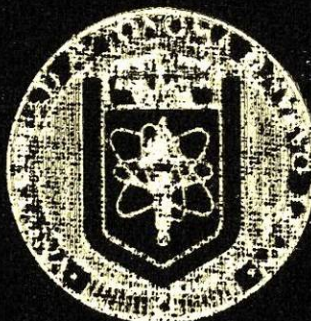


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE DIFERENTES METODOS
DE APLICACION DE HIERRO A LECHONES
EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
JAVIER E. TAMEZ PEÑA

MARIN, N. L.

JULIO 1992

TL

SF096

.No

T35

c.1



1080063287

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



COMPARACION DE DIFERENTES METODOS
DE APLICACION DE HIERRO A LECHONES
EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
JAVIER E. TAMEZ PEÑA

MARIN, N. L.

JULIO 1992

11117E

T/
SF396
.M6
.T35

640.636
FA4
1992
C.5



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Tesis



BURANI RANDEI FILAS
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

**COMPARACION DE DIFERENTES METODOS DE APLICACION
DE HIERRO A LECHONES
EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N.L.**

TESIS

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

PRESENTA

JAVIER E. TAMEZ PEÑA

Marín, N.L.

Julio 1992

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPARACION DE DIFERENTES METODOS DE APLICACION

DE HIERRO A LECHONES

EN EL MUNICIPIO DE MARIN, N.L.

TESIS

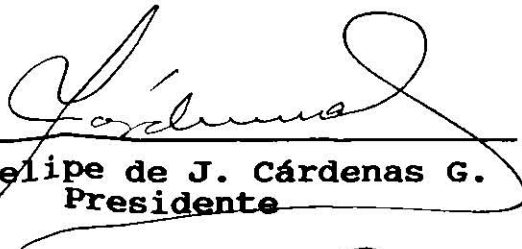
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

JAVIER E. TAMEZ PEÑA

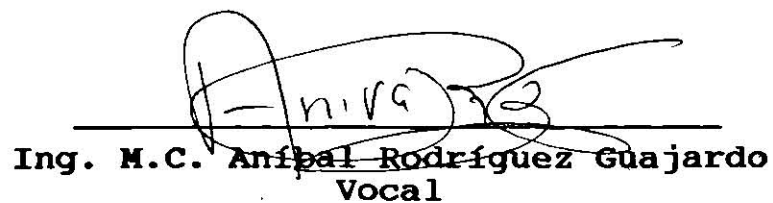
COMISION REVISADORA



M.C. Felipe de J. Cárdenas G.
Presidente



Ph.D. Emilio Olivares Sáenz
Secretario



Ing. M.C. Anibal Rodríguez Guajardo
Vocal

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por su amor y grandeza.

A Mis Padres:

ARQ. José C. Tamez Treviño Y María Aurelia Peña de Tamez,
por permitirme terminar esta carrera y por el apoyo que me
dieron para finalizar este trabajo.

A Mi Novia:

Eliṣa de La Parra Saldívar, por su ayuda y apoyo durante
la carrera y la elaboración de la tesis.

A mis hermanos:

Lucía E. y su esposo Héctor Manuel

José Gerardo

Mónica flor

Juan Bernardo

A Mi Sobrino:

José Manuel

A Mis Abuelos, Tíos y Primos.

A Mis Amigos:

Familia de la Parra Saldívar

Lucrecia, Emilio y Maribel Cruz Prianti

Emma G. Aguilar Guerrero

Blanca E. Ponce García

Elena Molina Hernández

Lidia Verónica Belmares Navarro

José Benito López García

Ricardo García López y Familia

Víctor Manuel García Elizondo

Luis A. Chapa Montero

Delio G. Bigurra Grapín

Familia Bigurra Grapín

A Mi Generación, Febrero de 1987

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. M.C. Felipe de J. Cárdenas G., Por su ayuda y consejos durante la elaboración de la tesis.

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

Al Ing. M.C. Aníbal Rodríguez Guajardo, por su gran amistad y ayuda, antes y después, de acabar la carrera.

