y_{kl} = \mu + T_k + \beta(X_i - \bar{X}) + E_{kl}$$

Y_{kl} = K1-ésima observación

μ = Media general

T_k = Efecto debido a la ración

β = Regresión de Y sobre la covariante peso al destete

X_i = Covariable peso al destete en el tratamiento i

\bar{X} = Media general de la covariable

E_{kl} = Efecto debido al error de la K1-ésima observación.

Las variables a medir fueron:

- 1 Peso a los 15, 30 y 45 días después de iniciado el experimento
- 2 Aumento de peso
- 3 Determinación de consumo de alimento promedio.
- 4 Determinación de conversión alimenticia.
- 5 Cuantificación por días la presencia de diarreas, neumonías u otros disturbios.

Estas últimas variables se midieron como presentadas o no y su duración en días.

Los animales se pesaron individualmente al inicio del experimento, a los 15, 30 y 45 días después de iniciado éste.

Los tratamientos fueron los siguientes: El tratamiento 1 consistió en la suplementación de 200 unidades internacionales (U.I.) de vitamina D por kilogramo de alimento, el tratamiento 2 consistió en la suplementación de 400 unidades internacionales de vitamina D por kilogramo de alimento y el tratamiento 3 consistió en la suplementación de 800 unidades internacionales por kilogramo de alimento.

Con el fin de cubrir el mayor rango posible de los requerimientos de vitamina D para los cerdos, recomendados por varios autores e instituciones se utilizó 200 unidades internacionales de vitamina D como el 100% de los requerimientos de esta vitamina por los animales que es casi igual a la que recomienda el Consejo Nacional de Investigación de los E.E.U.U.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la presente investigación realizada, la suplementación de vitamina D por vía oral, ofrecida en el alimento manifestó efectos significativos ($P < .05$), sobre el peso a los 15 días post-destete, los datos de los pesos en esta etapa y en las etapas posteriores, fueron precisamente ajustadas por el análisis de covarianza, tomando como covariable, al peso al destete o peso inicial para este trabajo.

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable peso a los 15 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	F .05	tab. .01
Covariable	1	191.8785	191.8785	80.78336		
Tratamientos	2	64.2428	32.1214	13.52353	3.078	4.79
Error	116	275.5258	2.375223			
Total	119	531.6471				

El mejor peso promedio fue para el tratamiento tres, al tener un promedio de 11.53877 kg, el peso intermedio fue para el tratamiento uno con un promedio de 10.85718 kg, entre dichos tratamientos no hubo diferencia significativa al realizar la comparación de medias por el método Scheffe, el valor más bajo fue para el tratamiento dos con promedio de 9.705301 kg, los tratamientos tres y uno reportaron diferencia estadísticamente significativa con respecto al tratamiento dos (Tabla 8 del Apéndice).

Tabla 2. Análisis de varianza para la variable peso a los 30 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	381.152	381.152	49.24743		
Tratamientos	2	210.6317	105.3159	13.60753	3.078	4.79
Error	116	897.7855	7.739531			
Total	119	1489.569				

En la etapa de los 15 días hasta los 30 días post-destete la adición de vitamina D provoca efectos significativos ($P < .05$) el mejor peso para los 30 días post-destete fue para el tratamiento tres, a tener un promedio de 17.64056 kg, el peso intermedio fué para el tratamiento dos con un peso de 14.65476 kg y el peso más bajo correspondió al tratamiento uno con un peso de 14.40468 kg; en la comparación de medias el tratamiento tres manifestó diferencia significativa con respecto a los demás tratamientos, entre el tratamiento dos y uno no hubo diferencia significativa (Tabla 9 del Apéndice).

Tabla 3. Análisis de varianza para la variable peso a los 45 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab	
					.05	.01
Covariable	1	680.6551	680.551	56.3734		
Tratamientos	2	273.629	136.8145	10.12528	3.078	4.79
Error	116	1553.9	13.51217			
Total	119	2508.184				

En la última etapa, también hubo efectos estadísticamente significativos ($P < .05$), nuevamente el mejor peso fué para el tratamiento tres con 25.07791 kg y el tratamiento uno con un peso de 21.66681 kg y el tratamiento dos tuvo el peso más bajo con 21.44132 kg. El tratamiento tres manifestó efectos significativos con respecto a los tratamientos uno y dos, entre estos dos últimos no hubo diferencia significativa (Tabla 10 del Apéndice).

