

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**"EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE HIERRO GRAL (POLVO)
E INYECTADO EN EL PESO AL DESTETE Y EN EL
NIVEL HEMATOCRITO DE LOS LECHONES".**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA**

MARIA JULIA PAREDES MEDINA

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1988

T
SF396
.M6
P37
c.1



1080062688

Este libro debe ser devuelto, a más tardar, en la última fecha sellada, su retención más allá de la fecha de vencimiento, lo hace acreedor a las multas que fija el reglamento.

04 MAR. 1991

2 / AGO. 1991

24 FEB. 1992

DEVUELTO

26 MAR. 1992

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



"EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE HIERRO ORAL (POLVO)
E INYECTADO EN EL PESO AL DESTETE Y EN EL
NIVEL HEMATOCRITO DE LOS LECHONES".

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

MARIA JULIA PAREDES MEDINA

MARIN, N. L.

DICIEMBRE DE 1988

cmk
09598

T
SF396
.M6
P37

040.636

FA26

1988

C.5

legna
F. tesis

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA

T E S I S

"EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE HIERRO ORAL (POLVO)
E INYECTADO EN EL PESO AL DESTETE Y EN EL NIVEL
HEMATOCRITO DE LOS LECHONES"

Elaborada por:

MARIA JULIA PAREDES MEDINA

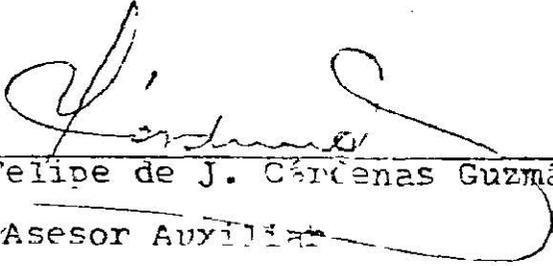
Aceptada y aprobada como requisito parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

COMISION REVISORA:



Ing. Agr. Arnoldo J. Tapia Villarreal
Asesor Principal



Ing. M.C. Felipe de J. Cárdenas Guzmán
Asesor Auxiliar

DEDICATORIA

A DIOS NUESTRO SEÑOR:

Por permitir a mis padres estar a mi lado
en esta importante etapa de mi vida.

Por brindarme su ayuda siempre que lo he
necesitado.

Por darme el tesoro más preciado: la vida.

Por su grandeza.

A MI PADRE:

Sr. Cayetano Paredes Salvador

Que gracias a sus sacrificios, a su ayuda
y a sus sabios consejos supo encaminarme
por el buen camino de la vida.

Y por haber inculcado en mi el hábito del
estudio.

A MI MADRE:

Sra. Ma. de la Luz Medina de Paredes

Por su amor y paciencia que siempre
a tenido conmigo.

A MIS HERMANOS:

Graciela

Ricardo

Yolanda

Ma. Magdalena

Miguel

Ma. del Carmen

Martha Patricia

Con el cariño de siempre.

A MIS SOBRINOS:

A MI NOVIO:

Rene García Villarreal

Por su comprensión, amor y apoyo
a lo largo de mi carrera.

A MIS AMIGOS:

Margarita Suárez Días

Ma del Roble Sandoval E.

Jose Agustín Leija Cruz.

Mario Alberto González V.

Por su valiosa y desinteresada
amistad que me han brindado siempre.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Arnoldo J. Tapia Villarreal, por su amistad, consejos y apoyo recibido durante la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Felipe de Jesús Cárdenas Guzmán, por su valiosa ayuda en la elaboración del presente trabajo.

Al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, por su desinteresada ayuda en el análisis estadístico del presente trabajo.

A los trabajadores del campo Experimental "El Canada", Don Juan, Don Longuino, Don Pedro, Juan y Evodio.

A mis compañeros, Margarita, Aarón, Cesar, Francisco, Silvestre, Carlos, Raúl, que de alguna manera participaron en el desarrollo del presente trabajo.

A los choferes de la ruta Anahúac; Don Bentura, Don Chano y Don Poncho por estar siempre a disposición cuando los necesitamos.

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

A TODOS GRACIAS

I N D I C E

	Página
1.- INTRODUCCION	1
2.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Fisiología del hierro	4
2.2. Absorción y almacenamiento del hierro ..	9
2.3. Necesidades de hierro	15
2.4. Deficiencias de hierro	18
2.5. Factores que provocan la anemia en los lechones	24
2.6. Disponibilidad del hierro en diferentes formas químicas	25
2.7. Efectos negativos del hierro en el lechón	28
2.8. Suplementación de hierro	31
3.- MATERIALES Y METODOS	35
3.1. Localización de la prueba	35
3.2. Materiales y Métodos	35
3.3. Manejo	41
4.- RESULTADOS Y DISCUSION	42

	Página
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
5.1. Conclusiones	51
5.2. Recomendaciones	53
6.- RESUMEN	54
7.- BIBLIOGRAFIA	56
8.- APENDICE	60

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro		Página
1	Absorción del hierro en cerdos. (Hafez y - Dyer, 1972).....	13
2	Necesidades y requerimientos de hierro en- cerdos. (N.R.C., 1979).....	17
3	Disponibilidad del hierro en diferentes - formas químicas. (Miller, 1978).....	26
Figura		
1	Diseño esquemático del metabolismo del -- hierro. (De M.M. Wintrobe, Clinical Hema- tology. 5a. Ed., Lea and Febiger, 1961 -- citado por Dukes).....	5
2	Una teoría de la regulación de la absor - ción del hierro en el tracto digestivo. - (De Granick, Bulletin of New York Academy of Medicine, 1949).....	14
3	Influencia del tratamiento ferruginoso -- sobre el valor de hemoglobina de cerdos - recién nacidos. (Hubbard y otros, 1952)..	21

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Promedio de pesos a los 21 días de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	42
2	Promedio de pesos a los 35 días de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	43
3	Porcentaje promedio de hematócrito de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y -- hierro en polvo (T_2)	44
4	Promedio de pesos a los 21 días de hembras tratadas con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	45
5	Promedio de pesos a los 35 días de hembras tratadas con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	46
6	Porcentaje promedio de hematócrito en hembras tratadas con hierro inyectado (T_1) y -- hierro en polvo (T_2)	47
7	Promedio de pesos a los 21 días de machos -- tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	48

Tabla		Página
8	Promedio de pesos a los 35 días de machos - tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	48
9	Porcentaje promedio de hematócrito para ma- chos tratados con hierro inyectado (T_1) y - hierro en polvo (T_2)	49
10	Promedio de alimento preiniciador consumido por lechón, tratados con hierro inyectado - (T_1) y hierro en polvo (T_2)	50

INDICE DE CUADROS Y TABLAS DEL APENDICE

Cuadro		Página
1	Comportamiento de lechones tratados con <u>hierro</u> inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2) - del nacimiento al destete (35 días).....	66
Tabla		
1	Análisis de covarianza para pesos a los 21-días de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	61
2	Análisis de covarianza para pesos a los 35-días de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	61
3	Análisis de covarianza para porcentajes de hematócrito de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	62
4	Análisis de covarianza para pesos a los 21-días de hembras tratadas con <u>hierro</u> inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2).....	62
5	Análisis de covarianza para pesos a los 35-días de hembras tratadas con <u>hierro</u> inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	63
6	Análisis de covarianza para el porcentaje - de hematócrito de hembras tratadas con <u>hierro</u> inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)..	63

7	Análisis de covarianza para pesos a los 21-días de machos tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	64
8	Análisis de covarianza para pesos a los 35-días de machos tratados con hierro inyectados (T_1) y hierro en polvo (T_2)	64
9	Análisis de covarianza para el porcentaje - de hematócrito de machos tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)..	65
10	Análisis de varianza para el consumo de <u>al</u> imento preiniciador de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2)	65

INTRODUCCION

A través del tiempo la producción porcina se a venido modernizando hasta llegar a tener sistemas de confinamiento total - de acuerdo a sus conveniencias y facilidades de manejo, por lo general son locales con piso de concreto y esto trae como consecuencia que los animales se vean desprovistos de minerales - que podrian obtener del suelo o pastos al inicio de su desarrollo.

Esta carencia de minerales trae como consecuencia problemas reproductivos asi como poco desarrollo de los animales, para - contrarrestar esto nos vemos en la necesidad de suministrar -- estos minerales en forma artificial.

Se cree que todos los elementos minerales tanto mayorita -- rios como traza tienen uno o más papeles catalíticos en la célula. Algunos elementos minerales estan firmemente ligados a las proteínas enzimaticas mientras otros forman parte de los - grupos prosteticos en forma de quelatos.

Uno de los minerales traza más importantes para el buen desarrollo de los lechones es el hierro y aunque se encuentra en pequenñisimas cantidades en el organismo, es un elemento que - tiene funciones primordiales en los procesos vitales para el - buen mantenimiento del animal.

Se a demostrado a través de varios estudios que una defi -- ciencia de hierro en los cerditos causa una alta mortandad de-

bido a la acentuada anemia que se presenta por la ausencia de este importante elemento, es por esto que la necesidad del hierro suplementario a los cerditos lactantes para prevenir la -- anemia viene siendo una de las más importantes fases de la crianza de los cerdos en confinamiento.

Durante las últimas décadas, se han facilitado mucho las investigaciones sobre la absorción, transporte, almacenamiento y eliminación del hierro y se ha permitido aclarar de una manera notable su utilización por los animales y sus complejos movimientos metabólicos en el organismo. También se ha aclarado -- que todos los animales poseen una capacidad muy limitada para eliminar el hierro, aunque la mucosa intestinal regula en -- gran parte la absorción y el equilibrio del hierro. Es por -- esto, que se han desarrollado métodos para suplementar a los -- cerditos con alguna forma de hierro, aún en la actualidad se -- sigue adelante en busca de mejores formas de satisfacer las ne-cesidades de hierro de los lechones lactantes.

El presente trabajo se elaboró con la finalidad de conocer -- que tipo de suplementación de hierro es la más adecuada en el -- desarrollo de los lechones hasta el destete.

En este experimento se trató de evaluar los efectos de la -- suplementación de hierro oral (polvo) e inyectado, suponiendo -- que el oral (polvo) motiva a un mayor consumo de alimento pre -- iniciador a temprana edad, por lo tanto también motiva un ma --

yor peso al destete y que el inyectado produce un estres en -
el animal y por lo tanto consume el alimento preiniciador a --
una edad mas avanzada.

LITERATURA REVISADA

2.1 Fisiología del hierro.

El hierro es un elemento importante para la formación del pigmento sanguíneo rojo (hemoglobina), del pigmento muscular (mioglobina) y de los fermentos que contienen este elemento (citocromo, citocromooxidasa, catalasa). El hierro desempeña un importante papel en el curso de los procesos óxido-reducción, es parte integral de los fermentos respiratorios y además interviene como catalizador de otros transferidores de electrones. (Berger, 1970).

Las funciones metabólicas del hierro son de suma importancia para el organismo del cerdo y otros animales. (Sintesis Porcina, 1985). El metabolismo del hierro tiene la particularidad de que el cuerpo tiene gran facilidad para conservar el hierro después de haber entrado a formar parte de los tejidos debido a que los globulos rojos tienen un promedio de vida de cuatro a seis semanas antes de su reemplazo, por lo tanto el metabolismo del hierro es muy activo (Figura 1).