A mi Tío José Guadalupe Peña González, por su valioza ayuda en la redacción y ortografía del presente trabajo.

A la Srita. Verónica Belmares por su gran ayuda durante el escrito del presente trabajo.

A los Trabajadores de campo experimental Zootecnia, Marín N.L., Valeriano, Alfredo, Crespo y Raúl.

A todos los Maestros de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Anemia	3
2.1.2. Patogenia	7
2.1.3. Anatomía Patológica	8
2.1.4. Síntomas Clínicos.	8
2.1.5. Diagnósticos de Laboratorio	10
2.1.6. Tratamiento	12
2.1.7. Profilaxis	14
2.2 Hierro	16
2.2.1 Importancia, función y distribución del hie- rro	21
2.2.2 Metabolismo, absorción y almacenamiento de hierro	23
2.2.3 Necesidades y fuentes de hierro	25
2.3 Administración de hierro	32
2.3.1 Tierra	32
2.3.2 Hierro dextran (Inyectado)	34
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 Localización de la prueba	
3.2 Materiales	36
3.3 Diseño experimental	39

	2
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1 Peso a los 21 días	43
4.2 Aumento de peso de los 3 a los 21 días	46
4.3 % Hematócrito	49
4.4 Peso a los 35 días	53
4.5 Aumento de peso de los 21 a los 35 días	56
4.6 Aumento de peso de los 3 - 35 días	59
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1 Conclusiones	63
5.2 Recomendaciones	65
VI. RESUMEN	67
VII. APÉNDICE	70
VIII. BIBLIOGRAFÍA	79

ÍNDICE DE CUADROS GRÁFICAS Y FIGURAS

Cuadro 1 : Contenido Mineral de la leche de cerda e ingesta diaria y necesidades calculadas de estos minerales por un cerdo lactante de 1.5 semanas de edad. .	4
Cuadro 2 : Concentraciones Relativas de Hierro en los tejidos de recién nacidos y adultos de varias especies. .	5
Cuadro 3 : Concentración de hemoglobina y su clasificación de anemia.	11
Cuadro 4 : Influencia de la edad y de la crianza en la hematología de los cerdos Duroc-Jersey. Límite y promedios de una camada de 5 machos y hembras. Cerdos tenidos sobre hormigón hasta los 10 días de edad y luego en tierra ¹	12
Cuadro 5 : Resultados de un experimento en el que se compara la cría de cerdos en locales cerrados y parques.	16
Cuadro 6 : Tratamiento de la anemia de los cerditos mediante la inyección de compuestos de hierro.	20
Cuadro 7 : Fuentes adecuadas de hierro y de manganeso para los cerdos.	31
Cuadro 8 : Componentes de la ración alimenticia para cerdas lactantes, utilizados durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. . .	41

Cuadro 9 :	Componentes de la ración alimenticia para lactantes (Preiniciador), utilizada como fuente de alimento durante el experimento.	42
Cuadro 10 :	Peso promedio de los lechones a los 21 días para cada uno de los tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	44
Cuadro 11 :	Aumento de peso de los 3 a los 21 días de nacidos, para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	45
Cuadro 12 :	% Hematócrito para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	50
Cuadro 13 :	Peso a los 35 días de los 3 tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones	53
Cuadro 14 :	Aumento de Peso de los 21 - 35 días para los tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	56
Cuadro 15 :	Aumento de peso de 3 a 35 días para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	59

Gráfica 1 : Pesos encontrados a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. 45

Gráfica 2 : Aumentos de pesos encontrados de los 3 a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. 48

Gráfica 3 : % hematocritos encontrados a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones 52

Gráfica 4 : Peso encontrado a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. 54

Gráfica 5 : Aumentos de peso encontrados de los 21 a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. 58

Gráfica 6 : Aumentos de peso encontrados de los 3 a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones. 61