Aumento de peso promedio.

La suplementación de vitamina D provocó efectos significativos ($P < .05$) en los aumentos de peso para las diferentes etapas. Los datos fueron previamente ajustados por covarianza.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable aumento de peso a los 15 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	.05 ^{F_{tab}}	.01
Covariable	1	4.6367X10 ⁻³	4.6367X10 ⁻³	.4353412		
Tratamientos	2	2.796369	.1398184	13.12752	3.078	4.79
Error	116	1.235492	1.065079X10 ⁻³			
Total	119	1.519765				

En la etapa del destete - 15 días, el mejor aumento diario fué para el tratamiento tres con .2313321 kg, el segundo mejor fué para el tratamiento uno con .1858457 kg y el aumento más bajo fué para el tratamiento dos con .1102371 kg. En la

realización de la comparación de medias por el método Scheffe, entre el tratamiento tres y uno no hay diferencia significativa, pero ambos tratamientos si tuvieron efectos significativos ($P < .05$) con respecto al tratamiento dos (Tabla 11 del Apéndice).

Tabla 5. Análisis de varianza para la variable aumento de peso a los 30 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab	
					.05	.01
Covariable	1	2.4016×10^{-2}	2.4016×10^{-2}	2.782825		
Tratamientos	2	.2330948	.1165474	13.5046	3.078	4.79
Error	116	1.001103	8.63020×10^{-3}			
Total	119	1.258215				

En la etapa de los 15 días a los 30 días post-destete también se encontraron diferencias significativas ($P < .05$). Nuevamente el mejor aumento fué para el tratamiento tres con .3190848 kg, en seguida el tratamiento dos con .2200559 de aumento diario y el más bajo fué para el tratamiento uno con .2111845 kg de aumento, el tratamiento tres manifestó estadísticamente diferencia significativa con respecto a los restantes tratamientos, entre los tratamientos dos y uno no hubo diferencia significativa (Tabla 12 del Apéndice).

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable aumento de peso a los 45 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab	
					.05	.01
Covariable	1	6.1735×10^{-2}	6.1735×10^{-2}	9.247741		
Tratamientos	2	.1348428	6.7421×10^{-2}	10.0994	3.078	4.79
Error	116	.7677086	6.6757×10^{-3}			
Total	119	.9642867				

En la última etapa de los 30 días a los 45 días post-destete, hubo nuevamente efectos significativos entre los aumentos de peso de los diferentes tratamientos. El mejor aumento fué para el tratamiento 3 con .3778491 kg, el más bajo fue para el tratamiento dos con .2972577 kg de aumento, y el aumento intermedio fué para el tratamiento uno con .3619368 kg aumento, el tratamiento tres tuvo diferencia significativa con respecto al tratamiento uno y dos pero entre estos dos últimos no hubo diferencia significativa (Tabla 13 del Apéndice).

Consumo Alimenticio

En lo que respecta al consumo alimenticio también se midió por etapas encontrándose los siguientes resultados. En la etapa del destete a los 15 días post-destete no se encontraron efectos significativos ($P > .05$) entre los tratamientos, aunque se observa una mayor preferencia por el tratamiento tres en donde se obtuvo el consumo promedio más alto con 8.5 kg, el

consumo promedio intermedio fué para el tratamiento uno con un consumo de 7.2 kg y el valor más bajo fué para el tratamiento dos con un consumo promedio de 6.425 kg (Tabla 14 del Apéndice).

En la etapa de los 15 días a los 30 días post-destete no se encontró nuevamente diferencia significativa entre los tratamientos ($P > .05$). El tratamiento tres tuvo el consumo más alto con 13 kg en promedio, el consumo promedio más bajo fué para el tratamiento uno con 8.875 kg para el tratamiento dos fué el consumo promedio intermedio con 9.375 kg (Tabla 15 del Apéndice).

Tabla 7. Análisis de varianza para la variable consumo alimenticio a los 45 días post-destete.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fcal	Ftab .05
Tratamiento	2	90.73193	45.36597	62.32749	9.55
Error	3	2.183594	.7278646		
Total	5	92.91552			

En la última etapa si se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < .05$) para el consumo alimenticio promedio. Nuevamente y como sucedió a lo largo del experimento el tratamiento tres tuvo el mayor consumo alimenticio promedio con 22 kg; el consumo más bajo fué para el tratamiento dos con 13.32895 kg y el consumo intermedio para el tratamiento uno con 14.25 kg., en la comparación de medias el tratamiento tres tuvo diferencia significativa con respecto a los

tratamientos uno y dos, y entre estos dos últimos no hubo efectos significativos (Tabla 17 del Apéndice).

