

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE HIERRO ORAL E INYECTADO EN
LECHONES Y SU EFECTO EN EL PESO AL DESTETE
Y EN EL NIVEL HEMATOCRITO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

EUSEBIO GARCIA BARQUIARENA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1988

T

SF39

.M6

G373

c.1



1080061923

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.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



UTILIZACION DE HIERRO ORAL E INYECTADO EN
LECHONES Y SU EFECTO EN EL PESO AL DESTETE
Y EN EL NIVEL HEMATOCRITO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

EUSEBIO GARCIA BARQUIARENA

MARIN, N. L.

JULIO DE 1988

AMK
9368

T
SF 396
.M 6
9373



Biblioteca Central
Maza Solidaridad
F. Tesis




UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

040.636
FA 18
1988
C-5

UTILIZACION DE HIERRO ORAL E INYECTADO EN LECHONES Y SU
EFECTO EN EL PESO AL DESTETE Y EN EL NIVEL HEMATOCRITO

TESIS QUE PRESENTA, EUSEBIO GARCIA BARGUIARENA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA.

COMISION REVISORA



Ing. Arnaldo J. Tapia V.
Asesor Principal

Ing. Jose Luis Martinez M.
Asesor Auxiliar

Fecha: Julio de 1988

Más que avergonzarte de confesar tu ignorancia, ayerguenzate de insistir en la necia discusión que la fevela.

Anónimo.

A DIOS: por su grandeza.

DEDICATORIA

A mis padres: Eusebio García Reyes

Ma. M. Barguarena de G.

A mis hermanas: Edith Atenia

Maria Isabel

A mis abuelos, tíos y primos.

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores:

Ing. Arnolcio J. Tapia V.

Ing. José Luis Martínez M.

Lic. Ma. de la Luz González.

En especial a la Familia Taméz Taméz de Allende, N.L. por todas las atenciones brindadas para conmigo en la realización de este trabajo.

A la Srta. Dolia Guadalupe Vázquez C. por su magnífica colaboración en el trabajo de mecanografía por lo cual le estoy infinitamente agradecido.

INDICE GENERAL

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1
2. LITERATURA REVISADA.....	3
2.1 Fisiología del hierro.....	3
2.2 Necesidades de hierro del cerdo.....	7
2.3 Disponibilidad de diferentes formas químicas del hierro.....	10
2.3.1. Hierro dextran.....	12
2.4 Efectos negativos del hierro en el lechón.....	12
2.5 Administración Intramuscular.....	15
2.6 Administración oral.....	16
3. MATERIALES Y METODOS.....	18
3.1 Localización de la prueba.....	18
3.2 Materiales.....	18
3.3 Métodos.....	18
3.4 Manejo.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	22
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
5.1 Conclusiones.....	28
5.2 Recomendaciones.....	28
6. RESUMEN.....	30
7. BIBLIOGRAFIA.....	31
8. APENDICE.....	34

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1.- Disponibilidad de hierro de diferentes formas químicas.....		11
2.- Análisis de varianza para pesos al 3er. día de edad.....		22
3.- Análisis de varianza para pesos al destete...		23
4.- Análisis de varianza para los aumentos de peso diario.....		24
5.- Análisis de varianza para el % de hematocrito.....		25
6.- Analisis de covarianza para peso inicial y ganancia de peso.....		27
7.- Peso inicial en kilos al 3er. día con sus promedios correspondientes.....		35
8.- Peso al destete con sus promedios correspondientes.....		36
9.- Aumentos de peso diario con sus promedios correspondientes.....		37
10.- % de hematocrito con sus promedios correspondientes.....		38
11.- % de hematocrito transformado a una distribución normal.....		39

FIGURA		PAGINA
1.- Esquema de suplemento de hierro.....		5
2.- Influencia del tratamiento ferruginoso.....		8

INTRODUCCION

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

La importancia de la adición de vitaminas y minerales traza se ha venido incrementando en los últimos 10 a 15 años, debido a cambios en la alimentación, sistemas de confinamiento y de manejo (Síntesis Porcina, 1983). El organismo animal requiere un aporte constante de sustancias inorgánicas (minerales), para poder atender al mantenimiento de su metabolismo, de su crecimiento, reproducción y lactancia. Los minerales constituyen aproximadamente el 5% del peso del cuerpo animal. Los elementos minerales pueden clasificarse en: macroelementos, microelementos y minerales tóxicos de acuerdo con las necesidades nutritivas de cada uno (Bergner 1970).

De todos los animales, el cerdo es el que con más frecuencia sufre deficiencias minerales. Esto se debe principalmente a que son alimentados con granos de cereales y sus subproductos, que en su totalidad tienen un contenido relativamente bajo de minerales (Esminger 1970).

A principios de este siglo el rubro de la producción porcina ha venido siendo principalmente el de tener a los animales en confinamiento por sus conveniencias y facilidades para el productor, consecuentemente el cerdo ha venido siendo desprovisto de minerales que podría obtener del suelo. Esta carencia de minerales es parcialmente responsable de la incrementación de problemas reproductivos asociados con el manejo de los animales en confinamiento. Entre los principales minerales que el lechón obtiene del suelo y que particularmente utiliza para su crecimiento son el hierro y el cobre.

Se vino observando al poco tiempo de generalizarse el empleo de los modernos alojamientos con sus restricciones en las condiciones de cría una alta mortalidad y un pobre desarrollo en los lechones causada por la anemia.

Posteriormente se demostró que era una deficiencia de hierro en los cerditos la causa de la alta mortalidad debido a que los cerdos se alojaban en locales con pisos de cemento sin acceso a la tierra o pastos. Esta enfermedad no aparecía en condiciones de alojamiento menos restringidos, es decir, cuando los animales tenían un acceso normal a los pastos. (Underwood 1968).

La necesidad de hierro suplementario a los cerditos lactantes para prevenir la anemia, viene siendo una de las más importantes facetas de la crianza de los cerdos en confinamiento.

Los Investigadores han desarrollado métodos para suplementar a los cerditos con alguna forma de hierro. Todavía la investigación sigue adelante en busca de mejores formas de satisfacer las necesidades de hierro de los cerdos lactantes. El presente trabajo se elaboró con la finalidad de conocer que tipo de suplementación de hierro (oral o intramuscular) es más efectiva en el crecimiento del lechón hasta el destete.

LITERATURA REVISADA

2.1 Fisiología del Hierro

El Hierro aunque se encuentra en pequeñas cantidades en el organismo (0.004%) es un elemento que tiene una función primordial en los procesos vitales; más de la mitad del hierro se encuentra en forma de hemoglobina, el resto forma parte de ciertas enzimas y la mioglobina. Se encuentra cierta reserva en el hígado, en el bazo y en los riñones su metabolismo es muy activo ya que los glóbulos rojos de la sangre son constantemente destruidos (Flores-Agraz 1985). El Hierro hemoglobínico representa aproximadamente, el 60% del hierro orgánico total (Hahn 1937 citado por Dukas 1973). Alrededor del 70% del hierro total del organismo se encuentra contenido en la hemoglobina y el 9% en la mioglobina (Bergner 1970).

El Hierro constituye una parte integral de diversas enzimas hemoprotéicas (Citocromos) y de las enzimas flavoprotéicas que realizan juntas un papel vital en los procesos oxidativos de todas las células (Underwood 1968). Son portadores del oxígeno en la hemoglobina, catalizador respiratorio en la mioglobina y en los citocromos (Abrams 1975). Interviene en formación y nivel de la hemoglobina y en la respiración celular (Dunne 1967 y Rabanal 1972).