Figura 1 : Comparación de los porcentajes de aumentos de peso de diferentes especies animales.	7
Figura 2 : Cantidad obtenida de hierro, de diferentes fuentes, en lechones.	16
Figura 3 : Esquema del metabolismo del hierro..	24
Figura 4 : Influencia del pH sobre la cantidad de elementos nutritivos asimilables.	25

ÍNDICE DEL APÉNDICE

Cuadro A1 : Análisis de covarianza para peso de los lechones a los 21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.	70
Cuadro A2 : Análisis de covarianza para aumentos de peso de los lechones de 0-21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.	71
Cuadro A3 : Análisis de covarianza para % de hematócrito de los lechones a los 21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.	72
Cuadro A4 : Análisis de covarianza para peso de los lechones a los 35 días de nacidos, encontrados en el experimento de aplicación de hierro a lechones.	73
Cuadro A5 : Análisis de covarianza para aumento de peso de los lechones de 21 a 35 días de nacidos, encontrados en el experimento de aplicación de hierro a lechones.	74

Cuadro A6 : Análisis de covarianza para aumento de peso de los lechones de 0 - 35 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.	75
Gráfica A1 : Comparación del peso, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	76
Gráfica A2 : Comparación de los aumentos diarios de peso, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.	77
Gráfica A3 - Comparación de los % de lechones muertos, de los tres tratamientos, durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.	78

I. INTRODUCCIÓN

Para un buen desarrollo de los organismos, es necesario una alimentación balanceada. No solamente de energía y proteína, sino también de vitaminas y minerales.

Las carencias subclínicas de minerales son las más peligrosas, porque si bien no presentan manifestaciones aparentes, sí ocasionan retrasos del crecimiento y trastorno de la fecundidad y preparan el terreno a enfermedades infecciosas y parasitarias. (Zert, 1969)

De todos los animales domésticos, el cerdo es el que con más frecuencia sufre deficiencias de minerales, causando a los criadores de cerdos grandes pérdidas de dinero. Esto es innecesario. Los minerales son baratos y pueden suministrarse fácilmente a toda clase de cerdos.

Estas deficiencias de minerales se han venido incrementando desde que la explotación de cerdos ha sido restringida a establecimientos cerrados y de cemento; la única fuente de minerales esta en el alimento proporcionado, el cual es formulado principalmente con granos de cereales y sus subproductos, que en su totalidad tienen un contenido relativamente bajo de minerales. Anteriormente los cerdos absorbían principalmente los minerales de la tierra y de las hierbas que consumían

naturalmente.

Una de las principales enfermedades carenciales de los lechones es la anemia causada por deficiencia de hierro en su alimentación. Esta enfermedad apareció principalmente cuando los sistemas de crianza de los lechones, cambió de un sistema rústico (Aire libre) al sistema de confinamiento total, apareciendo un pobre desarrollo y una alta mortalidad en los lechones.

Con estos problemas en el sistema de crianza, se tuvo que buscar alternativas sobre métodos para proporcionar hierro a los lechones. Ha habido muchos avances en este tema del hierro, en donde casi siempre ha resultado que el método de hierro inyectado ha sido el mejor pero más caro.

Este trabajo se realizó con el fin de proporcionar un método no convencional en las granjas comunes, para la prevención de esta deficiencia, comparando la utilización de dos métodos (caja con tierra, y el propuesto por los manuales de educación agropecuaria; caja con tierra enriquecida con 10 gr. de sulfato de hierro y 2 gr de sulfato de cobre.) contra el hierro inyectado.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Anemia

Empobrecimiento de la sangre, debido a la reducción de la hemoglobina o del número de glóbulos rojos.

Hay diversas formas de anemia, pero más diversas son las causas que la pueden producir (heridas, parásitos, enfermedades, infecciones, carencias vitamínicas y carencias minerales, etc.).(Florez y Agraz, 1979)

Una de las principales causas de anemia es por carencia de minerales Fe, Cu y Co (indirectamente de Co y directamente de vitamina B₂).