El hierro aunque se encuentra en peñisimas cantidades en el organismo (0.004%) es un elemento que tiene funciones primordiales en los procesos vitales; ya que mas de la mitad del hierro se encuentra en forma de hemoglobina, el resto forma parte de ciertas enzimas y la mioglobina. (Maynard, 1977 y Flores-Agraz, 1985).

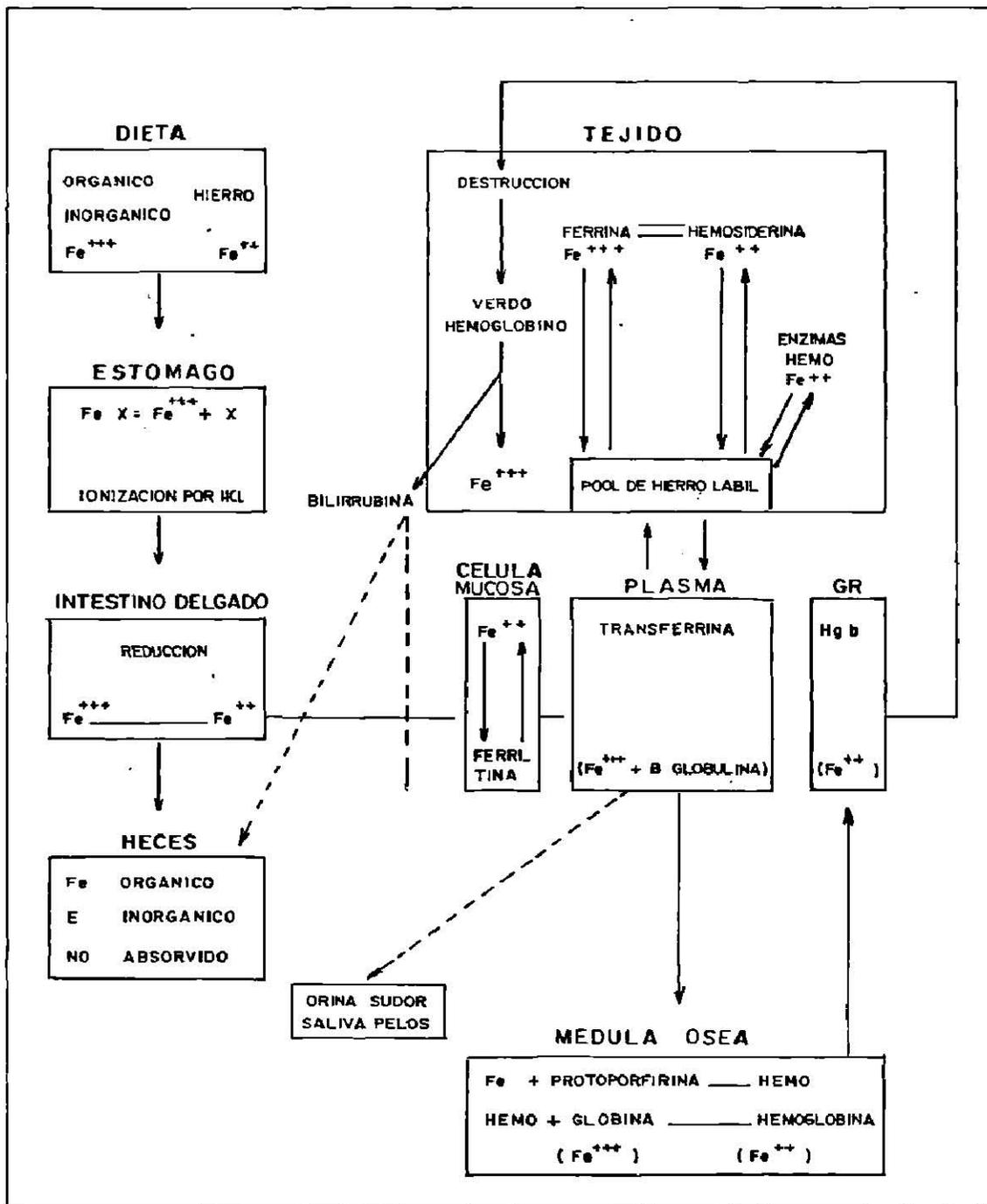


Figura 1. Diseño esquemático del metabolismo del hierro. (De M.M. Wintrobe, Clinical Hematology. 5a. Ed., Lea and Febiger, 1961 citado por Duker).

Aunque el hierro posee muchas funciones, una de las principales es la de ser componente del hem (Ferroprotoporfirina). -

El hem se combina con la globina para constituir la hemoglobina. (Hafez y Dyer, 1972).

El hierro es un mineral que juega un importante papel en la formación de la hemoglobina, compuesto que contiene hierro y - que permite a la sangre el transporte del oxígeno además de intervenir en ciertos sistemas enzimáticos. (Esminger, 1975).

Extraordinariamente importante es la misión del hierro en - la hemoglobina al permitir la unión reversible del oxígeno molecular a efectos de transporte. Al rededor del 70% del hierro total del organismo se encuentra contenido en la hemoglobina y el 9% en la mioglobina. El hierro de transporte y depósito, la ferritina (proteína con el 25% de hierro) y la Hemosiderina constituyen alrededor del 16% del total corporal. (Berger, 1970).

El hierro quizás con la excepción de un pigmento respiratorio muy raro, la hemeritina de los vermes, se halla en todos los casos en los que a sido definitivamente establecido su papel fisiológico formando complejos hierro-porfirina-proteica.

En compuestos tan complejos el nucleo hierro-porfirina, --- llamado hematina, forma el grupo prostetico activo de la molecula. Pertenecientes a estos compuestos de hierro-porfirina hay dos categorias de sustancias biologicamente importantes, -

los transportadores de oxígeno y las enzimas oxidantes. (Hamm -- ond, 1969). El hierro constituye parte integral de diversas - enzimas hemoproteicas (los citocromos) y de las enzimas flavo- proteicas que realizan juntas un papel vital en los procesos - oxidativos de todas las células. (Underwood, 1969). Son porta- dores del oxígeno en la hemoglobina y en la respiración celu- lar, es además catalizador respiratorio en la miohemoglobina y en los citocromos. (Abrams, 1975).

Desde el plasma sanguíneo pasa la mayor parte del hierro a- la médula de los huesos, donde interviene en la síntesis de la hemoglobina; una parte sirve, además, para formar depósitos de hierro (Ferritina, Hemosiderina), (Kolb, 1972).

Por lo tanto debemos comprender que la capacidad de la san- gre para el transporte del oxígeno es proporcional en primer - lugar al número de eritrocitos circundantes y en segundo lugar al contenido en hemoglobina de cada eritrocito. El número de eritrocitos depende de su velocidad de formación y destrucción mientras que el contenido de hemoglobina está determinado por- la cantidad disponible de hierro y también de la proteína espe- cífica. (Daykin, 1973).

Debido a la presencia de hemoglobina, la sangre puede lle- var 60 veces más oxígeno que una cantidad igual de agua en con- diciones similares. La cantidad de oxígeno combinado es pro- porcional a la de hierro presente, con dos átomos de oxígeno -

combinados con cada uno de hierro.. Asi, cada gramo de hemo - globina podra trasportar 1.34 cm^3 de oxígeno. La metahemoglo bina es un verdadero producto de trasformación de la hemoglobi na, sin poder de acarrear oxígeno debido a que el hierro esta - en forma ferrica y no ferrosa. (Frandsen, 1976).

Por lo tanto, el componente mas importante de los globulos - rojos es la hemoglobina que representa casi 9/10 de la sustan - cia seca y 1/3 de su masa. (Nussang, 1967).

El cobre no es componente de la hemoglobina, pero se halla - como hemocupreina en los globulos rojos. La concentración de cobre dificulta la absorción de hierro en el tracto gastroen - terico; motiva una incompleta movilización del hierro de los - tejidos e imposibilita el uso de hierro administrado por vía - parenteral. (Lucas y Lodge, 1973).

Tanto el hierro como el cobre juegan un papel importante en la formación de la hemoglobina. Son, por lo tanto, escencia - les para prevenir problemas alimenticios, aunque la hemoglobi - na no contiene cobre son necesarios vestigios de él para que - el organismo pueda utilizar el hierro en la formación de la -- hemoglobina, es por ello, por lo que el hierro y el cobre son - impresindibles y afectan a cada organo y tejido del cuerpo. (Cu nha, 1975).

2.2 Absorción y almacenamiento del hierro

De ordinario sólo una pequeña porción del hierro de los alimentos se absorbe en el tracto intestinal, pasando directamente a la corriente sanguínea en forma de ión ferroso. El ión-ferrico es reducido fácilmente en solución ácida. Una vez -- absorbido en cantidades que dependen de las necesidades orgánicas, el ión ferroso se almacena intracelularmente en forma de ferritina, combinación de hierro y una proteína apoferritina.

En el estomago las sustancias que contienen hierro reaccionan con el ácido clorhídrico del jugo gástrico. (Hammond, 1969).

El hierro se absorbe por el epitelio intestinal, en el que queda hasta que se necesita, de estas células epiteliales el hierro pasa a la sangre, donde se combina con una globulina -- del plasma para su transporte por todo el cuerpo. (Mayer, 1959).

El cuerpo retiene el hierro resultante de la destrucción de los eritrocitos y lo emplea en la nueva síntesis de la hemoglobina. La absorción se controla en cierta parte por la mucosa intestinal, que es capaz de absorber el hierro en los momentos de necesidad y rechazarlo cuando las reservas son suficientes. (Dunne, 1967).

Se ha afirmado que, en relación con un buen status de hierro un "bloqueo en la mucosa en las células intestinales retarda -- una absorción adicional, sin embargo, la barrera parece ser -- mas relativa que absoluta y es posible tener alimentos de con-

tenido muy alto en hierro puesto que numerosos estudios han demostrado que una vez absorbido, el hierro queda retenido tenazmente por el organismo y no hay excreción en forma apreciable. (Abrams, 1975 y Maynard, 1977).

La absorción primordial del hierro, se lleva a cabo en el duodeno digestivo por ser el lugar de máxima influencia de la secreción ácida del estomago, así, las sales de hierro solubles en medio ácido son mejores absorbidas que las poco solubles. (Pond, 1976).

Los compuestos de hierro pueden absorberse si son solubles o ionizables, siendo las sales ferrosas utilizadas probablemente con más facilidad que las ferricas. (Abrams, 1975).

El hierro se almacena en su mayor parte en forma de ferritina y hemosiderina. En el hígado se almacena preferentemente el primero de estos compuestos hasta alcanzar un nivel de 400- a 600 mg de hierro ferritina por cada 100 grs de tejido hepático; posteriormente se mantiene bastante constante este nivel mientras que aumentan los depósitos de hemosiderina. (Hafez, 1972). La bilis en el intestino facilita y aumenta la absorción del hierro. (Mayer, 1959).