Conversión y Eficiencia Alimenticia

En cuanto a estas variables no se encontraron diferencias significativas para los tratamientos, la mejor conversión fué para el tratamiento dos con una conversión alimenticia de 2.278668:1 con una eficiencia del 43.88%, el valor más bajo fué para el tratamiento tres con una conversión de 2.494152:1 y una eficiencia del 40.09%, el dato intermedio fué para el tratamiento uno con una conversión alimenticia de 2.308776:1 y una eficiencia del 43.31% (Cuadros 1,2,3 del Apéndice)

Incidencia de diarreas

En cuanto a la presencia de las diarreas no se encontró diferencia significativa ($P \geq .05$) para los tratamientos en la etapa del destete a los 15 días post-destete, Aunque fué en el tratamiento tres donde la presencia de las diarreas evaluadas en días fué de 1.95 días con diarrea/cerdo en promedio fué el valor mas bajo, el más alto correspondió al tratamiento uno con 6.725 días con diarrea/cerdo, y el dato intermedio fué para el tratamiento dos con 5.95 días con diarrea/cerdo. (Cuadro 4 del Apéndice)

La vitamina D no provocó efectos significativos en cuanto a la presencia de diarreas en la etapa de los 15 días- 30 días post-destete. El tratamiento tres tuvo el menor índice de dia-

rreas con .55 días/cerdo, enseguida fué el tratamiento dos con .65 días con diarrea/cerdo y el dato más alto fué para el tratamiento uno con .85 con diarrea/cerdo. Es importante mencionar que en esta etapa la incidencia de diarreas bajó considerablemente para todos los tratamientos en comparación con la etapa anterior. (Cuadro 5 del Apéndice).

En la etapa de los 30 a los 45 días post-destete no hubo diferencia significativa. El valor más bajo fué para el tratamiento tres con .33 días con diarrea/cerdo, los tratamientos dos y uno tuvieron el mismo dato con .38 días con diarrea/cerdo. (Cuadro 6 del Apéndice).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La suplementación de vitamina D provocó resultados estadísticamente significativos para la variable peso, en dos diferentes etapas, sobresaliendo en todas ellas el tratamiento tres que corresponde a la suplementación de 800 Unidades Internacionales (U.I.) de vitamina D/kg alimento con respecto a los demás tratamientos, teniendo los siguientes pesos promedio 11.53877 kg, 17.64056 kg, 25.07791 kg, dichos pesos corresponden a los 15, 30 y 45 días post-destete. Los resultados concuerdan con los datos obtenidos por Comb y colaboradores (1966).

Al analizar estadísticamente los resultados para la variable aumento de peso diario, llegamos a la conclusión que el tratamiento tres fué superior en todas las etapas con respecto a los restantes tratamientos ($P < .05$). Teniendo aumentos de .2313321 kg, .3190848 kg, .3778491 kg para las diferentes etapas.

Con lo que respecta al consumo alimenticio solo hubo un resultado estadísticamente significativo y fué para la etapa de los 30 días - 45 días post-destete, teniendo el tratamiento tres el mayor consumo promedio que corresponde a 22 kg/cerdo. En las anteriores etapas aunque no hubo efectos significativos, los cerdos asignados al tratamiento tres manifestaron mayor consumo de alimento, comparando esta variable con respecto a los demás tratamientos.

En lo que corresponde a la conversión alimenticia y su

y su eficiencia, el mejor resultado fué para el tratamiento dos (que corresponde a la suplementación de 400 U.I. de vitamina D/kg) teniendo una conversión de 2.278668:1 y una eficiencia del 43.88% le sigue en el orden el tratamiento uno con 2.308776:1 y 43.31% en cuanto a conversión y eficiencia respectivamente y por último el tratamiento tres con una conversión 2.494253:1 y una eficiencia del 40.09%.

En la variable incidencia de diarreas no hubo efectos significativos; pero fué en el tratamiento tres donde la presencia de este disturbio fué menor con respecto a los demás tratamientos, en los primeros días del experimento se presentaron la mayor duración de diarreas, pero a medida que las pruebas proseguían, estas iban disminuyendo considerablemente. No se tienen referencias de investigaciones que relacionen este disturbio con la vitamina D por lo que no nos atrevemos si esta vitamina afecta o no en la presencia de diarreas, por lo que los resultados que obtuvimos se pueden relacionar con el cambio de alimentación y de lugar, así como la limpieza de los corrales.