La anemia del cerdo, puede ser considerada como una anemia nutricional resultante por la deficiencia de Hierro en los alimentos (Leche) en forma notable.

Aunque algunos autores afirmen que la anemia del lechón se debe a deficiencias de Hierro y Cobre en la alimentación desde la primera o segunda semana de edad. La leche de la cerda cumple con todas las necesidades de los lechones, excepto la del mineral Fe (Cuadro 1).

Cuadro 1 : Contenido Mineral de la leche de cerda e ingesta diaria y necesidades calculadas de estos minerales por un cerdo lactante de 1.5 semanas de edad.

	Peso del mineral/ 100 ml. de leche	Ingesta diaria de mineral/cerdo	Necesidades diarias/cerdo
Ca	260.00 mg	1.65 g	1.30 g
P	149.00 mg	1.19 g	0.90 g
K	79.00 mg	630.00 mg	350.00 mg
Na	36.00 mg	290.00 mg	100.00 mg
Cl	20.00 mg	160.00 mg	150.00 mg
Mg	11.00 mg	88.00 mg	50.00 mg
Fe	0.18 mg	1.40 mg	17.50 mg
Cu	0.08 mg	0.64 mg	0.35 mg

- 1.- Valores sacados de Agricultural Research Council 1967,1969
 - 2.- Basado sobre una ingesta diaria de leche de 800 ml/cerdo.
 - 3.- Basado en las tablas del NRC, con un peso vivo de 2.268 kg (1.5 semanas de edad).
- Fuente : Agriculture Research Council (1967 - 1969).

2.1.1. Etiología

Tratándose de una anemia por deficiencia de Hierro pueden ser varios los factores responsables desde el punto de vista etiológico:

-En los cerdos recién nacidos, el valor medio de hemoglobina es de 10-12 g por 100 ml de sangre y el contenido total medio de hierro en el organismo es de aproximadamente 50 mg,

siendo menos de una décima parte de este hierro el que está en reserva para la formación de sangre (Schalm, 1964). El hierro que está contenido en el hígado de los lechones recién nacidos va de 3.4 a 5.9 mg, esta cantidad es suficiente para cubrir las necesidades durante 1-2 días (Neundorf y Seidel, 1974) y su concentración tisular es mucho más baja al nacimiento a diferencia de otras especies y al contrario en los adultos (Cuadro 2) (Anónimo, 1991).

Cuadro 2 : Concentraciones Relativas de Hierro en los tejidos de recién nacidos y adultos de varias especies.

Especie	ppm de Hierro en tejido libre de grasa	
	Recién Nacido	Adulto
Hombre	24	74
Cerdo	29	90
Gato	55	60
Conejo	135	60
Rata	59	60

Fuente: Anónimo, 1991.