El Hierro se absorbe mal; la cantidad que se almacena suele oscilar del 3 al 10% del que aparece en la dieta. Es absorbido primordialmente en el duodeno digestivo, incluido en estómago. El hierro se absorbe en gran parte en forma de compuestos ferrosos. Como el hierro aparece en forma férrica en la mayoría de los vegetales, casi todos los animales deben separarlo y reducirlo para facilitar su absorción. Los medios ácidos favorecen la reducción del hierro férrico y su posterior absorción (Harfez y Dyer, 1972)

Los compuestos de hierro pueden absorberse si son solubles o ionizables, siendo las sales ferrosas utilizadas probablemente con más facilidad que las férricas. Aunque a menudo se ha considerado que el hierro inorgánico era la única forma que podía utilizar el animal, ya que los compuestos orgánicos altamente complejos, descompuestos incompletamente en el tracto digestivo, no son aptos para suministrar hierro utilizable, la evidencia reciente sugiere que algunos compuestos orgánicos del hierro pueden ser fuentes muy útiles.

Los alimentos verdes son ricos en hierro, que parece ser completamente utilizable y con la excepción de la leche, la mayoría de los alimentos naturales, no manipulados, parecen no tener hierro suficiente para cubrir las necesidades del organismo animal. Como la mayoría de los alimentos de la granja contienen cantidades adecuadas de hierro, la anemia nutritiva, debida simplemente a la falta de éste elemento, no se presenta frecuentemente entre los animales destetados. Entre las buenas fuentes de hierro en los alimentos de origen animal debemos alistar al hígado, corazón, y yema de huevo. (Abrams 1975).

En la mayoría de las especies animales el hierro se absorbe en su mayor parte en el intestino delgado. La cuantía del aprovechamiento depende del aporte y de las necesidades de hierro. Cuando los animales herbívoros ingieren hierro muy por encima de sus necesidades, lo que suele ocurrir con frecuencia, solo se absorbe el 5-10% del Fe. de la ración. El hierro es retirado de la mucosa en combinación con la transferrina por la linfa, siendo luego transportado por el plasma sanguíneo. La tasa de Fe en el plasma sanguíneo de los mamíferos oscila normalmente entre 80 y 200 mg. por 100 c.c. (un esquema de como son usados los suplementos de hierro por los cerdos, tanto oral como inyectado es presentado en la Figura 1).

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 Fe en el hígado y bazo (Ferritina, Hemosiderina).

La sangre de los animales domésticos acarrea de 15 a 20 ml. de oxígeno por 100 ml. de sangre arterial. De ésta cantidad solo una pequeña proporción está en solución física en el plasma y el resto va combinado a la hemoglobina de los glóbulos rojos correspondiendo 1.0 gr. de hemoglobina a 1.36 de oxígeno aproximadamente. Por consiguiente es de la mayor importancia que el contenido de hemoglobina en la sangre se mantenga a nivel óptimo para cada especie.

La hemoglobina consiste en un pigmento que contiene hierro y una proteína, constituyendo el pigmento alrededor del 5% de la molécula de hemoglobina.

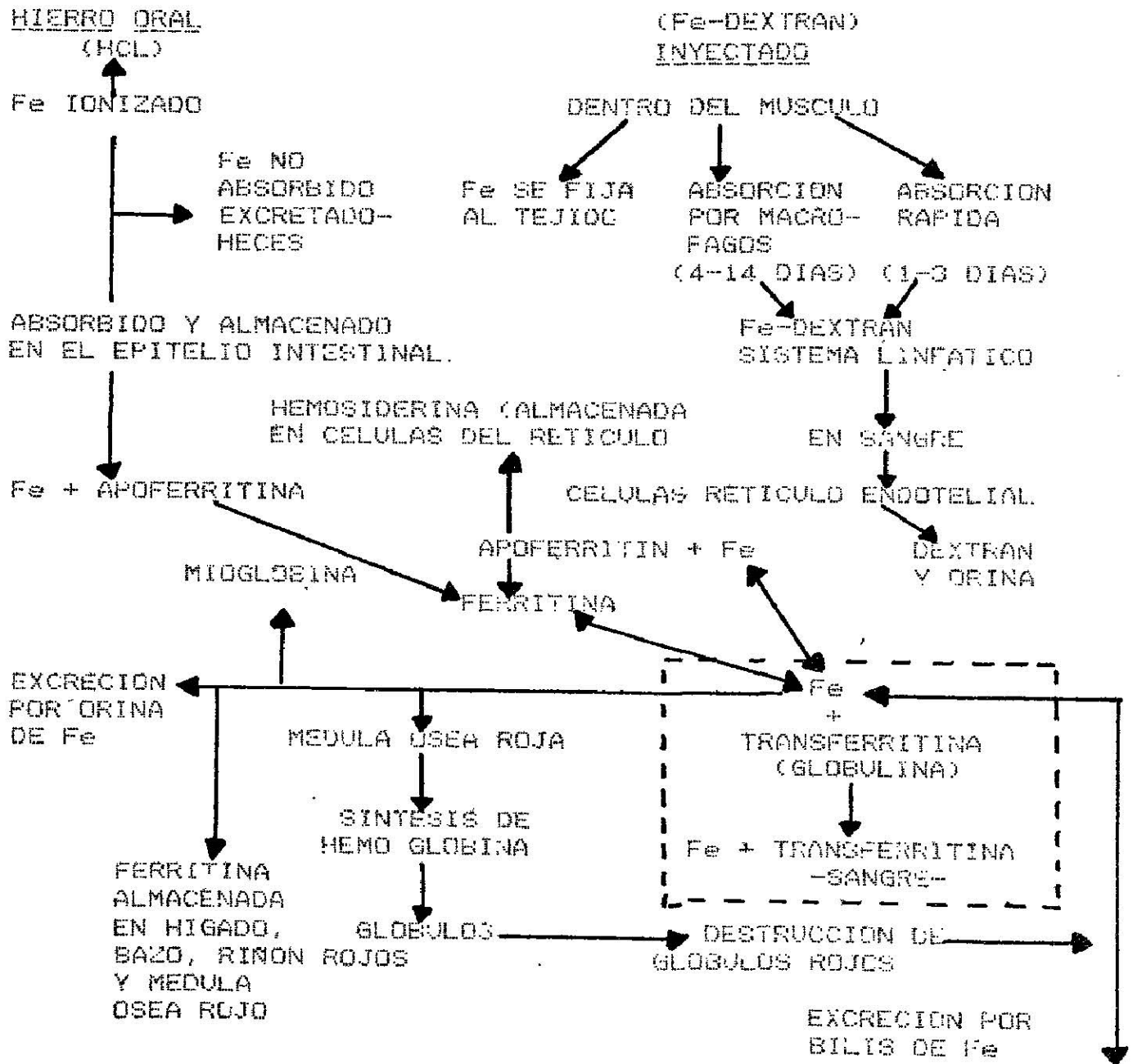


Fig # 1 . Diseño esquemático del metabolismo del hierro (Nota técnica veterinaria de la Cia: Norwich - Eaton).

Bastan estos datos para comprender que la capacidad de la sangre para el transporte de oxígeno es proporcional en primer lugar al número de eritrocitos circulantes 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 en hemoglobina está determinado por la cantidad disponible de hierro y también de proteína específica (Daikin 1973).

Extraordinariamente importante es la misión del hierro en la hemoglobina, al permitir la unión reversible del oxígeno molecular a efecto de transporte.

La absorción de hierro es escasa si se compara con la de otros elementos minerales. La absorción solo puede realizarse de la manera siguiente: en el intestino delgado se reduce el Fe^{+++} en Fe^{++} , que es tomado de la mucosa intestinal. Aquí el Fe^{++} se une con la proteína (apoferritina) y el Fe^{++} + apoferritina forma la ferritina, que lleva el hierro por el organismo. Como consecuencia de este mecanismo, si existe una deficiencia protéica, aun 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 de 90% en el metabolismo intermediario, por lo cual es muy escasa la tasa de Fe excretado por heces y orina. Como consecuencia de este ahorritivo metabolismo en los animales adultos es muy raro encontrar síntomas de carencias férricas (solo tras hemorragias, enfermedades, etc). Los animales jóvenes por el contrario, deben producir hemoglobina, para lo cual necesitan aportes suplementarios de hierro. Especialmente sensibles a este peligro son los lechones recién nacidos, ya que no reciben de la madre ninguna reserva de hemoglobina ni de hierro. Si no reciben inmediatamente un aporte oral o parenteral de Fe , sufren anemia, que a título secundario motiva un estado de debilidad ante las enfermedades y un retraso en el crecimiento (Bergner 1970).