Por lo tanto el hierro derivado del tracto digestivo se almacena principalmente en el hígado, y el que se deriva de la fragmentación de la hemoglobina se almacena tanto en el bazo como en el hígado. (Dukes, 1978).

En experimentos con hierro se a visto aumento de la absorción en la preñez, determinado por las necesidades del desarrollo del feto. En el curso de la gestación el feto constituye una reserva de hierro en su hígado, que el lechón aprovecha durante su régimen lácteo, en las especies multiparas como el cerdo, el almacenaje hepático es proporcionalmente más reducido, y los lechones durante el periodo de lactancia sufren la falta de este mineral.(Concellón, 1972). El hierro de la leche es absorbido en un 80-98%.(Kolb, 1972).

La presencia de hierro en el plasma del lechón durante los primeros días de vida, esta relacionada con la elevación repentina de la transferrina plasmática, con la actividad de la ferroxidasa y de la xantina oxidasa hepática después que los lechones han recibido calostro.(Damenberg et, al., 1968 y Escamilla, 1975).

Se a postulado que la absorción del hierro es regulada mediante un complejo ferrico proteínico, la ferritina, que contiene al rededor de 20% de hierro. A medida que el hierro entra en la mucosa intestinal se une con la proteina apoferritina para constituir la ferritina y cuando la ferritina alcanza el equilibrio con la reserva de hierro, disminuye mucho la absorción.(Maynard, 1977).

El hierro se absorbe mal; la cantidad que se almacena suele oscilar del 3 al 10% del que aparece en la dieta.(Hafez, 1972).

La absorción del hierro es escasa si se compara con la de otros elementos minerales, la absorción suele realizarse de la siguiente manera; en el intestino delgado se reduce el Fe^{+++} en Fe^{++} , que es tomado de la mucosa intestinal. Aquí el Fe^{++} se une con una proteína (apoferritina) y el Fe^{++} mas apoferritina forman la ferritina, que lleva el hierro por el organismo como consecuencia de este mecanismo, si existe una deficiencia proteica, aún cuando sea suficiente el aporte de hierro, la absorción de este elemento es nula o insuficiente. El hierro liberado en el curso de los procesos de desdoblamiento vuelve a ser utilizado en más del 90% en el metabolismo intermediario por lo cual es muy escasa la tasa de hierro excretado por heces y orina. (Berger, 1970).

Segun Dukes, (1978) el mecanismo de absorción es el siguiente; El hierro ferroso entra en las células de la mucosa y se óxida a la forma ferrica. Esta se combina entonces con la proteína apoferritin para formar ferritin, lo que precisa energía de los enlaces fosfato. En el otro extremo de la célula se reduce el hierro al estado ferroso, separandose del ferritin, pasando a la sangre, y después de autooxidación y en presencia de CO_2 se une a la siderofilina para transportarse como hierro ferrico.

De acuerdo con la hipótesis de la absorción del hierro dada anteriormente, se aceptan dos mecanismos para regular la absor

ción del hierro intestinal: 1) El contenido en ferritin de -- las células, y 2) El contenido de oxígeno de la sangre. Se -- prodece bloqueo de la absorción del hierro cuando los mecanis-- mos celulares están saturados con hierro. La transferencia -- del hierro de las células a la sangre está favorecida por un -- nivel bajo de hemoglobina y el bajo contenido de oxígeno resul-- tante. Estas condiciones facilitan la formación de hierro fe-- rroso y su entrada en el sistema de transporte. Realmente, -- en estas condiciones el hierro ferroso puede moverse a través-- de las células mucosas sin convertirse en hierro ferrico (Figu-- ra 2).

La absorción de nutrientes se lleva a cabo en mayor o menor grado a nivel intestinal, dependiendo de varios factores, en-- tre ellos una serie de cambios químicos que aumentan o disminu-- yen su asimilación. (Furufouri y Kawabata, 1976).

En el siguiente cuadro se muestra la absorción del hierro.

Cuadro .1 Absorción del hierro en cerdos. (Hafez y Dyer, 1972)

Elemento	Punto principal de absorción	Mecanismo	Forma en que se absorbe	Condiciones que favorecen la abs.
Hierro	Duodeno proximal y algo por todo el tubo intestinal	Transporte activo	Fe ⁺⁺	Acidez favorecida por la manosa, fructuosa y glucosa, necesidades.

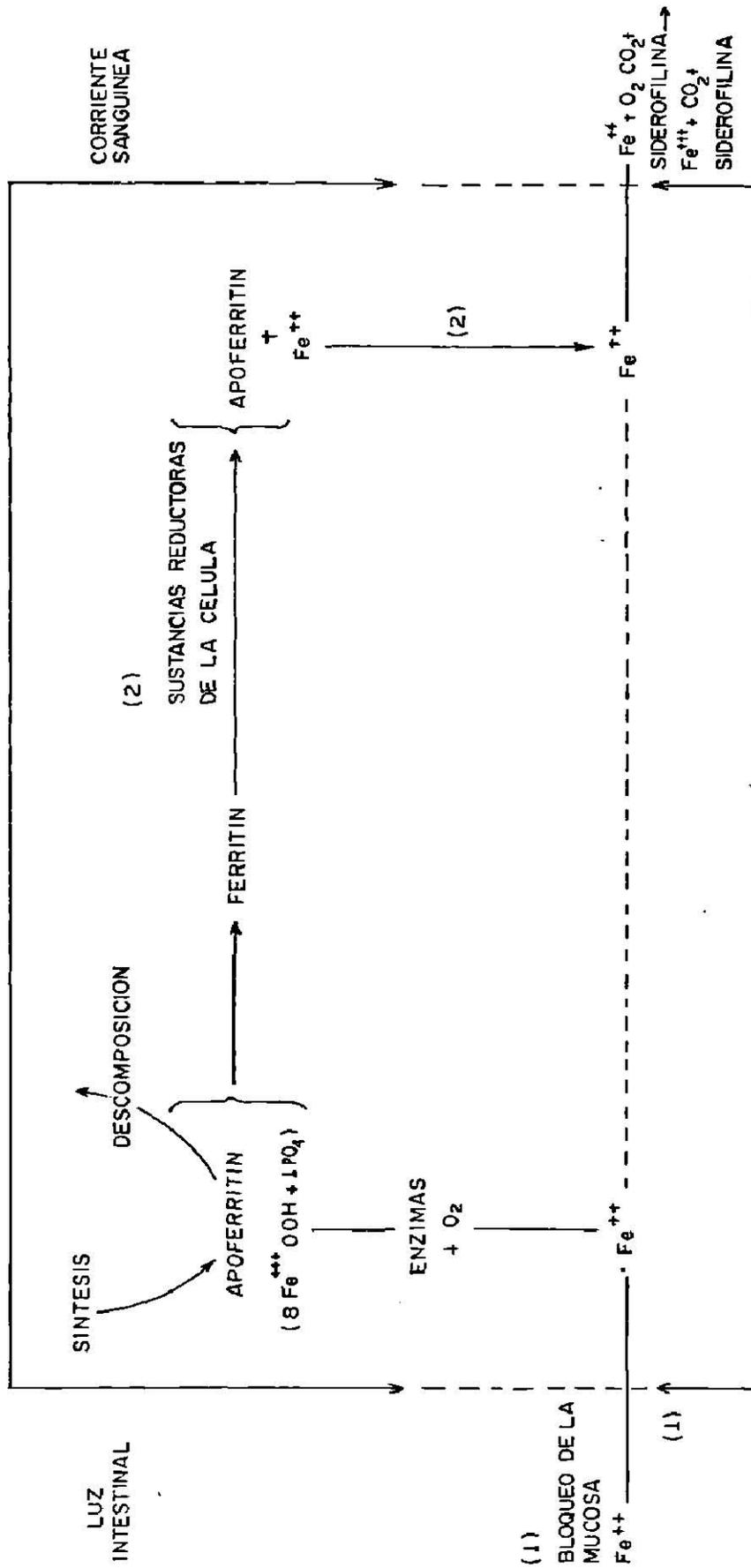


Figura 2.- Una teoria de la regulaci3n de la absorci3n del hierro en el tracto digestivo. (De Granick, Bulletin of New York Academy of Medicine, 1949)

2.3 Necesidades de hierro.

Son poco conocidas las necesidades de hierro para la mayoría de las especies animales, pero no para los cerdos, a los cuales se les ha prestado mayor atención aunque, incluso en estos animales existen amplias lagunas en nuestros conocimientos sobre sus necesidades de hierro o sobre los factores que influyen sobre ellas.

Las necesidades netas de hierro constituyen la suma de las cantidades depositadas en la sangre y tejidos en el proceso de crecimiento (incluido en el crecimiento fetal) y de aumento de hemoglobina y las cantidades perdidas con las heces, orina y sudor, junto con las eliminadas con el feto y la leche. (Underwood, 1969).

Las necesidades diarias calculadas de esta manera pueden transformarse en necesidades alimenticias brutas realizando las compensaciones apropiadas según sea el porcentaje de utilidad del hierro de los alimentos. (Carroll, Krider y Andrews, 1978). El National Research Council ha establecido en 80 ppm las necesidades de hierro de los cerditos lactantes. (Cunha, 1968). Los requerimientos de hierro de un lechón lactante, por vía oral dependen del tipo de la ración. Aunque no se conocen exactamente los requerimientos de este mineral, se sugiere que las raciones contengan un mínimo de 80 mg de hierro por kilogramo de ración. Después del periodo de lactancia, los

alimentos de origen natural contienen de ordinario suficiente hierro. (N.R.C., 1973).

Se a visto que durante las primeras seis semanas después -- del nacimiento son suficientes de 10 a 15 mg de hierro diarios para mantener niveles normales de hemoglobina en los lechones, después de la lactancia los cerdos reciben ordinariamente suficiente hierro en las raciones normales. La mayor parte de -- los alimentos que consume el cerdo, a excepción de la leche, -- contienen cantidades de hierro que cubren ampliamente las necesidades del organismo. (Cunha, 1975 y Carroll, Krider y Andrews 1978). Segun Dunne, (1967) las necesidades de hierro de los lechones por encima de sesenta días de edad son aproximadamente de 60 partes por millón de sustancia seca ingerida.

Ademas la infección, la desnutrición, las hemorragias y los parásitos aumentan los requerimientos de hierro.

Las necesidades de hierro son cuantitativamente limitadas -- pues el organismo puede utilizarlo nuevamente en la síntesis -- de la hemoglobina, es decir, que se produce la reabsorción de una parte del hierro catabolizado. (Pinheiro, 1973).

Los lechones crecen rapidamente; su peso se duplica al final de la primera semana de vida; al final de la tercera o -- cuarta es cuatro veces el del nacimiento. Se a calculado que el cerdito obtiene aproximadamente 6 mg de hierro en la leche -- durante la primera semana y un total de aproximadamente 23 mg --

en las tres primeras semanas de vida.

Sin embargo, las necesidades de hierro para producir la hemoglobina del creciente volumen sanguíneo se aproxima a 7 mg_a por día. En la primera semana de vida, y a medida que el organismo duplica su tamaño, se produce una disminución fisiológica de la concentración de hemoglobina. (Schalm, 1964).