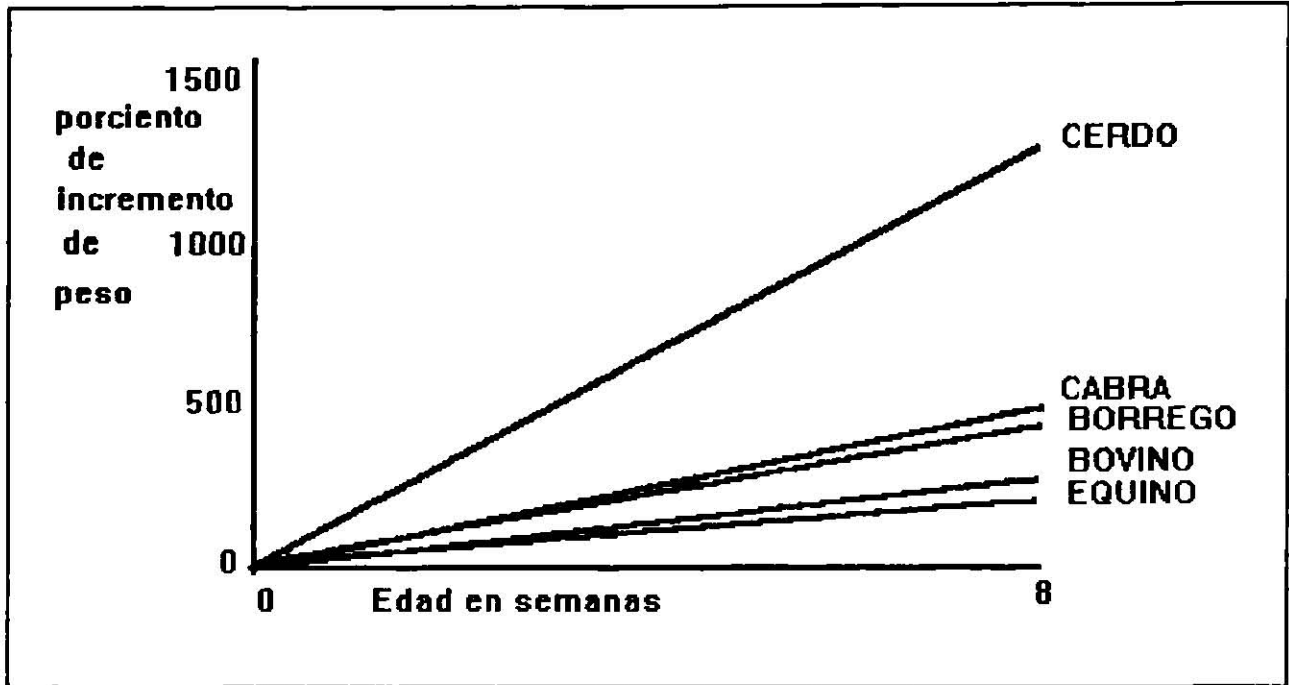
-La concentración del hierro en la leche de la cerda se estima en un promedio de 180 mcg/100 ml, 0.009% mencionado por Schalm, 1964; por lo tanto, un lechón que mame diariamente 800 gr. de leche no ingiere más de 1.4 mg. de hierro, (Cuadro 1) en el supuesto que la tasa teórica de absorción de hierro alcance

el 100%, logrando una absorción de hierro del 45 - 59% (Neundorf y Seidel, 1974), 5-10% (Anónimo, 1991). Schalm, 1964, menciona, se ha calculado que el cerdito obtiene aproximadamente 6 mg de hierro de 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 diarios.

-El confinamiento total de los lechones en locales cerrados de cemento sin acceso a ninguna otra fuente de hierro, (como con acceso a la tierra y hierba) y al igual que su acelerada tasa de crecimiento, más alta que otras animales, cinco veces superior al de su nacimiento al final de su tercer o cuarta semana de vida y diez veces superior al de su nacimiento en 8 semanas, provocan que el déficit de ese elemento sea un factor desencadenante de la anemia (figura 1).

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, disminuyendo en un 25 a 30%. Si no se dispone de una fuente de hierro, los cerdos se tornan intensamente anémicos durante las siguientes dos o tres semanas (Schalm, 1964).

Figura 1 : Comparación de los porcentajes de aumentos de peso de diferentes especies animales.



Fuente : Anónimo, 1991.

2.1.2. Patogenia

Cuando a su nacimiento, el animal joven comienza a respirar a través de los pulmones hay 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 tipo diferente, y el hierro liberado durante este proceso es almacenado en el hígado. Este hierro se usa más tarde durante el rápido crecimiento del animal (durante 2-3

días), para la formación de nuevos glóbulos, para mantenerse al mismo peso con el crecimiento del animal. Debido a que el hierro del hígado es insuficiente y el derivado de los alimentos (Leche) no es bastante, es de temerse que aparezca la anemia y probablemente la rapidez del crecimiento sea lo primero que se afecte. (Anthony Lewis, 1974).