Como podemos concluir, los mejores resultados para peso, aumentos de peso diario, fueron para el tratamiento tres que corresponde a la suplementación de 800 U.I./kg de alimento que indica el 400% de los requerimientos que asigna el Consejo Nacional de Investigación (NRC). Además fué en este tratamiento donde los cerdos manifestaron mayor consumo y la presencia de diarreas fué menor aún en los primeros días de la prueba, con

respecto a los demás tratamientos. Los datos de peso y aumentos de peso fueron ajustados por el análisis de covarianza a un peso inicial constante.

Es por ello que se recomiendan nuevos experimentos, evaluando valores inferiores y superiores para este porcentaje. También se puede evaluar por época de año, por raza y por sexo.

Finalmente con los resultados obtenidos, se obtuvo que el tratamiento tres, que suministró 400% de los requerimientos que marcamos, y que consistió en la suplementación de 800 U.I. de vitamina D/kg de alimento manifestó ser el mejor y esto con cuerda con los niveles encontrados por investigadores de la Universidad Estatal de Ohio y que son citados por el Dr. Tanksley de la Universidad de Texas A&M.

RESUMEN

Experimento efectuado en el Campo Experimental "El Canadá" de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., enclabavo en el municipio de Escobedo, N.L.

El objetivo del trabajo fué determinar el nivel óptimo de vitamina D para cerdas en crecimiento, del destete a los 45 días post-destete, suplementado por vía oral a través del alimento.

Se utilizaron 120 cerdos destetados entre machos y hembras, con un peso promedio de 8.049 kg, los cuáles tuvieron el mismo manejo y alimentación, excepto para la vitamina D suplementada que variaba según los tratamientos, esto asignado al azar.

Las variables que se midieron fueron peso, aumentos de peso, consumo alimenticio, conversión y eficiencia alimenticia, así como también la presencia de diarreas. Los tratamientos fueron los siguientes: el tratamiento uno consistió en la suplementación de 200 U.I. de vitamina D/kg de alimento, que corresponde al 100% de los requerimientos, el tratamiento dos consistió en la suplementación de 400 U.I. de vitamina D/kg de alimento que corresponde al 200% de los requerimientos y el tratamiento tres a la suplementación de 800 U.I. de D/kg de alimento como el 400% de los requerimientos establecidos por el Congreso Nacional de Investigación de los E.E.U.U.

Los resultados indican que hubo diferencias significativas en cuanto al peso y aumentos de peso promedio para las 3 etapas, donde el tratamiento tres obtuvo los mejores resultados. En cuanto al consumo alimenticio, solo hubo efectos significativos en la etapa de los 30 días a los 45 días post-destete, los cerdos asignados al tratamiento tres manifestaron el mayor consumo.

Para las demás variables, la vitamina D no provocó efectos significativos, pero el tratamiento tres representó los mejores resultados para la mayoría de las variables.

El nivel del tratamiento tres que corresponde a 800 U.I. de vitamina D/kg de alimento, concuerdan con los datos encontrados por Combs y colaboradores en 1966 y por los investigadores de la Universidad Estatal de Ohio.

BIBLIOGRAFIA

- Alba, Jorge de. 1971. Alimentación del Ganado en América Latina. Ed. Fournier, S.A. pp. 94 y 95.
- Bateman, J.V. 1970. Nutrición Animal. Ed. Herrero Hnos. pp.324.
- Cole, H.H. 1973. Producción Animal. 2a. Edición. Ed. Acribia. Zaragoza (España). pp. 539-545.
- Combs, G.E.; Berry, T.H.; Wallace, H.D.; Crum, R.C. 1966. Levels and Sources of vitamin D for pigs fed diets containing varying quantities of calcium. Journal of Animal Science. Vol. (24). pp. 827-830.
- Cann, E.E. y P.K. Stumpf. 1980. Bioquímica Fundamental. Ed. Limusa. México. D.F. pp. 269-270.
- Cunha, T.J. 1977. Swine Feeding and Nutrition. Academic Press. pp. 122-124.
- Duckes, H.H. And M.J. Swenson. 1977. Fisiología de los Animales Domésticos. Ed. Aguilar. Madrid (España). pp. 919-922.
- Ensminger, M.E. 1980. Producción Porcina. 3a. Edición Ed. El Ateneo. Buenos Aires (Argentina) pp. 132-138.
- Escamilla. A.L. 1981. El cerdo, Su Cría y Explotación. 17a. Edición. Ed. Continental. México, D.F. pp. 121-127.
- Flores, J.A.M. y A.A. Agraz. 1979. Ganado Porcino, Cría, Explotación e Industrialización, Ed. Limusa. pp. 506-507.