Las necesidades totales de hierro correspondientes a un aumento de peso de 4.5 kg_a en las tres primeras semanas se calculan en unos 100 mgs por lo cual es obligado suplementar las dietas de estas crías con hierro. (Cuadro .2)

Cuadro .2 Necesidades y requerimientos de hierro para cerdos.

80 mgs/kg de pienso; 8 mgs/cerdo de 5 kg de peso

(Cramton, 1974)

Requerimientos diarios de hierro (mg_a por animal)

PESO DEL ANIMAL (kg _a)	
1-5 -----	38
5-10 -----	70
10-20 -----	80
20-35 -----	90
35-60 -----	100
60-100 -----	120

(N.R.C., 1979).

2.4 Deficiencias de hierro.

En vista de la función del hierro como (a) portador de oxígeno en la hemoglobina, y (b) catalizador respiratorio en la miohemoglobina y en los citocromos, la respuesta a la deficiencia consiste esencialmente en: (a) reducida ingesta de alimentos para la oxidación; (b) limitación de la actividad y de las necesidades de oxidación; (c) reducción de la cantidad total de la hemoglobina sanguínea, pero (d) su dispersión en unidades más pequeñas, ya que la microsítosis aparece eventualmente en todas las especies. (Pond, Walker, Kirtland, 1973).

En el plasma del lechón hay presencia de hierro en los primeros días de vida, esto está relacionado con la elevación repentina de la transferrina plasmática, con la actividad de la ferroxidasa y de la xantina oxidasa hepática después que los lechones han recibido calostro. Esta ingestión les provoca anemia fisiológica debido a la hemodilución por incremento en el volumen plasmático.

Esto acarrea incremento en la actividad eritopoyética en el neonato y en consecuencia el hierro plasmático parece ser liberado por el hígado bajo las influencias de las enzimas mencionadas; sin embargo al rededor de los tres días después de nacido las reservas de hierro se empiezan a agotar y los niveles de las enzimas a disminuir, presentándose con frecuencia la anemia si el lechón no recibe aportes extras de este mineral.

(Damenberg et, al., 1968 y Escamilla, 1975).

El porcentaje de hierro del cuerpo es disminuido durante el tiempo en que el animal joven es alimentado exclusivamente con la leche de la madre, y el total de hemoglobina es aumentado.

Cuando a su nacimiento, el animal joven comienza a respirar a través de los pulmones hay un exceso de hemoglobina, y tiene lugar una ligera destrucción de los eritrocitos, se dice que es un reemplazamiento natural de los eritrocitos fetales por células de un tipo diferente, y el hierro liberado durante este proceso es almacenado en el hígado. Este hierro se usa -- más tarde durante el rápido crecimiento cuando se requiere la formación de nuevos globulos rojos para mantenerse al mismo -- paso con el crecimiento del animal. Si el hierro del hígado es insuficiente y el derivado de los alimentos no es bastante es de temerse que aparezca la anemia, y probablemente la rapidez del crecimiento sea lo que primero se afecte. (Anthony - Lewis, 1974).

La deficiencia de hierro puede estar provocada por varios factores diferentes a una concentración reducida en la dieta.

Los animales intensamente parasitados con úlceras hemorrágicas o con alteraciones en la absorción, pueden padecer deficiencias de este elemento. El animal en estado normal conserva su hierro orgánico limitando la excreción. (Hafez, 1972).

El nivel normal de hemoglobina en los cerdos recién nacidos

es aproximadamente de 11 a 12 gramos por 100 ml. de sangre. --

Durante los diez primeros días de vida, la hemoglobina desciende normalmente a 8 gr. por 100 ml de sangre (Figura .3) A partir de este momento sube gradualmente hasta volver a los 11 gr. a los seis meses. (Coffin, 1953 citado por Mayer, 1959).

Los lechones sufren frecuentemente de anemia simple por deficiencia de hierro, la anemia de los lechones aparece principalmente cuando los animales se crían en cochiqueras de cemento sin parque y en buenas condiciones higiénicas, y sobre todo en los meses de invierno. En el momento del nacimiento se calcula que el hierro contenido en un lechón es de 15-20 mg. con la leche de la cerda ingresan en el organismo de las crías durante las tres primeras semanas de vida por término medio 33 mg. de hierro. (Porcirama, 1980 y Kolb, 1972).

La anemia por carencia de hierro puede ocurrir aún después de la lactancia y, por supuesto, siempre que el suministro de hierro sea insuficiente para la formación de la hemoglobina. (Hammond, 1969).

La anemia de los lechones se caracteriza por una disminución del número de eritrocitos, de su tamaño (microsítosis) y de la concentración de hemoglobina en los mismos (hipocromia).

La cantidad de hierro presente en el plasma desciende, mientras que el movimiento de hierro y la concentración de transferrina del plasma se hallan aumentados. Al disminuir la tasa-

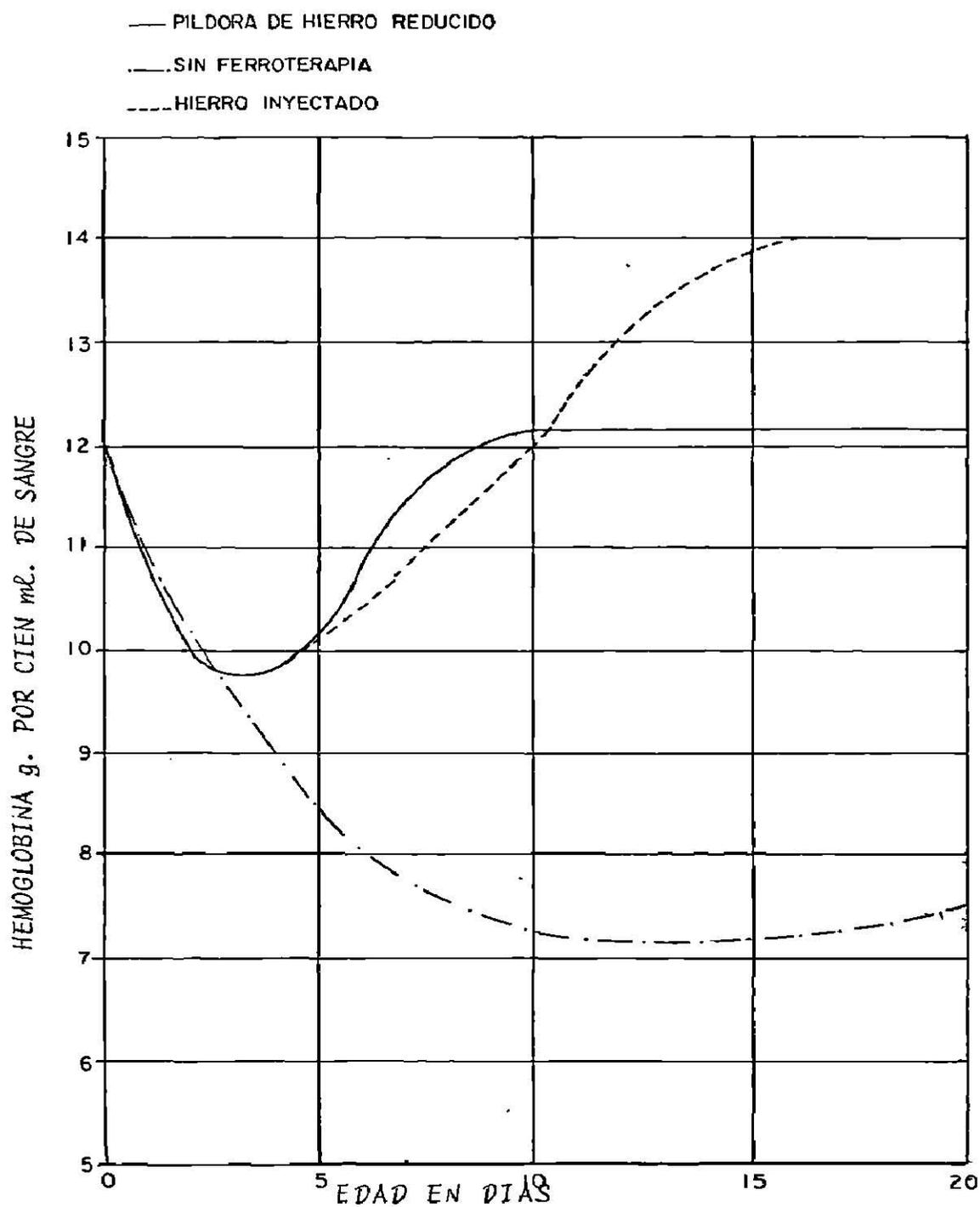


Figura 3. Influencia del tratamiento ferruginoso sobre el valor de hemoglobina de cerdos recién nacidos. (Hubbard y otros, 1952).

de hemoglobina de la sangre por debajo de seis grs por 100 cc- hacen su aparición trastornos clínicos que se manifiestan por una aceleración de las actividades cardiacas y respiratorias.- (Kolb, 1972).

La anemia de los cerditos suele recibir la denominación popular de "ronquido" a causa de la respiración trabajosa y espasmodica, que caracteriza a esta enfermedad. Suele manifestarse entre las dos y cuatro semanas después del nacimiento, - en cuyo momento el contenido de hemoglobina de la sangre a des cendido a niveles reducidos.

Los cerditos anemicos son indiferentes y blanduchos; su ape tito es muy escaso y crecen menos de lo normal, o nada en abs luto; su piel es rugosa, aspera y con aspecto enfermizo. La cabeza y espalda suelen presentar un aspecto tumefacto y edema toso, el examen postmortem muestra un corazón muy dilatado con exceso de liquido pericardio y pulmones edematosos. La grave dad de la anemia de los cerditos lactantes y la rapidez con -- que se manifiesta la deficiencia de hierro en esta especie, en comparación con otros mamiferos juvenes, puede explicarse por diversas características de la fisiología nutritiva del hierro que son peculiares de los cerdos. (Underwood, 1969).

Por otra parte Anthony-Lewis, (1974) y English, (1982), opi- nan que la anemia aparece cuando los pequeños lechoncillos tie nen aproximadamente tres semanas de edad, en este caso los ani

males aparecen tristes e indiferentes, la piel tiene una apariencia palida, y en algunos casos las cerdas tienden a erizarse, dando al animal una apariencia mas peluda de lo usual en esta edad, el dorso puede estar arqueado, y hay una apariencia generalmente de poco desarrollo en los lechoncillos, con evidencias de diarrea o aún de diarrea profusa, esta puede ser de color amarillento palido.

El cobre es necesario para el metabolismo del hierro y para la síntesis de la hemoglobina. La importancia del hierro y el cobre en el tratamiento y la prevención de la anemia en los cerdos jovenes fue demostrada por los trabajos de investigación realizados en diversos centros experimentales durante los años posteriores. (Dunne, 1967).

Segun Abrams, (1975), la anemia del lechón se debe a las siguientes causas:

- Bajo contenido de hierro y cobre en la leche.
- El pequeño deposito neonatal de hierro del lechón.
- La corriente comercial que obliga a una rapida ganancia de peso de los lechones.
- Las modernas porquerizas que restringen la posibilidad de que los lechones "hocen" en el suelo.
- Y las porquerizas frias y humedas.