El cobre se encuentra en estrecha relación con el empleo del hierro. Si falta cobre, aparecen síntomas de anemia carencial de Fe , ya que es necesario para la síntesis de hemoglobina junto con un número de otros factores, aunque el cobre no está presente en la hemoglobina.

En vista de la función de 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 hemoglobina sanguínea, pero d) su dispersión en unidades más pequeñas, ya que la microcitosis aparece eventualmente en todas las especies (Abrams 1975).

Un exceso de hierro tiene un efecto depresivo sobre la asimilación del fósforo porque forma un fosfato insoluble (Cunha 1975).

2.2 Necesidades de Hierro del Cerdo.

Se tienen muchas pruebas que indican que la anemia por deficiencia de hierro sigue ocurriendo frecuentemente en los lechones jóvenes, a pesar de que se sabe cómo evitarla. El lechón recién nacido tiene aproximadamente de 40 a 50 mg. de hierro en los tejidos de su cuerpo. Esta cantidad de hierro le durará de una semana a 10 días.

La anemia ferropénica se presenta sobre todo en los lechones de 2 - 4 semanas de edad, cuando los animales no tienen ninguna posibilidad de salir al exterior y el aporte de hierro que reciben no es suficiente. En la aparición de esta anemia intervienen diversos factores:

a) Las reservas relativamente bajas de hierro de los lechones en el momento de nacer, que ascienden a 36 mg. de los cuales 16 mg. forman parte de la hemoglobina y 8 mg. están en los depósitos del hígado. A causa del rápido desarrollo del animal son necesarios, en las tres primeras semanas de vida, de 300 a 350 mg. de hierro.

b) El rápido engorde de los lechones, que en unos 6 días doblan el peso del nacimiento; este enorme crecimiento lleva consigo una síntesis intensiva de hemoglobina y otras sustancias que contienen hierro (mioglobina, citocromo) (Juergenson, Corr 1974).

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 grs. por 100 ml. de sangre (Fig. No.2)

A partir de este momento sube gradualmente hasta volver a los 11 grs. a los seis meses (Coffin, 1953).

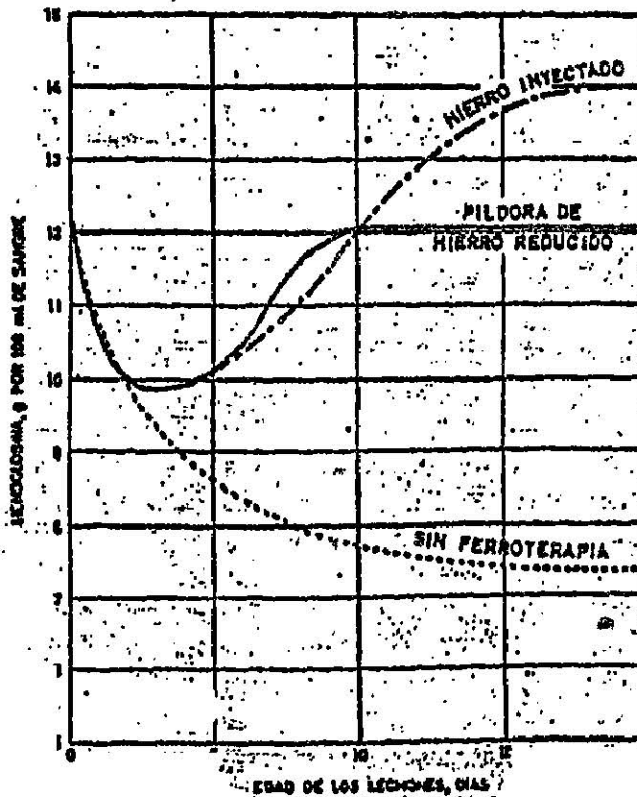


Fig. No.2 Influencia del tratamiento ferruginoso sobre el valor de hemoglobina de cerdos recién nacidos (Hubbard y otros, 1952).

El requerimiento mínimo de hierro en los cerdos adultos proporcionado en los alimentos es de 80 mg/kg. de alimento; 8 mg/cerdo de 5 kg. de peso (Cramton y Harris, 1974). Para cerdos de engorda es aproximadamente de 30 a 40 mg. por animal y por día, en cuanto a los cerdos lactantes, se ha visto que requieren de 40 a 60 mg. de hierro al día (Kolb, 1976).

El lechón presentará anemia entre tres y seis semanas después del nacimiento, en caso de que no tenga acceso a la tierra o no reciba suplemento de hierro (Nussbag, 1967). Los lechones requieren de 7 mg. por día, para producir adecuados niveles de hemoglobina en su organismo. En tanto que la leche de la cerda suministra solo 1 mg. por día aproximadamente (Venn et al: 1947 citado por Duker, 1973). La transferencia de hierro a la leche es muy escasa por lo que una dieta rica en hierro no aumenta apreciablemente su concentración en la leche, por lo que las deficiencias de hierro es corriente en el cerdito recién nacido al no ser adecuada la transferencia por placenta y mama (Pond y Maner, 1976).

La presencia de hierro en el plasma del lechón durante los primeros días de vida, está 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. Esta ingestión les provoca anemia fisiológica debido a la hemodilución por incremento del volumen plasmático. Esto acarrea incremento en la actividad eritropoyética en el neonato y en consecuencia el hierro plasmático parece ser liberado por el hígado bajo la influencia de las enzimas mencionadas; sin embargo alrededor de los tres días después de nacido las reservas de hierro se empiezan a agotar y los niveles de las enzimas a disminuir, presentandose con frecuencia la anemia si el lechón no recibe aportes extras de este mineral. Existen otros aspectos que hacen susceptibles al feto ó neonato, a presentar anemia, tal es el caso de la ruptura del cordón umbilical o de la placenta, debido a la hemorragia que se produce (Damenberg et, al 1968 y Escamilla 1975).

El hierro procedente de una determinada fuente se absorbe mejor cuando las necesidades del organismo son superiores a los suministros alimenticios. La capacidad del organismo para absorber el hierro depende así mismo de la forma química o combinación que presenta el hierro ingerido, de las condiciones del tubo gastrointestinal y de las cantidades y proporciones que presenta la dieta en otros componentes (Underwood, 1968).

La anemia de los cerditos suele recibir la denominación popular de "ronquido" a causa de la respiración, trabajosa y espasmódica, que caracteriza a ésta enfermedad. Suele manifestarse entre las 2 y 4 semanas después del nacimiento, en cuyo momento el contenido en hemoglobina de la sangre ha descendido hasta niveles tan reducidos como son 3 a 4 grs. por 100 cc.

Muere una buena proporción de las camadas afectadas, aunque, aquellos cerditos que sobreviven, comienzan a mostrar una lenta recuperación espontánea entre las 6 y 7 semanas de edad, momento en que han comenzado a consumir normalmente cantidades significativas del alimento de la cerda y empiezan a consumir forraje que les permite las condiciones de alojamiento. Los cerditos anémicos son indiferentes y blanduchos; su aspecto; su piel es rugosa, áspera y con aspecto enfermizo. La cabeza y espaldas suelen presentar un aspecto tumefacto y edematoso. El examen post-mortem muestra un corazón dilatado, con exceso de líquido pericárdico y pulmones edematosos (Seamer, 1956 citado por Underwood, 1968).