- Frandsen, R.D. 1976. Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. 2a. Edición. Ed. Interamericana. pp. 112-115.
- García, CH. F. 1981. Cría del cerdo, técnicas y prácticas modernas. Ia. Edición. Editores Mexicanos, S.A. México, D.F. pp. 117-119.
- Golyarkin, F. 1980. The effect of vitamins A and D on the reproductive performance of sows. Animal Breeding Abstracts. 48 (6)366. En Tamez, E.C. 1984. Efecto de las vitaminas A,D y E por vía intramuscular sobre la reproducción en cerdas. Tesis. FAUANL.
- Guardiola, C. 1986. Vitaminas y Aditivos en la alimentación de la vaca lechera 3er. Seminario Internacional sobre producción de leche. F.M.V.Z. U.A.N.L.
- Hafez, E.S.E. y C.A. Dyer. 1972. Desarrollo y Nutrición Animal. Ia. Edición. Ed. Acribia. Zaragoza (España). pp. 404-412.
- Harvey, D.G. 1970. Bioquímica para estudiantes de veterinaria. Ia. Edición. Ed. Hispano-Americana. pp. 258-259.
- Krampitz, G. 1981. La Vitamina D en Nutrición Animal. Departamento de Bioquímica e Higiene de los Animales Domésticos. Universidad de Bonn. (R.F.A.)
- Makartsev, N.G. 1980. Premixes for pigs in an industrial complex. Nutrition Abstracts and Reviews. 50(5) 212. En Tamez, C.E. 1984. Efectos de las vitaminas A,D y E por vía intramuscular sobre la reproducción en cerdos. Tesis. FAUANL.

- Maynard, L.A.; J.K. Loosli; H.F. Hintz.; R.G. Warner. 1981.
Nutrición Animal. 4a. Edición. Ed. Mc. Graw Hill. México,
D.F. pp. 239-260.
- Menchaca, E.J. R. 1986. Efecto de la suplementación de vitamina "A" a cerdos en etapa de crecimiento. (Destete-45 días post-destete). Tesis. F.A.U.A.N.L.
- Mertz, E.T. 1971. Bioquímica. 1a. Edición. Ed. Publicaciones Culturales, S.A. pag. 229.
- Perez, F. y P. 1966. Reproducción e Inseminación Artificial Ganadera. Ed. Científico Médico pp. 57-60.
- Pinheiro, M.L.C. 1973. Los Cerdos. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina) pp. (421-422).
- Pond, W.G. h J.H. Maner. 1976. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Ed. Acribia. Zaragoza (España). pp. 419-423.
- Potler, N. 1973. La Ciencia de los alimentos. 1a. Edición. Edutex, S.A. pag. 73.
- Tanksley, T.D. 1979. Vitamin and Mineral Supplementation of swine diets, 40th. Minnesota Nutrition Conference Proceeding. University of Minnesota.
- Whistrom, R. y J.K. Laveme. Universidad de Dakota del Sur. En. Síntesis Porcina. 1985. Las vitaminas en la alimentación del cerdo Vol. 4 N° 4 pag. 48.

Whittemore, C.T. y F.W. Elsley. 1978. Alimentación práctica del cerdo. Ia. Edición. Ed. Aedos. Barcelona (España). pp. 86-90.

A P E N D I C E

Tabla 8. Pesos promedio y pesos ajustados para cada tratamiento a los 15 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	12.3875	11.53877 a
1	10.215	10.85718 a
2	9.49875	9.705301 b

Tabla 9. Pesos promedio y pesos ajustados para cada tratamiento a los 30 días post-destete. (kg).

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	18.8375	17.64056 a
2	14.3625	14.65476 b
1	13.5	14.40468 b

Tabla 10. Pesos promedio y pesos ajustados para cada tratamiento a los 45 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	26.6625	25.07791 a
1	20.4375	21.66681 b
2	21.07692	21.44132 b

Nota: La comparación de medias se realizó por el método - Scheffe, medias con diferente letra con diferencia significativa ($P < .05$).