2.5 Factores que provocan la anemia en los lechones.

- a) Cuando la cerda y su progenie son mantenidos en confinamiento.
- b) Por el elevado ritmo de crecimiento del lechón, ya que se a visto que por cada kilogramo de incremento en el peso corporal se requieren 21 mgs de hierro.
- c) Por la baja cantidad de hierro en la leche de la cerda, la cual proporciona de 1-2 mgs diarios, que es una cuarta parte de lo que requiere el lechón.
- d) Por la baja reserva corporal de hierro al nacimiento, en el cual el cerdo posee 47 mgs y se a calculado que para mantener una concentración adecuada de hemoglobina, el lechón lactante debe recibir 7 mgs diarios de hierro que lo prevenga de la anemia por carencia de este mineral.
- e) Los locales con corriente de aire frio, las enfermedades (infecciosas, parasitarias) y los estados hemorragicos aumentan la necesidad de hierro (Martínez, 1985).
- f) Locales extremadamente limpios y de concreto que evitan que los lechones obtengan el mineral del suelo (tierra).

2.6 Disponibilidad del hierro en diferentes formas químicas.

La mayor parte del hierro que contienen los alimentos se encuentra en forma de compuestos ferricos en combinaciones inorgánicas de las que debe separarse en el tubo gastro-intestinal para que pueda ser absorbido. (Underwood, 1969).

Compuestos ferricos de buen aprovechamiento son el lactato, fumarato y citrato de hierro. (Kolb, 1972).

La mayoría de los estudios sobre los requerimientos orales de hierro han usado el sulfato ferroso como fuente de hierro.

El cloruro ferrico puede usarse similarmente como el sulfato ferroso, mientras que el óxido ferroso era casi totalmente inexistente. El hierro del carbonato ferroso puede ser totalmente inexistente o de existencia variable, dependiendo de la solubilidad en ácido del carbonato ferroso de grado alimenticio. El citrato ferrico es bien utilizado por los cerditos.

La forma química del hierro es importante, como se muestra en el cuadro .3, existen diversas sales orgánicas e inorgánicas del hierro.

Se dispone de gran variedad de agentes terapéuticos adecuados, hierro reducido (hierro metálico finamente dividido); sales ferrosas solubles, como el sulfato ferroso, cloruro ferroso y glutamato ferroso; sales ferrosas insolubles, como el lactato ferroso y carbonato ferroso, y sales ferricas solubles como el citrato ferrico-amónico y el fosfato ferrico con citra

to sodico (Mayer, 1959).

Algunos otros compuestos de hierro disponibles que se conocen son; el subacetato de hierro, pirofosfato de hierro y el fumarato de hierro u óxido ferroso. (Concellón, 1972; Daykin, 1965 y Pinheiro, 1973).

Otro compuesto que se a utilizado para suministrar hierro es el llamado gleptoferrin, sin embargo, también se a utilizado un nuevo producto llamado Ferrolac-Swine a base de citrato ferrico y colina (elementos totales de hierro 3.5%), (Sintesis Porcina, 1985). El óxido ferrico y el carbonato ferroso han sido usados con frecuencia en mezclas comerciales de minerales traza para cerditos, pero son poco disponibles en formas de hierro. La forma monohidrato del sulfato ferroso ($\text{Fe SO}_4\text{H}_2\text{O}$) tiene propiedades físicas que lo hacen conveniente para mezclarlo con otros ingredientes dieteticos y el hierro esta igualmente disponible para el cerdo como lo esta de la forma heptahidrato. ($\text{Fe SO}_4\text{7H}_2\text{O}$), (Miller, 1978).

Cuadro .3 Disponibilidad del hierro en diferentes formas químicas. (a)

EN EXISTENCIA	POCO EXISTENTE	INEXISTENTE
Sulfato ferroso hidratado (1,2 o 7).	Carbonato ferroso	Óxido ferrico
	Hierro reducido	
Sulfato de amonio ferroso	Pirofosfato ferrico	
Clorido ferroso	Ortofosfato ferrico	
Fumarato ferroso		
Gluconato ferroso		
Citrato de amonio ferrico		

continuación.

EN EXISTENCIA	POCO EXISTENTES	INEXISTENTES
Clorido ferrico		
Glicerofosfato ferrico		
Citrato ferrico de colina		
Sulfato ferrico		

(a) Como se juzgo de un numero de estudios biologicos en -
en cerdos, pollos y ratas. (Miller, 1978).

2.7 Efectos negativos del hierro en el lechón.

La administración de hierro en alguna de sus diferentes formas a traído como consecuencia en algunas ocasiones una mortalidad significativa de ciertas lechigadas, esto ocurre usualmente dentro de las tres o doce horas después de la administración del hierro, pero en ocasiones puede retardarse hasta tres días, los signos clínicos quizás no sean observados, pero cuando se notan, incluyen apatía, mareo, diarreas y coma.

Lo que se a encontrado en las autopsias es; edema al rededor y extendiendose del lugar de la inyección, palidez de los musculos esqueléticos, riñones inflamados, hemorragia hepocardial, hidropericardio, hidrotorax y necrosis del higado. (Miller, 1978). La capacidad de sujeción del plasma de hierro -- también excede rapido cuando se inyectan 500 mgs de hierro de sulfato ferroso por kilo de peso del cuerpo intramuscularmente sin incidentes, porque el hierro es llevado en el plasma y limita el dextran y no es destructivo para los musculos, mien -- tras no esten desprotegidos contra la piroxidación lipida de los musculos (deficiencia de las vitaminas E y Se).

Sin embargo, se han dado casos de degeneración muscular y muerte después de administrar algún compuesto orgánico de hierro a cerditos. En vista de la rapidez de la acción terapeutica de estos compuestos y del hecho de que el hierro de la -- sangre rara vez desciende a un nivel peligroso antes de los --

diez días de edad no parece indicado inyectar a los lechones-- antes de que tengan cinco días.

En efecto, según las recientes investigaciones, no es aconsejable la inyección de ninguna clase de preparados hasta por lo menos cinco días después del nacimiento. (Daykin, 1965).

Existen algunos compuestos de hierro que son tóxicos cuando se administran parenteralmente o se inyectan en forma excesiva, (cloruro ferroso, glutamato ferroso, lactato ferroso, carbonato ferroso, citrato ferrico amonico, fosfato ferrico) pues el hierro se excreta en cantidades muy pequeñas y con gran dificultad. La inyección intravenosa de preparados de hierro solubles causa hemosiderosis en proporción a la cantidad de hierro inyectada. (Mayer, 1959).

Concentraciones de 5,000 miligramos de hierro por kilogramo de ración se consideran tóxicas y se ha demostrado que reducen significativamente la tasa de aumento de peso y la cantidad de fósforo inorgánico en el suero y cenizas del fémur en el lechón. (N.R.C., 1973).

Por otra parte Pond, (1976), reporta que niveles superiores a 4,000 ppm de hierro en forma de sulfato ferroso producen una deficiencia de fósforo y raquitismo, esto por formarse fosfatos de hierro insolubles.

Los investigadores alemanes concluyeron, que aún presentándose casos de intoxicación, no debe suspenderse la aplicación--

parenteral, pues es la mejor forma hasta la fecha, de prevenir la anemia cuando mucho habria que cambiar a otra marca o disminuir un poco su dosificación. (Flores-Agraz, 1978).

Los casos de muerte con la aplicación de hierro estan en relación casual con la capacidad total de la asimilación de hierro por la sangre, debido a las bajas cantidades de transferrín (beta-globulina). Esta sustancia es sintetizada en el hígado y se considera que su capacidad de saturación es normalmente de 1/3 quedando una capacidad de 2/3 libre, o capacidad-latente de asimilación, ambas se convierten en capacidad de asimilación total de hierro por la sangre. Si esta capacidad no es suficiente para asimilar los iones de hierro libres después de la aplicación se produce un envenenamiento agudo.

Se sospecha que la baja cantidad de transferrín en la sangre puede ser de origen genético.

2.8 Suplementación de hierro.

A través de varias investigaciones se ha intentado prevenir la anemia de los lechones en diversas formas, tratando de encontrar nuevos métodos que les permitan asimilar una cantidad adecuada de hierro, ya sea de la madre o del medio externo, -- procurando disminuir al mínimo los riesgos de lesiones que pueda provocar la administración del elemento.

El hierro puede ser proporcionado a voluntad en la forma de lamedura, pasta, tabletas, bebidas, en las tetas de las cerdas inyectado o en polvo depositado en el piso. Cada uno de estos métodos tiene sus desventajas, ya que algunos lechones pueden no consumir voluntariamente el hierro, debido al sabor desagradable.

Cuando se administra por vía oral, la dosis debe repetirse varias veces, ya que en algunas ocasiones los lechones tienden a arrojarla, en la administración intramuscular la dosis es -- mas segura, pero la inyección en el musculo de un pequeño cerdito es dolorosa y le produce tensión. (English, 1982). Por otra parte cuando se unta la ubre de la cerda con una solución de hierro se tiene la desventaja de que los materiales de la cama y materia contaminada se adhieren a los pezones de la cerda. (Mayer, 1959).

1.- Administración a través de las cerdas: Se untan los pezones de las cerdas una o dos veces al día con una mezcla de --

105.0 grs. de sulfato de hierro con 21 grs. de sulfato de cobre en un litro de melaza. Otra forma es agregar 160 grs. de sulfato ferroso (caparrosa), 25 grs. de sulfato de cobre y 160 grs. de azúcar a un litro de agua y untar en los pezones la solución todos los días o en días alternos. (Daykin, 1965 y Mayer, 1959). Cuando a de tratarse gran numero de cerditos para evitar la anemia puede pulverizarse una solución acuosa de sulfato ferroso (125 grs. en un litro) sobre las ubres de las cerdas en días alternos hasta que los cerditos tengan dos semanas de edad. Deben rociarse las ubres hasta que se humedezcan, sin que el líquido escurra.

Se a utilizado también un nuevo producto llamado Ferrolac Swine a base de citrato férrico y colina (Elementos totales de hierro 3.5%), y otros minerales y vitaminas, administrado a la cerda 30 días antes del y/o después del parto como preventivo de anemia en los lechones y se mencionan buenos resultados. -- (Sintesis Porcina, 1985).

2.- Administración por via oral: Se han propuesto entre -- otros, 0.5-1.0 gr. de hierro reducido diariamente o cada dos días durante siete días. También se a usado con buenos resultados la dosis de 30.0 mg. de hierro administrado diariamente durante siete días a partir del septimo día de vida; esta dosis la proporcionan 0.3 grs. de pirofosfato que puedan disolverse en una cucharadita de agua (4.0 ml.). Se a utilizado--

hierro dextran oral a las 12 horas de edad en el lechón. (Síntesis Porcina, 1985).