Las consecuencias económicas, negativas que se producen por la anemia son extraordinarias: deficiente desarrollo en los lechones, considerable sensibilidad para contraer enfermedades infecciosas, debilidad general y muertes. La anemia ferropénica puede ser evitada eficazmente por medio de medidas profilácticas adecuadas. La puesta en práctica de estas medidas constituye la piedra angular en cría de lechones, a la vista de los conocimientos actuales.

La anemia se diagnostica especialmente fijándose en la palidez de la piel de los animales por simple observación a la luz del día. Por medio de la autopsia de los animales muertos, tampoco hay dificultades (Berhrens-Tichter, 1971).

2.3 Disponibilidad de diferentes formas químicas del hierro.

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

El hierro oral debe ser administrado en una variedad de formas desde líquidas hasta proporciones sólidas. Para asegurar un consumo diario para todos los cerdos, es importante tener una preparación que sea palatable y rápidamente consumida.

La forma química del hierro es importante, como se muestra en la Tabla 1. El óxido férrico 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.

El sulfato ferroso es la forma más comúnmente usada. La forma monohidrato de Sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot H_2O$) tienen propiedades físicas que lo hacen conveniente para mezclarlo con otros ingredientes dietéticos y el hierro está igualmente disponible para el cerdo como lo está de la forma heptohidrato ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) (Miller, 1978). Un lechón requiere a diario de 15 a 20 mg. de hierro 1gr. de hierro (Fe) está contenido en 5gr. de Sulfato ferroso ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$).

El Dr. J.A. Froseth y otros investigadores de Purdue efectuaron recientemente la comparación del fumarato ferroso con el Sulfato ferroso en una ración, a la que solo tenían acceso los cerditos, consumiendo desde el nacimiento hasta las tres semanas de edad, los cerditos que consumieron Sulfato ferroso eran ligeramente más pesados (10 Kg frente a 9) y su tasa de hemoglobina fue superior (11.4 frente a 9.7) cuando alcanzaron las tres semanas de edad por consiguiente, el Sulfato ferroso parece ser al menos, tan bueno como el fumarato ferroso y su costo es considerablemente inferior (Cunha, 1968).

TABLA 1

DISPONIBILIDAD DE HIERRO DE DIFERENTES FORMAS QUÍMICAS (A)		
EN EXISTENCIA	POCA EXISTENCIA	INEXISTENTE
- Sulfato ferroso (1, 2 o 7 hid.)	- Carbonato ferroso	- Oxido ferrico
- Sulfato de amonio ferroso.	- Hierro ácido	
- Cloruro ferroso	- Pirofosfa ferrico	
- Fumarato ferroso	- Ortofosfa ferrico	
- Gluconato ferroso		
- Citrato de amonio ferrico		
- Clorido ferrico		
- Glicerofosfato ferrico		
- Citrato ferrico li a		
- Sulfato ferrico		

(A) Como se j ogo de un nuwer de estudi s og en cerdos pollos y ratas.

2.3.1 Hierro Dextran

Estudios recientes han demostrado que el hierro dextran podrá ser administrado oralmente dentro de las primeras 12 horas de vida con una utilización efectiva de hierro para la síntesis de la hemoglobina, como la dada en forma parenteral ; 200 mg. de hierro en forma de hierro polimatoso dado oralmente antes de las 12 horas de nacidos fué utilizado con efectividad.

Una sola dosis de tartarato de hierro (150 mg:Fe) a los 3 días de edad mantuvieron un nivel adecuado de hemoglobina a través de 3 semanas de edad de cerdos lactantes.

Administración parenteral: numerosos estudios han demostrado la efectividad de una sola inyección intramuscular de 100 a 200 mg. de hierro del hierro-dextran en prevenir la anemia en los cerdos lactantes.

Más del 90% del hierro de una sola inyección de hierro - Dextran (100mg. Fe) puesta en los primeros días de vida es utilizada por el cerdo lactante para la síntesis de hemoglobina (Miller, 1978).

2.4 Efectos negativos del hierro en el lechón.

La administración oral y parenteral de hierro para la prevención o el tratamiento de la anemia a resultado a veces en una mortalidad significativa dentro de ciertas lechigadas.

La mortalidad usualmente ocurre dentro de las tres a 12 horas después de la administración de hierro, pero puede tardarse hasta 3 días, los signos clínicos quizá no sean observados, pero cuando se notan, incluyen apatía, mareo, diarrea y coma

Los hallazgos en la autopsia son: edema alrededor y extendiéndose del lugar de la inyección, palidez de los músculos esqueléticos, riñones inflamados, hemorragia hepícardial, hidropericardio, hidrotorax y necrosis del hígado. Microscópicamente, existe severa degeneración de músculos y necrosis.

El ion de amonio puede contribuir al incremento de la mortalidad, cuando se les da citrato de amonio férrico parenteral u oralmente al cerdo recién nacido (Miller, 1973).

La dosis tóxica de hierro oral de Sulfato ferroso es de 0.6 gr/Kg. de peso del cuerpo en cerdos de 3 a 10 días de nacidos. Los signos clínicos de toxicidad se observaron de una a tres horas después de que se les administró. Estos signos incluyen incoordinación, temblor, hiperpnea, y convulsiones tetánicas. algunos cerdos desarrollan parálisis posterior y todos ellos tienen diarrea profusa.

Histopatológicamente, había edema en la pared del estómago y necrosis extensa de la mucosa. Se ha postulado que el daño de la mucosa intestinal conduce al shock o permite que un nivel tóxico de plasma suelte hierro sin límite para ser absorbido (Furugouri, 1972).

La capacidad de sujeción del plasma de hierro también excede rápido cuando se inyecta 500 mg. de hierro de Sulfato ferroso por kilo de peso del cuerpo intramuscularmente, resultando rápidamente en daños musculares y muerte. Las inyecciones masivas de hierro dextran podrán ponerse intramuscularmente sin incidentes, porque el hierro es llevado en el plasma y limita el dextran y no es destructivo para los músculos, mientras no estén desprotegidos contra la piroxidación lípida de los músculos (deficiencia de las vitamina E y Se).

La anemia de los cerditos puede prevenirse actualmente por la administración directa de hierro oral o parenteral (Miller 1978).

En los últimos años se han observado muertes en lechones a las pocas horas después de haber aplicado hierro por vía parenteral, también han ocurrido muertes con la aplicación por vía oral.

Se consideran dos causas principales, toxicidad de los preparados de hierro y una sensibilidad específica de algunos lechones o de camadas completas.

La sintomatología se presenta por lo general 4 ó 6 horas después de la inyección, pero puede ser antes. Presentan asfixia inapetencia, temblores musculares, incoordinación, ataques convulsivos, parálisis, delirio y coma. En el sitio de la aplicación la piel toma un tono azul rojizo; en ocasiones hay abscesos. La mortalidad oscila de uno a todos los de la camada.

A la necropsia, la piel se observa de color pálido, excepto en el sitio de la inyección que incluso puede estar negruzco aquí se forma un edema que puede ser circunscrito o al contrario generalizado a toda la pierna hasta el corvejón parte de la otra pierna y hacia adelante, hasta la articulación escápulo-humeral. El edema toma un color pardo o pardo oscuro, excepto en el músculo que al contrario, está pálido y húmedo como carne de pescado. Puede presentarse edema pulmonar, congestión en la cavidad estomacal, hidrotórax o hidropericardio.

Estas causas son más frecuentes en lechones de 3 a 6 días pero puede presentarse en animales de más edad, sea cualquiera su peso.

Los casos de muerte con la aplicación de hierro están en relación causal con la capacidad total de la asimilación de hierro por la sangre, debido a las bajas cantidades de transferrin (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 transferrin en la sangre puede ser de origen genético.