Tabla 11. Aumentos de peso promedio y ajustados para cada tratamiento a los 15 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	.22716	.2313321 a
1	.1890025	.1858457 a
2	.1112525	.1102371 b

Tabla 12. Aumentos de peso promedio y ajustados para cada tratamiento a los 30 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	.3285801	.3190848 a
2	.217745	.2200559 b
1	.204	.2111845 b

Tabla 13. Aumentos de peso promedio y ajustados para cada tratamiento a los 45 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Media	Media Ajustada
3	.39294	.3778494 a
1	.2901625	.3019368 b
2	.2938564	.2972577 b

Nota: La comparación de media se realizó por el método Scheffe, medias con diferente letra con diferencia significativa a ($P < .05$). (Kg.)

Tabla 14. Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 15 días post-destete. (Kg.)

Tratamiento	Corral 1	Corral 2	Promedio
1	7.9	6.5	7.2
2	6.85	6	6.425
3	9.5	7.5	8.5

Tabla 15. Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 30 días post-destete. (kg.)

Tratamiento	Corral 1	Corral 2	Promedio
1	10.25	7.5	8.875
2	9	9.75	9.375
3	13	13	13

Tabla 16. Consumo alimenticio promedio para cada tratamiento a los 45 días post-destete. (kg.)

Tratamiento	Corral 1	Corral 2	Promedio
1	14.0	14.5	14.25
2	13.1579	13.5	13.32895
3	23	21	22

Tabla 17. Comparación de medias para la variable consumo alimenticio a los 30-45 días post-destete. (kg.)

Tratamiento	Promedio
3	22 a
1	14.25 b
2	13.32895 b

Tabla 18. Peso total, peso promedio (kg) de las cerdas al inicio y al final del experimento.

Tratamiento	Corral	U.I. de vit. D/kg de ali- mento	S e x o	Peso (kg) destete	Peso (kg)		
					15 días	30 días	45 días
1	A	200	10	140.55(7.0275)	220.6(11.03)	289.75(14.4875)	435(21.75)
	B	200	12	152.3 (7.615)	187.5(9.375)	250.5(12.525)	386.5(19.325)
2	A	400	9	143(7.15)	183.95(9.1975)	276(8)	377(19.842)
	B	400	11	1170.9(8.545)	196(9.8)	298(14.925)	445(22.25)
3	A	800	10	173.8(8.69)	259(12.95)	374(18.7)	533(26.65)
	B	800	11	185.4(9.27)	236.5(11.825)	379.5(18.975)	527(26.175)

Cuadro 1. Conversión y eficiencia alimenticia para el tratamiento 1
(200 U.I. de vitamina D/kg de alimento). (En Kg.)

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Incremento	Consumo	Conversión	Eficiencia
Corral 1	140.55	435	294.45	643	2.1837324:1	45.79315 %
Corral 2	152.3	386.5	234.2	370	2.4338173:1	41.68771 %

Cuadro 2. Conversión y eficiencia alimenticia para el tratamiento 2
(400 U.I. de vitamina D/kg de alimento). (En Kg.)

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Incremento	Consumo	Conversión	Eficiencia
Corral 1	143	377	234	567	2.4230769:1	41.26984 %
Corral 2	170.9	445	274.1	585	2.1342576:1	46.8547 %

Cuadro 3. Consumo y eficiencia alimenticia para el tratamiento 3 (800 U.I. de vitamina D/kg de alimento). Kg.

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Incremento	Consumo	Conversión	Eficiencia
Corral 1	173.8	533	359.2	910	2.5334076:1	39.47252 %
Corral 2	185.4	523.5	338.1	830	2.454895:1	40.73494 %

Cuadro 4. Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 1 (200 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.

15 días		30 días		45 días	
Días totales	\bar{X}	Días totales	\bar{X}	Días totales	\bar{X}
123	6.15	20	1	6	.3
146	7.3	14	.7	9	.45

Cuadro 5. Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 2 (400 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.

15 días		30 días		45 días	
Días totales	\bar{X}	Días totales	\bar{X}	Días totales	\bar{X}
83	4.15	12	.6	9	.45
155	7.75	14	.7	6	.3

Cuadro 6. Incidencia de diarreas (duración en días) para el tratamiento 3 (800 U.I. de vitamina D/kg de alimento) en las diferentes etapas y número de días promedio con diarrea/cerdo.