Un método que da igual resultado es la administración de -- una cucharada de café o 5 cc de una solución ferruginosa, que lleve por litro 10 grs. de subacetato de hierro, 1 gr. de acetato de cobre y 0.1 gr. de nitrato de cobalto. (Concellón, 1972)

Según Lucas y Lodge (1973), se a administrado una pasta en forma oral por semana que aporta 50 a 100 mg_s de hierro, administración oral de una tableta dada a los 3 y 10, 3 y 21 ó 1,- 10 y 21 días de edad, aportando 292 mg de hierro, 5.4 mg_s. de cobre y 0.6 mg_s de cobalto por tableta. Administración oral- cada tres días o cada semana de sulfato ferroso que proporcione 40-60 mg_s. de hierro; administración oral a los 15 y 19 --- días de edad de una solución de citrato de hierro que aporte - 33 mg_s. de hierro.

Otro medio de evitar la anemia es dar a los lechones una -- píldora de hierro por vía oral una vez a la semana. El uso - de raciones de preiniciación e iniciación evitan también la -- anemia por deficiencia de hierro, puesto que estas raciones estan reforzadas con hierro y cobre.

Otro método que no es tan seguro como los anteriores, con - siste en poner a disposición de los lechones una mezcla de 28- grs de sulfato ferroso seco con 70 kg_s. de tierra. (Hammond,- 1969).

Otros autores recomiendan colocar una bandeja con tierra en la maternidad, desde el día del nacimiento. La tierra debe provenir de lugares donde nunca se hayan criado cerdos, para que no se produzcan las contaminaciones por vermes. (Kolb, 1972; Concellón, 1972; Pinheiro, 1973; Hammond, 1969).

3.- Administración por vía intramuscular: La dosis normal es de 100.0 mg_s. de hierro ferrico que ordinariamente están contenidos en 2.0 ml. de la inyección, esta dosis suele administrarse dentro de los tres días posteriores al nacimiento reeditiéndose en casos graves. (Daykin, 1965). Otro compuesto que se ha utilizado para prevenir la anemia es el llamado gleptoferrin que se ha probado como antianemico, administrado por vía intramuscular a las 12 horas de edad en el lechón. (Sintesis Porcina, 1985).

La inyección intramuscular a los 1 y 21 días de edad de 1cc de solución que contenga 250 mg_s de hierro peptonizado da buenos resultados en el tratamiento de los lechones. (Lucas y Lodge, 1973).

Estudios controlados que se han llevado a cabo en varias piaras grandes en el Noreste de Escocia, demostrarán que 150 mg_s de dextran ferrico aplicado por vía subcutanea entre los 7 y 10 días de edad es adecuado para la prevención de anemia. (English, 1982).

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización de la prueba.

El presente trabajo se realizó en la Estación Pecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León; localizada en la Ex-Hacienda "EL CANADA" carretera a Colombia, Km. 3 en el Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

La prueba se inicio el 26 de Abril de 1988 y finalizó el 28 de Septiembre de 1988, teniendo una duración de 155 días.

3.2 Materiales y métodos.

Se utilizarón para desarrollar el experimento 20 cerdas -- York-Landrace de diferente número de parto con sus respectivas camadas con un total de 173 lechones de los cuales 84 fuerón -- machos y 89 fuerón hembras, estas se alojaron en la sala de -- maternidad en corrales de 1.50 m de ancho por 2.85 m de largo, equipados con comederos de concreto y bebederos de chupón indi-- viduales, además cada corral cuenta con lechonera de 70 cm de-- ancho por 1.50 m de largo, el alimento que se les proporcionó-- fue para cerdas lactantes. (Cuadro .4) y alimento preiniciador a los lechones. (Cuadro .5).

Se les administro una forma de suplementación a cada camada es decir, hierro inyectado a 10 camadas y hierro en polvo a 10 camadas, esto de acuerdo al número de parto de cada cerda (aco-- modandose en parejas según el número de parto).

CUADRO .4

COMPONENTES DE LA RACION ALIMENTICIA PARA CERDAS EN LACTACION

INGREDIENTE	KILOGRAMOS
SORGO	668.5
SOYA	100
OPTIVID CERDOS	5
ROCA FOSFORICA	36
SAL	5
MELAZA	80
LISINA	0.6
OPTIFOS	5
ALFALFA	100
NEUMO	2
LAMIDAZOL	1

CUADRO .5

COMPONENTES DE LA RACION ALIMENTICIA PARA LECHONES

INGREDIENTE	KILOGRAMOS
SORGO	220
SOYA	147.5
SUSTITUTO DE LECHE	50
AVENA	50
AZUCAR	25
OPTIFOS	3.75
CALCIO	1.25
SAL	1.75
OPTIVID CERDO	1
NEUMO	1
CARBAMIX	0.5
LAMIDAZOL	0.5

Las formas de suplementación fuerón las siguientes:

- Aplicación intramuscular de lcc de hierro dextran, utilizando jeringas estériles y agujas hipodérmicas, al tercer día de nacidos y repetir la misma dosis a los 15 días, al mismo tiempo se les dispuso el alimento preiniciador (15 días).

- Suministración oral de hierro en polvo utilizando comederos de 4 bocas en los cuales se les espolvoreo, siendo la dosis de 45 grs. por camada, iniciandose esta a los tres días de nacidos y se repitio la dosis cada tercer día hasta que los lechones alcanzaron cuatro semanas de edad, igual que el anterior - a los 15 días se les dispuso el alimento preiniciador, al llegar este momento el hierro se les espolvoreo sobre el alimento. Se pesaron los lechones al tercer día de nacidos, a los 21 días y al destete (35 días) en una bascula que soporta 20 kilogramos de peso.

Se les puso alimento preiniciador a los 15 días.

Los machos se castrarón a los 20 días de edad.

Al destete se les midio el porcentaje de hematócrito por el Método Microhematócrito el cual consiste en lo siguiente:

En este método se emplea una centrifuga de hematócrito Internacional la cual emplea tubos capilares mayores; es decir, 75 X 1.0 mm., los tubos pueden obtenerse con anticuagulante en su interior. Se a dicho que tubos más largos necesitan un periodo de centrifugación mas prolongado para obtener la aglome-

ración completa de los globulos rojos y que los diametros -
mayores pueden tener calibre interior poco uniforme.

El término hematócrito significa separación de la sangre.

Por centrifugación la sangre se separa en tres capas bien -
claras las cuales son:

- a) La masa eritocitica en el fondo, denominado volumen glo-
bular ó V.G.
- b) Una capa blanca o gris de leucocitos y trombocitos situa-
da inmediatamente por encima de la masa de globulos ro-
jos y que se denomina capa anteada o costra flogistica;
- c) Y el plasma sanguineo.

La finalidad de la centrifugación es obtener una máxima --
aglomeración de los eritrocitos para que muy poco o ningún --
plasma quede retenido entre las celulas.

Ventajas: Valores de volumen globular (V.G.) mas exactos-
y constantes, el tiempo necesario para todo el procedimiento -
es inferior a cinco minutos y la cantidad de sangre requerida-
es mínima.

Desventajas: Se necesita un instrumento especial para ha-
cer las lecturas de los valores de hematócrito y debido al pe-
queño tamaño del tubo capilar, la velocidad de sedimentación -
eritocitica y el valor de la capa leucocitica no son tan fáci-
les de observar y de medir.

El valor hematócrito, o volumen globular es el término para

significar el porcentaje (en volumen) dentro de la sangre, que corresponde a los globulos rojos. (Frandsen, 1976).

El Volumen Globular (V.G.) depende del tamaño y numero de eritrocitos por unidad de volumen en la sangre. El contenido hemoglobínico de los eritrocitos, en volumen, es de 30 a 35%-- con un promedio de 33% exepcto en casos de enfermedad en que -- hay defectuosa utilización del hierro. Para los fines practi cos de establecer un valor normal del volumen en cualquier especie de animal doméstico, los valores normales aprobados de la hemoglobina deben ser multiplicados por tres.

El Volumen Globular (V.G.) medio de los lechones al nacer - puede ser de 36-37%, al decimo día de vida el V.G. se aproxima a 24-26% y este va seguido por un rapido aumento para alcanzar y superar el nivel del nacimiento en las dos semanas siguientes. Un nuevo aumento en el volumen globular puede producirse a medida que el cerdo crece. Los cerdos al destete (30-35 días) tienen un promedio de 38 a 40% de volumen globular.

El intervalo normal del adulto es de 30 a 47%, con un promedio de 40 a 42%. (Schalm, 1964).

El tubo para el Microhematócrito se llena por atracción capilar con sangre extraida por punción de la vena marginal de la oreja, a una altura de cuando menos 2.5 cm. y el extremo -- opuesto se cierra mediante la aplicación de calor o con un tapón de arcilla o plastilina. Se hace la centrifugación a ---

11,000 r.p.m. durante cinco minutos posteriormente se mide el V.G. en una escala de lectura y se saca el porcentaje de eritrocitos.

En método estadístico se utilizó el Modelo de Bloques al azar con Covarianza.

$$Y_{ij} = M + T_i + R_j = b (X_{ij} - \bar{x}_{..}) + E_{ij}$$

Donde;

Y_{ij} = Variable dependiente, peso \bar{X} de los lechones, porcentaje de hematócrito.

M = Efecto de la media general.

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento ($i = 1, 2$)

R_j = Efecto del j -ésimo bloque ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$).

b = Coeficiente de regresión.

X_{ij} = Variable independiente o Covariable (peso inicial).

E_{ij} = Variación aleatoria debido al error experimental.

La unidad experimental fué un lechón.

Los pesos se tomarón: 1a. Al tercer día de nacidos

2a. A los 21 días

3a. Al destete (35 días)

Las muestras de sangre se tomarón al destete (35 días).

Los tratamientos que se probarón en las camadas fuerón:

T₁ = Aplicación intramuscular de lcc de hierro dextran al tercer día de nacidos y repetir la dosis a los 15 días.

T₂ = Suministración de hierro en polvo en forma oral, en una dosis de 45 grs por camada al tercer día de nacidos y repetir la dosis cada tercer día. (A los 15 días se puso sobre el alimento).

3.3 Manejo.

Se tomarón las cerdas de acuerdo a su numero de parto, al entrar a maternidad se bañarón y se desparasitarón externamente, los corrales de maternidad en los cuales se les dió alojamiento se desinfectarón previo a la entrada de las cerdas.

Una vez alojadas en los corrales; al presentarse el parto los lechones se limpiarón, ombligarón y descolmillarón; al terminar el parto, a las cerdas se les aplicó antibióticos para el dolor e infecciones.

Al tercer día los lechones se pesarón, se muesquearón (identificarón) y se les aplicó hierro segun el tratamiento.

La suplementación parenteral de hierro dextran se realizó -inyectando al lechón en el muslo con una jeringa dosificadora y una aguja del numero 20.

La suplementación oral de hierro en polvo se hizo mediante comederos, en los cuales se espolvoreo el hierro y al momento de suministrar el alimento preiniciador, el hierro se espolvoreo sobre el alimento.

Se les dispuso alimento preiniciador a los 15 días de nacidos y los machos se castrarón a los 20 días también ese mismo día a la cerda se le aplicó vacuna contra cólera porcino.

Se pesarón los lechones a los 21 días y al destete (35 días) las diarreas mécanicas se controlarón con un antidiarreico comercial llamado diarrefín.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se discuten a continuación.

ANALISIS DE COVARIANZA PARA LA CAMADA

Se hizo un analisis de covarianza para comparar los tratamientos en cuanto a pesos de los lechones a los 21 días, usando como covariable los pesos iniciales, el analisis mostro que no hubo diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A1).