El Doctor Behrens (Hannover, Alemania), considera que la proteína de hierro ferritín cuyo derivado es la hemosiderina (se almacena en el hígado, bazo, médula ósea, intestino delgado), tienen que ver con el problema, en la intoxicación de hierro se vierten al torrente circulatorio cantidades excesivas de ferritín que al producir colapso circulatorio (acción bazo-depresora) agravaría el cuadro de la intoxicación aguda de hierro

Los investigadores alemanes concluyen, 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 habría que cambiar a otra marca (Flores, Agraz 1978.)

2.5 Administración Intramuscular.

Hace unos dieciocho años (1960), aparecieron en el mercado preparados inyectables, que, aplicados en inyección intramuscular de 2 c.c. entre la 1a. y 2a. semana de vida, no solo impide la presentación de la anemia sino además, los animales tratados tienen un crecimiento más violento y presentan menos problemas hasta llegar al destete. El uso de estos preparados es frecuentemente indispensable en toda explotación porcina, particularmente las sujetas al sistema de estabulación (Flores, Agraz, 1978).

Según Miller (1978) la administración parenteral de hierro dextran es la forma mas eficiente para prevenir la anemia en los cerditos; más sin embargo se ha observado que este tipo de administración de hierro requiere especial cuidado con las prácticas de higiene al someterse a los cerditos a este manejo. Se ha recomendado la desinfección completa de agujas al aplicar una inyección el uso de aguja por animal, sin embargo, en grandes explotaciones o en las muy pequeñas esto no se realiza; en las primeras por resultar un poco práctico y en las segundas por no justificarse a los ojos del productor la compra de tantas agujas (Cuaron, Shimada 1979).

Ha habido varios reportes concernientes a que la inyección de hierro dañaba el flanco o jamón del cerdo. Behrens (1958) fué el primero en reportar envenenamiento en los cerdos por inyección de hierro. Taylor (1964) notó definitivamente decoloraciones en jamones frescos, posiblemente debido al hierro. En 1968 Skelley, Handlin y Leslie, iniciaron un estudio para determinar la influencia de la inyección de hierro sobre el jamón en el lechón y en el cerdo adulto y la aceptación de éste por el consumidor y encontraron que la inyección de hierro en lechones de 3 días de edad causa muy poco daño en el jamón, y que en jamones inyectados a los 45, 55 o 65 Kg. de peso vivo exhibieron dos tonos de color rojizo en el sitio de inyección y un aspecto blanco.

Recientemente la compañía Norwich Eaton sacó al mercado un nuevo producto llamado Ferritón hecho a base de hierro dextran para el tratamiento y prevención de la anemia causada por una deficiencia de hierro. En Ferritón el hierro no está presente en una forma iónica, sin embargo es estable en contacto con la proteína muscular y plasmática.

Después de una inyección intramuscular de ferritón el hierro comienza a ser absorbido de primera intención por vía del sistema linfático. En los lechones la absorción es particularmente rápida. Exámenes histológicos en el sitio de la inyección, en cerdos que han recibido 2 ml. de ferritón, han demostrado cantidades insignificantes de hierro retenido 24 a 48 horas después de la aplicación. Análisis químicos del músculo y piel de la pierna inyectada indican que el 98% de la dosis de ferritón fué absorbida y no hubo evidencia de alguna mancha en el sitio de la aplicación.

Estudios en trazas radioactivas usando ferritón demostraron que las concentraciones séricas de hierro se incrementan rápidamente alcanzando un máximo de 27 mg. de hierro/ 100 ml. a las 16 horas después de una inyección intramuscular. El valor normal de hierro sérico del lechón es de 60-120 mg./ 100 ml., la mayoría del hierro dextrán circulante es eliminado del plasma en 48 horas, pasando a los depósitos de reserva.

Muestras de médula ósea procedentes de la tibia del lechón 24 horas después de haber inyectado 2 ml. de ferritón, mostraron grandes cantidades de hierro presente en la médula. Análisis radioquímicos de glóbulos rojos de lechones demuestran que del 76 al 90% de la dosis inyectada (200 mg) es incorporada a la hemoglobina de los glóbulos rojos durante los primeros días después de la inyección. El hierro absorbido se encuentra por lo tanto completamente disponible para la síntesis de la hemoglobina y depósitos de reserva del hierro.

A diferencia de otros muchos hierros quelatados, ninguna de las aplicaciones de ferritón se pierde por vía urinaria.

Una investigación comparativa con otros hierros inyectables usados en América, Gran Bretaña, Holanda y Suiza, demostraron que permaneció hierro residual cerca del sitio de inyección después de 7 días, variando entre el 27 y 79% (Nota técnica veterinaria "Deficiencia de hierro en lechones", publicada por la Cía. Norwich Eaton 1987).

2.6 Administración Oral.

La rapidéz de aplicación de hierro es aproximadamente la misma inyectada u oral, aunque en la aplicación

intramuscular la dosis exacta es más segura, dado que algunos lechones la devuelven o arrojan cuando se aplica oralmente, aunque esto puede prevenirse por la habilidad del operador. El entrenamiento para la aplicación de hierro por vía oral es definitivamente más sencillo.

El uso del hierro oral previene la formación de abscesos u otros problemas similares ocasionadas por deficiencias en las prácticas de higiene al aplicar la inyección, así como el gasto en agujas hipodérmicas, favoreciéndose además para facilitar su aplicación de parte de individuos cuya preparación técnica sea mínima (Cuaron, Shimada 1979).

MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización de la prueba.

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja porcina Ana Margarita ubicada en el Kilómetro 2.5 de la carretera a la hierbabuena en el municipio de Montemorelos, N.L.

3.2 Materiales.

Se emplearon 12 cerdas híbridas con sus camadas, con un total de 88 lechones, además se utilizaron:

- Jeringa dosificadora
- Aguja hipodérmica
- Pajillas flexibles
- Hierro Dextrán
- Azul de Metileno
- Báscula
- Centrifuga para micro-hematocrito
- Escala de lectura (regla)
- Tubos capilares
- Caja protectora de los tubos capilares
- Plastilina
- Lancetas
- Pinzas para descolmillar
- Muescador

3.3 Métodos.

A cada una de las camadas se les aplicó hierro dextrán al tercer día de nacidos de la manera siguiente:

A la mitad de la camada se le aplicó 1 c.c. de hierro / lechón en forma oral y a la otra mitad 1 c.c. / lechón en forma inyectada. Posteriormente a la mitad de los lechones que se les había aplicado hierro en forma oral se les dió otra aplicación de 1 c.c. de hierro / lechón 15 días después de la primera aplicación. Lo mismo ocurrió para los tratados en forma inyectada.

Se castraron a los 21 días de edad.

Se les puso iniciador a los 7 días de edad.

Se destetó a los 31 días de edad.

Se obtuvieron los pesos al 3er. día de edad y el peso al destete.

Se midió el % de hematocrito por el método de microhematocrito que consiste en:

Se emplea una centrifuga de hematocrito internacional que emplea tubos capilares mayores; es decir: 75 X 1.0 mm. Se ha dicho que tubos más largos necesitan un periodo de centrifugación más prolongado para obtener la aglomeración completa de los glóbulos rojos y que los diámetros mayores puedan tener calibre interior poco uniforme.

El término hematocrito significa separación de la sangre. Por centrifugación, la sangre se separa en 3 capas bien claras a saber: a) la masa eritrocítica en el fondo denominado volumen globular o V.G. b) una capa blanca o gris de leucocitos y trombocitos situada inmediatamente por encima de la masa de glóbulos rojos y se denomina capa anteada o costra flagística; c) plasma sanguíneo. Por este procedimiento se mide el paquete de glóbulos rojos comparándola con los restantes constituyentes sanguíneos. Normalmente el volumen de eritrocitos está en proporción directa con el número de los mismos y con la cantidad de hemoglobina. Por ello esta prueba proporciona la misma información que la cuenta de eritrocitos o la determinación de hemoglobina; en ciertas anemias esta interrelación cambia, siendo necesario correlacionar los datos del hematocrito del número de eritrocitos y de la determinación de hemoglobina con el fin de poder precisar la etiología.