15 días		30 días		45 días	
Días totales	\bar{X}	Días totales	\bar{X}	Días Totales	\bar{X}
53	2.65	10	.5	7	.35
25	1.25	12	.6	6	.3

Cuadro 7. Número de días promedio con diarrea /cerdo para cada tratamiento en cada una de las etapas.

Tratamiento	15 días	30 días	45 días
1	6.73	.85	.38
2	5.95	.65	.38
3	1.95	.55	.33

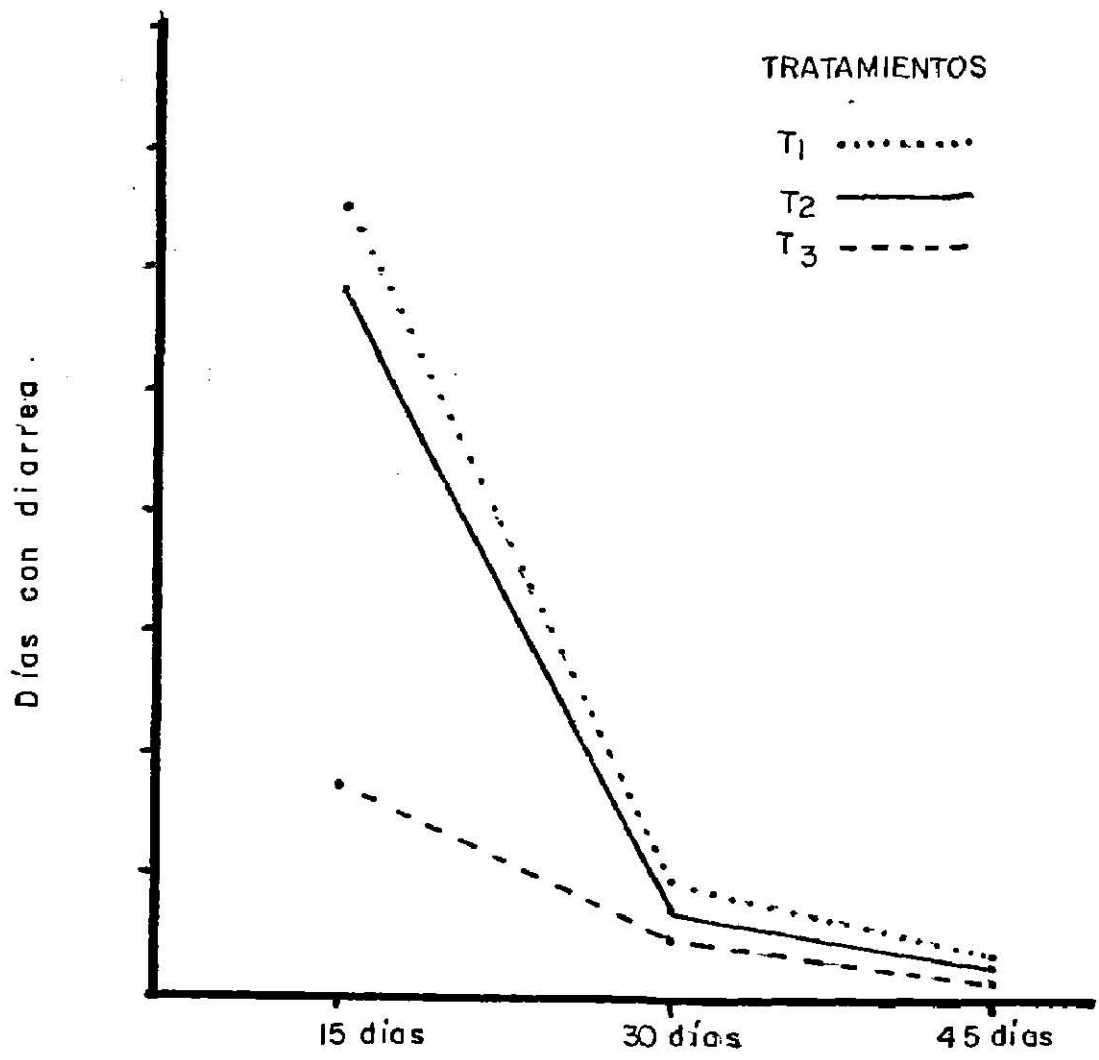


Figura I. Días con diarrea promedio un cerdo por cada tratamiento.