La diferencia en el peso promedio por lechón entre los tratamientos se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Promedio de pesos a los 21 días de lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	4.909	4.885
2	4.975	5.029

hierro en polvo $T_2 = 5.029$

hierro inyectado $T_1 = 4.885$

0.174 kg

En general, los lechones a los que se les suministro hierro en polvo tuvieron un peso de 0.174 kg. mayor a los 21 días -- que los lechones a los cuales se les suministro hierro inyectado, sin embargo la diferencia no es significativa.

En el analisis de covarianza para los pesos de de los lecho

nes a los 35 días de nacidos no se encontró diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A2).

La diferencia en el peso promedio por lechón entre los tratamientos se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Promedio de pesos a los 35 días de lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	7.364	7.321
2	6.824	6.867

hierro inyectado $T_1 = 7.321$

hierro en polvo $T_2 = 6.867$
 $\underline{\hspace{1.5cm}}$
 0.454 kg.

Cada lechón que se le suministro hierro inyectado peso 0.454 kg. más al destete (35 días) que los lechones a los cuales se les suministro hierro en polvo, sin embargo la diferencia no fué significativa.

Estos resultados son semejantes a los reportados por Chapa (1980), y García (1988), en un experimento donde se comparó los pesos a los 35 días, en donde no se encontró diferencia entre los tratamientos.

En el analisis de covarianza para el porcentaje de hematocrito se encontró una diferencia altamente significativa ($P < .01$) entre los tratamientos (tabla A3).

La diferencia en el porcentaje promedio de hematócrito se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje promedio de hematócrito, de lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	37.423	37.558
2	32.509	32.373

Transformados los valores a porcentajes se tiene lo siguiente:

$$\text{hierro inyectado } T_1 = 37.2\%$$

$$\text{hierro en polvo } T_2 = 28.7\%$$

$$\frac{\quad}{9.5\%}$$

Los animales del tratamiento 1 (hierro inyectado) mostraron porcentajes mayores de hematócrito comparados con los porcentajes del tratamiento 2 (hierro en polvo). Esto indica que el hierro inyectado induce a mayores porcentajes de hematócrito, teniendo este un 9% más que el hierro en polvo.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por García -- (1988), en donde se experimento también con hierro, observándose que el hierro inyectado tuvo porcentajes de hematócrito superiores.

Se considerarán pesos y porcentajes de hematócrito por sexo obteniéndose resultados para machos y para hembras respectiva-

mente.

ANALISIS DE COVARIANZA PARA HEMBRAS

Se hizo un analisis de covarianza para pesos a los 21 días de las hembras en el cual no se encontro diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A4).

La diferencia en el peso promedio de las hembras entre los tratamientos se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Promedio de pesos a los 21 días de hembras tratadas con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	4.900	4.765
2	4.770	4.904

hierro en polvo $T_2 = 4.904$

hierro inyectado $T_1 = 4.765$

0.139 kg.

Las hembras que fueron suplementadas con hierro en polvo -- fueron mas pesadas que las hembras suplementadas con hierro inyectado, esto a los 21 días, la diferencia fue de 0.139 kg. -

Sin embargo, la diferencia no es significativa.

En el analisis de covarianza para las hembras a los 35 días de nacidas no se encontro diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A5).

La diferencia en el peso promedio de los tratamientos se --
 presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Promedio de peso a los 35 días de hembras tratadas --
 con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en pol-
 vo (tratamiento 2). En kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	7.558	7.368
2	6.491	6.681

hierro inyectado $T_1 = 7.368$

hierro en polvo $T_2 = 6.681$

0.687 kgs.

Las hembras que fueron suplementadas con hierro inyectado -
 tuvieron 0.687 kg. más al destete (35 días) que las hembras -
 que fueron suplementadas con hierro en polvo. Esta diferen -
 cia no resulto significativa.

En el analisis de covarianza para el porcentaje de hemató -
 crito se encontró una diferencia altamente significativa ---
 ($P < .01$) entre los tratamiento (tabla A6).

La diferencia en el promedio de hematocrito se presenta en-
 la tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje promedio de hematócrito en las hembras tratadas con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	38.220	38.367
2	32.610	32.462

Transformados los valores a porcentajes se tiene los siguiente:

$$\text{hierro inyectado } T_1 = 38.5\%$$

$$\text{hierro en polvo } T_2 = 28.8\%$$

$$\underline{\quad 9.7\%}$$

Las hembras del tratamiento 1 (hierro inyectado) mostraron porcentajes de hematócrito mayores comparados con las del tratamiento 2 (hierro en polvo).

Por lo tanto se tiene que el hierro inyectado induce a mayores porcentajes de hematócrito.

ANALISIS DE COVARIANZA PARA MACHOS

En el análisis de covarianza para los pesos de machos a los 21 días no se encontró diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A7).

La diferencia en el peso promedio de los tratamientos se -- presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Promedio de pesos a los 21 días de machos tratados -- con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	5.081	5.072
2	5.124	5.133

hierro en polvo $T_2 = 5.133$

hierro inyectado $T_1 = 5.072$

0.061 kgs.

Los machos que fueron suplementados con hierro en polvo fueron 0.061 kgs. mas pesados que los machos que fueron suplementados con hierro inyectado. Sin embargo esta diferencia no fue significativa.

Análisis de covarianza para los pesos al destete (35 días) no se encontró diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratamientos (tabla A8).

La diferencia en el peso promedio de los machos se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Promedio de pesos a los 35 días de machos tratados -- con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	7.500	7.505
2	7.265	7.260

$$\begin{array}{l} \text{hierro inyectado } T_1 = 7.505 \\ \text{hierro en polvo } T_2 = 7.260 \\ \hline 0.245 \text{ kgs.} \end{array}$$

Los machos que fueron suplementados con hierro inyectado -- tuvieron un incremento de peso de 0.245 kgs. más que los machos que fueron suplementados con hierro en polvo.

En el analisis para el porcentaje de hematócrito en machos se encontró una diferencia significativa ($P < .05$) entre los -- tratamientos (tabla A9).

Los porcentajes promedios se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Porcentajes promedio de hematócrito para los machos -- tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En Kg.

TRATAMIENTO	MEDIA	MEDIA AJUSTADA
1	36.515	36.566
2	32.328	32.276

Transformados los valores a porcentajes se tiene los siguiente:

$$\begin{array}{l} \text{hierro inyectado } T_1 = 35.5\% \\ \text{hierro en polvo } T_2 = 28.5\% \\ \hline 7.0\% \end{array}$$

Los machos que fueron suplementados con hierro inyectado -- tuvieron porcentajes mayores de hematócrito comparados con los machos que fueron suplementados con hierro en polvo. Esto indi

ca que el hierro inyectado induce a mayores porcentajes de hematócrito.

Se efectuó un análisis de varianza para el consumo de alimento preiniciador por lechón en los tratamientos, en el cual no se encontró diferencia significativa ($P > .01$) entre los tratados con hierro inyectado y hierro en polvo. (tabla A10).

La diferencia en el consumo promedio de alimento preiniciador por lechón se presenta en la tabla 10.

Tabla .10 Promedio de alimento preiniciador consumido por lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2). En gr.

TRATAMIENTO	MEDIA
1	18.761
2	17.655
hierro inyectado $T_1 = 18.76$ hierro en polvo $T_2 = 17.65$ $\underline{\hspace{1.5cm}}$ 1.11 gr.	

Los lechones que fueron suplementados con hierro inyectado tuvieron un mayor consumo de alimento preiniciador (1.11gr.) más que los suplementados con hierro en polvo.

Se realizó una comparación de los lechones tratados con hierro en polvo e inyectado para verificar el porcentaje de mortandad en los tratamientos a lo largo de la prueba. (cuadro A1).

En donde se observó que no hubo mucha diferencia entre los tratamientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

1.- En el peso a los 21 días para la camada, no se encontró diferencia entre los tratamientos. Los lechones suplementados con hierro en polvo fueron ligeramente más pesados (5.029-kg) que los suplementados con hierro inyectado (4.855 kg).

2.- En el peso a los 35 días no se encontró diferencia entre los tratamientos para la camada, en este caso los lechones tratados con hierro inyectado fueron ligeramente más pesados (7.321 kg) que los lechones tratados con hierro en polvo (6.867 kg).

3.- Para el porcentaje de hematócrito en la camada se encontró una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Los lechones tratados con hierro inyectado tuvieron valores de hematócrito más altos (37.2%) que los tratados con hierro en polvo (28.7%).

4.- En los pesos a los 21 días para las hembras y para machos respectivamente, no se encontró diferencia entre los tratamientos. Las hembras y machos tratados con hierro en polvo fueron ligeramente más pesados (4.904 y 5.133 kg, respectivamente) que los tratados con hierro inyectado (4.765 y 5.072 kg, respectivamente).

5.- Para las hembras y machos a los 35 días no se encontró-- diferencia entre los tratamientos. Las hembras y machos tratados con hierro inyectado fueron ligeramente más pesados --- (7.368 y 7.505 Kg_± respectivamente) que los tratados con hierro en polvo (6.681 y 7.260 Kg_± respectivamente).

6.- Para el porcentaje de hematócrito en hembras y machos -- se encontró diferencia altamente significativa entre los tratatamientos. Las hembras y machos tratados con hierro inyectado--tuvieron porcentajes mayores de hematócrito (38.5% y 35.5% respectivamente) que las hembras y machos tratados con hierro enpolvo (28.8% y 28.5% respectivamente).

7.- En el analisis para el consumo promedio por lechón no se encontró diferencia entre los tratamientos. Los lechones tratados con hierro inyectado consumieron ligeramente más (18.76-gr.) que los lechones tratados con hierro en polvo (17.65 gr_±)

5.2 Recomendaciones.

Conforme a los resultados obtenidos, en los cuales no se encontró diferencia significativa en los pesos a los 21 días y al destete (35 días), nos muestran que tanto el hierro en polvo como el inyectado nos proporcionan aumentos de peso aproximadamente semejantes, por lo tanto es recomendable cualesquiera de los dos métodos de suplementación de hierro.

En cuanto a porcentaje de hematócrito se refiere, se recomienda usar el hierro inyectado ya que este proporcionó mayores porcentajes de hematócrito

Por otra parte el uso de hierro en polvo previene la formación de absesos debido a la mala aplicación de hierro inyectado y a la deficiente desinfección de agujas y jeringas.

Con el hierro en polvo se tuvieron problemas en cuanto a higiene ya que era casi imposible mantenerlo constantemente limpio debido a que los lechones al correr en el corral le arrojaban basura, además de aplicarse cada tercer día lo que implica mayor tiempo disponible para efectuar la suplementación.

RESUMEN

El presente trabajo se realizo en una granja porcina localizada en la Ex-Hacienda "El Canada" Carretera a Colombia Km. 3-- en el Municipio de General Escobedo, Nuevo León.

En el presente experimento se estudio el tipo de suplementación que es más efectiva en los aumentos de peso en los lechones, se tuvieron dos tratamientos, el hierro inyectado y el -- hierro en polvo.