El volumen globular (V.G.) depende del tamaño y número 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% excepto en casos de enfermedad en que hay defectuosa utilización de hierro. Para los fines prácticos de establecer un valor normal del volumen en cualquier especie de animal doméstico, los valores normales aprobados de la hemoglobina deben ser multiplicados por 3.

El volumen globular (V.G.) medio de los cerdos al nacer puede ser de 36 - 37, %; al décimo día de vida el V.G. se aproxima a 24 - 26% y este va seguido por un rápido aumento para alcanzar y superar el nivel del nacimiento en las 2 semanas siguientes. Un nuevo aumento en el V.G. puede producirse a medida que el cerdo crece. Los cerdos al destete (30-35 días) tienen en promedio de 33 a 40% de V.G. El intervalo normal del adulto es de 30 a 47%, con un promedio de 40 a 42 % (Schalm 1964)

El tubo para el microhematocrito se llena de sangre por atracción capilar a una altura de cuando menos 2.5 cm. y el extremo opuesto se cierra mediante aplicación de calor o con un tapón de arcilla o plastilina. Se hace la centrifugación a 11000 r.p.m. durante 5 minutos. Posteriormente se mide el V.G. en una escala de lectura y se saca el porcentaje de heritrocitos.

En métodos estadísticos se utilizó el modelo.

$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$ del diseño de bloque al azar donde.
 Y_{ij} = Variable dependiente, aumento de peso diario, % de hematocrito.
 T_i = Efecto de i ésimo tratamiento ($i = 1, 2, 3, 4,$)
 B_j = Efecto del j ésimo bloque ($j = 1, 2, 3, 4, \dots, 12$)
 E_{ij} = Error experimental $N \sim (0, \quad)$

La unidad experimental fué un lechón.

Los pesos se tomaron:

- 1a. Al 3er. día
- 2a. Al destete 31 días

Las muestras de sangre se tomaron:

- 1a. Al destete 31 días.

Para el análisis de covarianza se utiliza el modelo de bloques al azar con covarianza donde:

$Y_{ij} = M + T_i + R_j = b(X_{ij} - x_{..}) + E_{ij}$
 Y_{ij} = Variable dependiente ganancia de peso
 M = Media general
 T_i = Efecto del i ésimo tratamiento ($i=1, 2, 3, 4$)
 R_j = Efecto del j ésimo bloque ($j=1, 2, 3, \dots, 12$)
 B = Coeficiente de regresión
 X_{ij} = Variable independiente o covariable (peso inicial)
 E_{ij} = Al error experimental

Los tratamientos que se probaron en lechones de las marranas fueron:

- T1 = A la mitad de la camada se le aplicó 1 c.c. de hierro/lechón en forma oral. al 3er. día de nacido
- T2 = A la mitad de los lechones que recibieron hierro en forma oral se les repitió la dosis 15 días después
- T3 = A la mitad de la camada se les aplicó 1 cc de hierro/lechón en forma inyectada

T4 = A la mitad de los lechones que recibieron hierro en forma inyectada se les repitió la dosis, 15 días después.

3.4 Manejo

La suplementación parenteral de hierro dextran se hizo en el muslo del lechón con una jeringa dosificadora y una aguja del # 20 de 1/2 pulgada.

La suplementación oral de hierro dextran se hizo directamente al hocico del lechón con una jeringa dosificadora y una pajilla de plástico flexible, de aproximadamente 5 cm. de largo.

Los lechones se identificaron, descolmillaron y se pesaron el día de la primera aplicación de hierro.

Se les puso alimento preiniciador a los 7 días de nacido, y los machos se castraron a los 21 días.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas para su-mejor interpretaci3n.

TABLA # 2

Análisis de varianza para pesos al 3er. día de los lechones a los cuales se les suplementó hierro oral e inyectado en una y dos dosis-

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F.TEORICA
					.05 .01
TRATAMIENTO	3	.28964856	.09654952	2.36	2.89 4.44
BLOCK	11	2.74696023	.24972365	6.12**	2.09 2.84
ERROR	33	1.34712269	.040821899		
TOTAL	47	4.38373148			
C.V. = 12.08 %					

Como podemos observar no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento # 1 obtuvo en promedio un mayor peso inicial que el resto de los tratamientos.

Tratamiento

- 1: 1 c.c. oral.....1.797 Kg.
- 2: 2 c.c. oral.....1.593 Kg.
- 3: 1 c.c. inyectado....1.625 Kg.
- 4: 2 c.c. inyectado....1.6721 Kg.

Cada lech3n que se le suministró hierro oral en una dosis pesó 204 grs. más que el tratamiento 2; 172 grs. más que el tratamiento 3 y 126 grs. más que el tratamiento 4.

Como se puede observar existe una diferencia altamente significativa entre los bloques, debido principalmente a que algunas cerdas tienen lechigadas mucho más pesadas que otras, y esto depende principalmente de la edad de la cerda, del número de partos etc. Aunque puede deberse a factores ambientales, este factor se descarta ya que todas las cerdas de este trabajo estuvieron bajo el mismo sistema de alimentación y manejo.

TABLA # 3

Análisis de varianza para peso al destete (31 días de edad) de los lechones a los cuales se les suplementó hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CALC.	F. TEORICA
					.05 .01
TRATAMIENTO	3	1.916573	.638857	.72	2.89 4.44
BLOQUES	11	53.823639	4.893058	5.57**	2.09 2.84
ERROR	33	28.984558	.878319		
TOTAL	47	84.724771			
					C.V. = 11.41%

Como podemos observar no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento # 4 obtuvo en promedio un mayor peso inicial que el resto de los tratamientos.

Tratamiento

1:	1 c.c. oral.....	8.172 Kg.
2:	2 c.c. oral.....	8.028 Kg.
3:	1 c.c. inyectado...	8.082 Kg.
4:	2 c.c. inyectado...	8.540 Kg.

Cada lechón que se le suministró hierro en forma inyectada en dos dosis pesaron 368 grs. más que los lechones del tratamiento 1; 512 grs. más que el tratamiento 2 y 458 grs. más que el tratamiento 3.

Como podemos observar existe una diferencia altamente significativa entre los bloques, debido principalmente a que las cerdas que tienen lechigadas más pesadas al nacimiento también tienen lechigadas más pesadas al destete.

TABLA # 4

Análisis de varianza para los aumentos diarios de peso de los lechones suplementados con hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F. TEORICA	
					.05	.01
TRATAMIENTO	3	1783.21	594.40	.612	2.89	4.44
BLOQUES	11	69922.35	6356.57	6.54**	2.09	2.84
ERROR	33	32031.91	970.66			
TOTAL	47	103737.48				
					C.V. = 13.40%	

Como podemos observar no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Los lechones que fueron suplementados con hierro inyectado en dos dosis tuvieron en promedio un mayor aumento de peso diario que el resto de los tratamientos.

Tratamiento

1:	1 c.c. oral.....	227.4 grs.
2:	2 c.c. oral.....	229 grs.
3:	1 c.c. inyectado...	230.6 grs.
4:	2 c.c. inyectado...	242.9 grs.

El tratamiento # 4 tuvo en promedio 12.3 grs. más diarios que el tratamiento 3; 13.9 grs. más que el tratamiento 2 y 15.5 grs. más que el tratamiento 1.

Como podemos observar en la tabla anterior existe una diferencia altamente significativa entre los bloques. Esto se debe principalmente a que las lechigadas que son más pesadas al nacimiento, tienen en promedio un mayor aumento diario de peso.

TABLA # 5

Análisis de varianza para el porcentaje de hematocrito de los lechones a los cuales se les suplementó hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.CALC.	F.TEDRICA	
					.05	.01
TRATAMIENTO	3	109.786	36.59	7.34**	3.01	4.72
BLOQUES	8	80.069	10.00	2.00	2.36	3.36
ERROR	24	119.608	4.98			
TOTAL	35	309.463				

C.V. = 10.76%

Nota: estos valores son tomados de la tabla # 11

Como podemos observar existe una diferencia altamente significativa ($P \ll .01$) entre los tratamientos.

Para poder detectar cual de los 4 tratamientos resultó ser el mejor se procedió a desarrollar la comparación de promedios de los tratamientos usando la prueba "Tukey" cuyas conclusiones se muestran a continuación.

El rango mínimo estudentizado (R.M.E.) es de 3.78

Tratamiento	\bar{Y}
4: 2 c.c. inyectado.....	38.33 a
2: 2 c.c. oral.....	32.66 b
3: 1 c.c. inyectado.....	32.00 b
1: 1 c.c. oral.....	30.88 b

Literales diferentes indican diferencia estadística entre los tratamientos.

Literales iguales indican que no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

El tratamiento # 4 consistió en dos aplicaciones de hierro dextran de 1 c.c. c/u, una al 3er. día de edad y la 2a. 15 días después de la primera, y tuvo 5.67 % más de V.G. que el tratamiento 2; 6.33 % más de V.G. que el tratamiento 3 y 7.45 % más que el tratamiento 1.

De igual manera podemos observar en la tabla anterior que no se encontró diferencia significativa entre los bloques. Esto debido quizás a que al sumar el porcentaje de hematocrito de cada bloque daban al total un promedio igual para cada bloque.

Como al efectuar un análisis de varianza (ANVA) no se detectó diferencia significativa entre los efectos medios de los tratamientos, pero las observaciones se ven afectadas por la presencia de un factor que puede ser cuantificado (peso inicial), entonces se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA). Esto con el fón de incrementar la precisión de la comparación de los efectos medios de los tratamientos, ya que es posible reducir los errores experimentales.

TABLA # 6

Análisis de covarianza para peso inicial y ganancia de peso de los lechones a los cuales se les suplementó hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

F.V.	G.L.	S.C. debidos a la regreción.		Desv. resp. regrecion G.L. C.M		
BLOQUES	11	2.7469	0.2941	48.9228		
TRATS.	3	0.2896	0.1788	1.3436		
ERROR	33	1.3471	0.7700	20.6306	20.1903	32 .63
T + E	36	1.6367	0.9489	21.9742	21.4240	35
Diferencia para probar entre medias de tratamientos ajustados.....				1.2336	3	.41

Las hipótesis que se prueban son las siguientes:

$$H_0 : B = 0 \quad H_1 : B \neq 0$$

Debido a que B no fué significativamente diferente de cero se concluye que los pesos iniciales no estuvieron relacionados con las ganancias de peso que los lechones tuvieron al final de la prueba.

Los resultados del análisis de covarianza anterior para ganancia de peso, nos indican que la F calculada para tratamientos es menor que la F tabulada y se concluye que no existe diferencias significativas entre el efecto promedio de los tratamientos con un α de .05.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

El presente trabajo se realizó con el fin de proporcionar a Profesionistas y Porcicultores herramientas de orientación que los lleven a tomar decisiones más acertadas en el uso y aplicación de hierro en lechones.

Este trabajo se resume en los siguientes puntos:

- 1.- En el peso inicial a los 3 días de edad no hubo diferencia estadística significativa entre los 4 tratamientos.
- 2.- En el peso final al destete (31 días de edad). No hubo diferencia estadística significativa entre los 4 tratamientos.
- 3.- En los aumentos de peso diario tampoco se encontró una diferencia estadística significativa.
- 4.- Los lechones que al tercer día se trataron con suplementación oral de hierro en una dosis de 1 c.c. resultaron con un peso superior en promedio que el resto de los tratamientos en el peso inicial (ver apéndice).
- 5.- Los lechones que al tercer día se trataron con suplementación parenteral de hierro en una dosis de 1 c.c. y que a los 15 días se repitió la dosis tuvieron en promedio un peso al destete superior que el resto de los tratamientos. Lo mismo ocurrió para los aumentos de peso diario del mismo tratamiento (ver apéndice).
- 6.- En el porcentaje del hematocrito al destete hubo una diferencia estadística significativa ($P \leq a .01$) para el tratamiento de hierro inyectado en dos dosis.

5.2 Recomendaciones.

Se recomienda la aplicación de hierro en forma inyectada debido a que es más efectiva en cuanto a la absorción de hierro por parte del lechón. Debido a esto se tiene un porcentaje mayor de hematocrito.

Pero en base a los resultados aquí obtenidos en los cuales no se encontró diferencia significativa en cuanto a los aumentos de peso diario así como en los pesos al destete, entre los cuatro tratamientos aplicados, se deja a criterio de la persona interesada el método de aplicación de hierro que le sea más conveniente.

Por lo anterior expuesto, se sugiere efectuar posteriores experimentos que confirmen y validen los resultados obtenidos.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en una granja porcina ubicada en el Km. 2 1/2 carretera a la Hierbabuena Mpo. de Montemorelos N.L.

En éste estudio se trató de evaluar que tipo de suplementación de hierro es más efectiva en los aumentos de peso de los lechones así como en el % de hematocrito. Para este se suplementó el hierro en forma oral e inyectado en una y dos dosis.

A la mitad de la camada se le aplicó 1 c.c. de hierro/lechón en forma oral y a la otra mitad 1 c.c./lechón en forma inyectada. Posteriormente a la mitad de los lechones que se les había aplicado hierro en forma oral se les dió otra aplicación de 1 c.c. de hierro/lechón 15 días después de la primera aplicación. Lo mismo ocurrió para los tratados en forma inyectada.

En métodos estadísticos se utilizó el diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos: oral e inyectado en una y dos dosis. El número de repeticiones fué el número de camadas.

Con el fin de aumentar la precisión del experimento se utilizó un modelo de bloques al azar con covarianza.

En los análisis de varianza para el peso inicial y peso final 3 y 31 días respectivamente no hubo diferencia estadística significativa, así como para los aumentos de peso diarios.

En el análisis de varianza para el % de hematocrito hubo una diferencia altamente significativa ($P < a .01$) el tratamiento en el cual se utilizó hierro intramuscular en dos dosis.

En el análisis de covarianza no se encontró relación entre el peso inicial y la ganancia de peso al final de la prueba, así como tampoco se encontró diferencia significativa entre los cuatro tratamientos y la ganancia de peso.

Todos los lechones fueron identificados y descolmillados así como pesados al 3er. día de edad, se observó periódicamente la incidencia de diarreas y se les controló.