Todos los lechones fueron ombligados y descolmillados al na cer, al tercer día de nacidos se identificarón (muesquearon),-- se desaron y se les aplico hierro.

Periodicamente se les observo la incidencia de diarreas y -- cuando las hubo se les controlo a tiempo.

Se obtuvieron pesos al nacer, á los 21 días y a los 35 días asi como también el porcentaje de hematócrito. A una camada se le aplico hierro inyectado al tercer día de nacidos y se re pitio la dosis a los 15 días. A otra camada se le aplico el -- hierro en polvo en forma oral en una dosis de 45 grs. por cam da cada tercer día hasta que los lechones alcanzaron cuatro -- semanas de edad.

Se emplearon 20 camadas con un total de 173 lechones de los cuales 84 fueron machos y 89 fueron hembras, de estas camadas-- a 10 se les aplico hierro inyectado y a 10 hierro en polvo.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar--

con dos tratamientos. Se bloqueo en base al numero de partos de cada cerda. Los datos se analizaron con la técnica del análisis de covarianza usando como covariable los pesos iniciales. En el analisis de covarianza para los pesos a los 21 y 35 días de la camada, machos y hembras respectivamente no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, los lechones suplementados con hierro en polvo fueron ligeramente más pesados a los 21 días y los suplementados con hierro inyectado fueron más pesados a los 35 días.

En el analisis de covarianza para el porcentaje de hematocrito se encontró diferencia altamente significativa en la camada, hembras y machos respectivamente. Los lechones suplementados con hierro inyectado tuvieron valores mayores de hematocrito que los suplementados con hierro en polvo.

En el analisis de varianza para el consumo de alimento preiniciador por lechón no se encontro diferencia significativa ya que los lechones tratados con hierro inyectado tuvieron un consumo ligeramente mayor que los lechones tratados con hierro en polvo.

BIBLIOGRAFIA

- Abrams, John T. 1965, Nutrición Animal y Dietética Veterinaria Editorial Acribia, Zaragoza(España).pp. 199-200,695-696.
- Anthony, D.J., Lewis, E.F. 1974, Enfermedades del Cerdo. Editorial Continental 6a. Impresión. pp. 244-249.
- Bergner, Hanz. 1970, Elementos de Nutrición Animal. Editorial-Acribia, Zaragoza(España) pp. 68-69.
- Carroll, W.E., Krider, J.L., Andrews, F.N. 1978, Explotación - del Cerdo. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp 248-251.
- Concellón, M.A. 1972, Porcinocultura, Explotación del Cerdo y- sus Productos. Editorial Aedos, Barcelona (España).pp. - 356-359.
- Cramton, E.W., Harris, L.E. 1974, Nutrición Animal Aplicada. - Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 187.
- Cunha, T.J. 1968, Alimentación del Cerdo. Editorial Acribia, - Zaragoza (España). pp 58-62.
- Cunha, T.J. 1975, Recientes Avances en Nutrición del Cerdo. -- Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 24-26.
- Daykin, P.W. 1973, Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Compañía Editorial Continental S.A. México. pp. 229-235.

- Dunne, H.W. 1967, Enfermedades del Cerdo. 2a Edición, Editorial U.T.E.H.A., México. pp. 876.
- Dukes, H.H. 1973, Fisiología de los Animales Domésticos. Editorial Aguilar, S.A. 3a. Edición. pp. 623-825.
- English, P.R., Smith, W.J., Maclean, A. 1982, La Cerda, Como Mejorar su Productividad. Editorial Manual Moderno, México. pp. 210-211.
- Escamilla, L.A. 1975, Enfermedades de los Animales Domésticos y de Granja. Editorial Continental. México. pp. 142-143.
- Esminger, M.E. 1970, Producción Porcina. 4a. Edición. Editorial El Ateneo. Buenos Aires (Argentina). pp. 123-127.
- Flores, J.A.M. y A.A. Agraz. 1985, Ganado Porcino. 3a, Edición Editorial LIMUSA. México. pp. 487-488, 573-574.
- Frandsen, R.D. 1976, Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. 2a. Edición. Editorial Interamericana. pp. 163 165, 167.
- Furofourri, K. y Kawabota. 1976, Iron Absortión by Neonatal pig intestino in vivo, Journal of animal Science. Vol. 42, # 6. pp. 1460-1464.
- Hafez, E.S.E., Dyer, I.A. 1972, Desarrollo y Nutrición Animal. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 385-387, 396-397.

- Hammond John. 1969, Avances en Fisiología Zootécnica. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 108-109, 182-187.
- Kolb, E. 1978, Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 148-149.
- Kolb, E. 1972, Microfactores en Nutrición Animal. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 209-214.
- Lucas, I.A.M. y Lodge, G.A. 1967, Alimentación de los lechones. Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 90-93, 160-165.
- Martínez, L.L. y J.C. Flores. 1985, La anemia ferropriva en lechones. Síntesis Porcina, Vol. 4. # 1. pp. 22-26.
- Mayer Jones L. 1959, Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Editorial Union Tipografica, Editorial Hispanoamericana. pp. 325-333.
- Maynard, L.L. y J.K. Losli. 1977, Nutrición Animal. Editorial U.T.E.H.A. pp. 193-197.
- McDonald, P., R.A. Edwards, 1979, Nutrición Animal. Editorial Oliver and Boyd. Edinburgh. pp. 95-121.
- Miller, E.R. 1978, ¿Que papel juega el hierro? Ganado Porcino. Vol. I. No. 4. pp. 63-70.
- National Academy of Science. 1973, Necesidades Nutritivas del Cerdo. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires (Argentina) pp. 15-16.

- Nusshag, W. 1967, Anatomía y Fisiología de los Animales Domésticos. Editorial Acribia. pp. 51-53.
- Pinheiro, L.C.M. 1973, Los Cerdos. Editorial Hemisferio Sur. - Buenos Aires (Argentina). pp. 414-418.
- Porcirama, Prevención de la Anemia de los Cerdos. Año 6. Vol.-VI. No. 70. pp. 18-24.
- Fond, G., Wilson, Walker F. Earl, Kirtland David and Jr., 1973, "Cadmium-Induced anemia in growing Pigs: Protective effect of oral or parenteral iron", Journal of animal science. Vol. 36. pp. 1122-1124.
- Pond, W.D. Maner, J.H. 1976, Producción de Cerdos en Climas Templados y Tropicales, Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 184-185, 416-417.
- Schalm, O.W. Dvm, DPh, 1964. Hematología Veterinaria. 1er. Edición. Editorial U.T.E.H.A. pp. 51-55, 186-192, 238,256.
- Sintesis Porcina, 1983, Recomendaciones de raciones y Premezclas. Vol. 2. No. 12. pp. 25-38.
- Underwood, E.F. 1968, Los minerales en la Alimentación del Ganado, Editorial Acribia, Zaragoza (España). pp. 131-146.

A P E N D I C E

Tabla A1. Analisis de Covarianza para pesos a los 21 días de lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	1.0432	1.0432	2.743		
Tratamientos	1	0.1436	0.1436	0.377	5.32	11.26
Bloques	9	4.1910	0.4656	1.224	3.39	5.91
Error	8	3.0424	0.3803			
Total	19	8.4204				

C.V. = 12.48%

Tabla A2. Analisis de Covarianza para los pesos de la camada a los 35 días, de lechones tratados con hierro inyectados (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	0.6867	0.6867	0.514		
Tratamiento	1	0.9724	0.9724	0.728	5.32	11.26
Bloques	9	12.8940	1.4326	1.073	5.32	11.26
Error	8	10.6792	1.3349			
Total	19	25.2324				

C.V. = 16.28%

Tabla A3. Analisis de Covarianza para porcentajes de hematócrito de lechones tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	6.5637	6.5637	1.291		
Tratamientos	1	127.2989	127.2989	25.047	5.32	11.26
Bloques	9	19.6328	2.1814	0.429	3.39	5.91
Error	8	40.6588	5.0823			
Total	19	194.1544				

C.V. = 6.44%

Tabla A4. Analisis de Covarianza para pesos a los 21 días de hembras tratadas con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	2.5899	2.5899	4.110		
Tratamientos	1	0.0847	0.0847	0.134	5.32	11.26
Bloques	9	3.3950	0.3772	0.5987	3.39	5.91
Error	8	5.0400	0.6300			
Total	19	11.1098				

C.V. = 16.41%

Tabla A5. Analisis de Covarianza para los pesos a los 35 días de hembras tratadas con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	5.1612	5.1612	2.132		
Tratamientos	1	2.0740	2.0740	0.856	5.32	11.26
Bloques	9	10.3917	1.1546	0.477	3.39	5.91
Error	8	19.3625	2.4203			
Total	19	36.9896				

C.V. = 22.15%

Tabla A6. Analisis de Covarianza para el porcentaje de hematocrito de hembras tratadas con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	3.1123	3.1123	1.247		
Tratamientos	1	153.0021	153.0021	61.323	5.32	11.26
Bloques	9	18.4114	2.0457	0.819	3.39	5.91
Error	8	19.9599	2.4949			
Total	19	194.4858				

C.V. = 4.46%

Tabla A7. Analisis de Covarianza para pesos a los 21 días de machos tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCa1	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	0.3332	0.3332	0.795		
Tratamientos	1	0.0186	0.0186	0.044	5.32	11.26
Bloques	9	6.6639	0.7404	1.766	3.39	5.91
Error	8	3.3523	0.4190			
Total	19	10.3682				

C.V. = 12.68%

Tabla A8. Analisis de Covarianza para pesos a los 35 días de machos tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCa1	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	0.0868	0.0868	0.040		
Tratamientos	1	0.2983	0.2983	0.139	5.32	11.26
Bloques	9	18.1658	2.0184	0.941	3.39	5.91
Error	8	17.1551	2.1443			
Total	19	35.7060				

C.V. = 19.83%

Tabla A9. Analisis de Covarianza para el porcentaje de hematocrito de machos tratados con hierro inyectado (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Covariable	1	10.3970	10.3970	0.799		
Tratamientos	1	91.5715	91.5715	7.041	5.32	11.26
Bloques	9	51.3092	5.7010	0.438	3.39	5.91
Error	8	104.0405	13.0050			
Total	19	257.3182				

C.V. = 10.47%

Tabla A10. Analisis de Varianza para el consumo de alimento preiniciador de lechones tratados con hierro inyectados (tratamiento 1) y hierro en polvo (tratamiento 2).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	FCal	Ftab.	
					.05	.01
Tratamientos	1	6.1293	6.1293	0.036	5.32	11.26
Bloques	9	875.6928	97.2992	0.579	3.39	5.91
Error	9	1510.4614	167.8290			
Total	19	2392.2836				

C.V. = 71.14%

Cuadro A1. Comportamiento de lechones tratados con hierro inyectado (T_1) y hierro en polvo (T_2) del nacimiento al destete (35 días).

	T_1	T_2	\bar{x}
Lechones nacidos vivos.	94	98	96
Lechones muertos durante la prueba.	10	9	9.5
Lechones destetados.	84	89	86.5
% de Mortandad.	10.63	9.1	9.86
Tamaño de la camada.	8.4	8.9	8.65

03598