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

- 1.- Abrams, John T. 1965. Nutrición animal y dietética veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza. España p.p. 199, 200, 695, 696
- 2.- Behrens-Tichter. 1971. Nociones de patología porcina. Editorial Acribia, Zaragoza España. p.p. 33 - 35
- 3.- Bergner, Hans. 1970. Elementos de nutrición animal. Editorial Acribia, Zaragoza España. p.p. 68 - 69
- 4.- Cramton. E.W; Harris L.E. 1974. Nutrición animal aplicada Editorial Acribia, Zaragoza España. p.p. 187
- 5.- Coffin, David. 1966. Laboratorio clínico en medicina veterinaria. La Prensa Médica. p.p. 172 - 174
- 6.- Cuaron, I. José; Shimada Armando. 1979. Revisión de las prácticas de descolmillado y aplicación de hierro dextrano en lechones. Revista Porcira, Año 6, Vol. VI No. 65 p.p. 5 - 10
- 7.- Cunha, T.J. 1975. Recientes avances en nutrición del cerdo Editorial Acribia, Zaragoza España. p.p. 24, 25
- 8.- Damenberg, H.D. y WESH W.D. 1968. Enfermedades del cerdo Editorial Acribia, Zaragoza España p.p. 51 - 56
- 9.- Daykin, P.W. 1973 Farmacología y terapéutica veterinaria Compañía Editorial Continental S.A. México. p.p. 229- 235
- 10.- Dukes, H.H. 1973 Fisiología de los animales domésticos. Editorial Aguilar, S.A. 3a. Edición p.p. 616 - 656
- 11.- Dunne, H.W. 1967 Enfermedades del cerdo. 2a. Edición, Editorial U.T.E.H.A, México. pag. 876

- 12.-Escamilla, L.A. 1975. Enfermedades de los animales de granja y domésticos Editorial Continental México
p.p. 142 - 143
- 13.-Esminger M.E. 1970 Producción porcina 4a. Edición, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina.
p.p. 121 - 131
- 14.-Flores M. J.A; Argaz, A.A. 1985 Ganado porcino 3a. Edición, Editorial LIMUSA. México
p.p. 487 - 488, 573 - 574
- 15.-Furugouri K. 1972 Effect of elevated dietary levels of iron on iron store in liver, some blood constituents and phosphorus deficiency in young swine.. Journal of animal science Vol. 34 No.4 p.p. 573 - 577
- 16.- Harfer, E.S.E; Dyer, I.A. 1972 Desarrollo y nutrición animal Editorial Acriba, Zaragoza España.
p.p. 385 - 397
- 17.-Juergenson Elwood M.; Corr, G.C. 1974 Prácticas aprobadas para la producción porcina, Herrero Hermanos Sucesores, S.A.
p.p. 221 - 222
- 18.-Kolb, E. 1978 Fisiología veterinaria. Editorial Acriba. Zaragoza España
p.p. 148 - 149
- 9.-Miller, E.R. 1978 Que papel juega el hierro? Ganado Porcino Vol. I No. 4
p.p. 63 - 70
- 20.-Nusshag W Anatomía y Fisiología de los animales domésticos Editorial Acriba, 1967
p.p. 51-53
- 21.- Pond, W.D. Maner, J.H. 1976 Producción de cerdos en climas templados y tropicales, Editorial Acriba, Zaragoza España.
- 22.- Rabanal, M.L.; Rabanal S.G. 1972 Explotación porcina intensiva. Editorial GEA, Barcelona España.
página 56.

- 23.- Schalm, O.W, Dvm, DPh 1964. Hematología Veterinaria Iera. Edición Ed. U.T.E.H.A. p.p. 51-55, 186-192, 238, 256.
- 24.- Sintesis Porcina. 1983 Recomendaciones de raciones y premezclas Vol. 2, No. 12
p.p. 25,38
- 25.-Skelley G.C., Handlin D.L.; Leslie E.E. "Iron in section and ham acceptability",. Journal of animal science, vol. 27, 1968
p.p. 1261-1265
- 26.-Técnica Veterinaria "Deficiencia de hierro en lechones"
Norwich eaton 1987.
- 27.- Underwood,E.F. 1968 Los minerales en la alimentación del ganado. Editorial Acribia, Zaragoza España
p.p. 131 - 146

A P E N D I C E

TABLA # 7

Peso inicial en kilos al 3er. día de edad con sus promedios correspondientes en los efectos de la aplicación de hierro oral e inyectado en una y dosis a lechones.

BLOQUES

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA	Y
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	------	---

TREAT

1	1.967	1.900	1.725	1.975	1.350	2.200	1.900	1.450	2.100	2.000	1.500	1.600	21.567	1.797
2	1.700	1.900	1.55	1.250	1.500	2.350	1.675	1.416	1.425	1.775	1.450	1.150	19.116	1.599
3	1.700	1.775	1.525	1.400	1.325	2.000	1.975	1.250	1.700	1.750	1.600	1.500	19.500	1.625
4	1.700	1.960	1.800	1.150	1.850	2.575	2.000	1.500	1.625	1.625	1.255	1.600	20.060	1.671

SUMA DE BLOQUES	6.967	6.955	6.575	5.775	6.025	9.125	7.550	5.616	6.850	7.150	5.805	5.850	80.249
-----------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Nota.- El peso inicial del tratamiento 1 del Bloque 1 se calculo por el metodo Yates para dato perdido.

TABLA # 8

Peso al destete en kilos (a los 31 dias de edad) con sus promedios correspondientes a los cuales se les suplemento hierro oral e inyectado al 3er. dia de edad.

BLOQUES

TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA TRAT.	Y
1	7.459*	7.850	8.500	10.206	7.192	5.518	10.818	7.258	9.050	9.193	6.666	8.407	98.117	8.175
2	8.200	6.866	7.950	10.422	6.376	8.105	10.774	7.410	6.750	7.689	8.450	7.350	96.342	8.028
3	7.500	7.400	7.700	9.486	8.132	6.822	10.815	7.016	7.230	9.716	8.021	7.148	96.986	8.082
4	6.800	8.600	8.150	10.371	9.140	10.371	10.685	7.261	7.650	7.887	6.962	9.059	102.488	8.540
SUMA DE BLOQUES	29.959	30.716	32.300	40.485	30.840	30.668	43.092	28.945	30.680	34.185	30.099	31.964	393.933	

* NOTA: El peso al destete del tratamiento 1 del bloque 1 se calculo por el metodo de Yates para dato perdido.

TABLA # 9

Aumentos de peso diario en grs. con sus promedios correspondientes de los lechones a los cuales se les suministro hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

B L O C Q U E S

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA	- Y
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	------	--------

TRAT

1	200*	212.5	242	293.5	208	118	318	204	248.7	257	184	243	2728.7	227.4
2	232	191.6	229.5	327.5	174	205.5	324.5	213.6	190	211	24975	200	2748.95	229
3	207	201	220.5	288.5	243	172	315.5	208	197.3	284	229	202	2767.8	230.6
4	182	245.5	227	329	260	273	310	205.6	215	213	188	26625	2914.35	242.9

SUMA DE BLOQUES	821	850.6	919	12385	885	768.5	1268	831.2	851	965	85075	91125	11159.8
-----------------	-----	-------	-----	-------	-----	-------	------	-------	-----	-----	-------	-------	---------

*Nota.- El aumento de peso diario del tratamiento 1 del bloque 1 se calculo por el metodo Yates para dato perdido.

TABLA # 10

% de hematocrito con sus promedios correspondientes tomados a los 31 dias de edad (destete) de los lechones a los cuales se les suministro hierro oral e inyectado en una y dos dosis.

B L O C U E S

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA	Y
--	---	---	---	---	---	---	----	----	----	------	---

TRAT

1	38	29	34	33	30	23	31	36	24	278	30.88
2	28	32	36	34	31	34	33	34	32	294	32.66
3	34	29	39	26	27	28	33	36	36	289	32.00
4	33	41	41	40	37	33	42	42	36	345	38.33

SUMA DE BLOQUES

138	131	150	133	125	118	139	148	128	1205
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Tabla # 11 Debido a que en la tabla # 10 el % de hematocrito tiene una distribución binomial los valores son transformados para que tengan una distribución normal y pueda ser aplicado un análisis de varianza.

B L O Q U E S

4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA DE TRAT.	Y
---	---	---	---	---	---	----	----	----	---------------	---

TRAT

1	38.05	32.58	35.67	35.06	33.21	28.65	33.83	36.86	29.33	303.24	33.63
2	31.94	34.44	36.86	35.66	33.83	35.66	35.06	35.66	34.44	313.55	34.83
3	35.66	32.58	38.64	30.65	31.30	31.94	35.06	36.86	36.86	309.55	34.33
4	35.06	39.81	39.81	39.23	37.46	35.06	40.39	40.39	36.86	344.07	38.22
SUMA DE BLOQUES	140.71	139.41	150.98	140.6	135.8	131.31	144.34	149.77	137.49	1270.41	