2.1.3. Anatomía Patológica

En la necropsia, como regla se encuentra una palidez general de la piel, carne, mucosas e hígado (aunque a veces ocurre que el hígado conserva su color), generalmente hay un exceso de líquido en las cavidades peritoneal, pleural y pericardial, con edemas en el intestino, en la pared del estómago, en la garganta y aún de los párpados. La sangre se encuentra delgada y la coagulación está retardada. En el intestino puede encontrarse contenido diarreico y además presentan el pelaje áspero.

2.1.4. Síntomas Clínicos

Durante las primeras 2-4 semanas de vida se observan las mucosas pálidas, piel arrugada y de color ceniciento, ligera

taquipnea, disnea, músculos flácidos, cerdas erizadas y dorso arqueado; cuando la concentración de hierro del suero y de la hemoglobina no llega al nivel fisiológico mínimo hay escasa vitalidad e incremento insuficiente de peso. Si se les obliga a moverse denotan fatiga respiratoria, lo que se explica por la poca capacidad de su sangre para acarrear el oxígeno necesario. Según, Porta.(1973), la anemia se caracteriza por la aparición de una especie de raya amarillenta sobre el dorso, frecuentemente acompañada de una diarrea de la misma coloración. Una consecuencia de la carencia de hierro es la elevada propensión a las infecciones que exhiben los lechones anémicos a causa de perturbaciones metabólicas.

A causa de las infecciones respiratorias y digestivas hay una mortalidad del 15 al 60%, presentándose el más alto porcentaje entre los meses de noviembre y abril. La muerte ocurre entre 4 y 6 semanas de edad en cerditos no tratados.

Schalm. (1969), menciona que hay una recuperación espontánea que se inicia aproximadamente durante la quinta o sexta semana de vida, cuando los cerdos comienzan a ingerir otros alimentos aparte de la leche.

2.1.5. Diagnósticos de Laboratorio

La principal característica de la anemia es que la sangre se presenta con las células rojas más pequeñas (microcítica) y una coloración de la hemoglobina inferior a la normal (hipocrómica), observándose la sangre diluída.

Ullrich. (1970), observó en un examen sanguíneo, de los lechones anémicos, una tasa de eritrocitos por debajo de los 5 millones y un índice de hemoglobina inferior a 9 gr/100 ml.

La deficiencia de hierro existente en la anemia se cifra en la cuantía siguiente (Cuadro 3).

Una concentración de hierro en el suero sanguíneo que no llegue a 50 mcg/100 ml indica una deficiencia de este oligoelemento. Sin embargo, una capacidad total de fijación en el suero sanguíneo < 500 mcg/100 ml debe considerarse como carácter de aprovisionamiento suficiente (Neundorf y Seidel, 1974).

En cuanto al Volumen Globular Agregado (% Hematócrito) abajo del 30% hay deficiencias de hierro, siendo un intervalo normal de 32-50% .

El nivel normal de hemoglobina en los cerdos recién nacidos es aproximadamente de 11 al 12 gr/100 ml de sangre; durante las semanas siguientes puede llegar hasta niveles tan bajos como 3 a 4 gr/100 ml.

Cuadro 3: Concentración de hemoglobina y su clasificación de anemia.

Concentración de hemoglobina (g/100 ml)	Comentarios
10 ó arriba	Hierro adecuado para un óptimo desarrollo.
9	Nivel mínimo requerido para un crecimiento promedio y línea - intermedia entre normalidad y anemia.
8	Principio de anemia, tratamiento de hierro necesario.
7 ó abajo	Condición de anemia; ésta puede retardar el crecimiento.
6 ó abajo	Anemia severa acompañada por - una marcada reducción del crecimiento.
4 ó abajo	Anemia severa causando un incremento en la mortalidad.

Fuente: (Anónimo, 1979)

Se puede observar en el cuadro 4 lo que ocurre en la sangre del lechón al mantenerse sin suministro de hierro natural hasta los 10 días.

Cuadro 4: Influencia de la edad y de la crianza en la hematología de los cerdos Duroc-Jersey. Límite y promedios de una camada de 5 machos y 4 hembras. Cerdos tenidos sobre hormigón hasta los 10 días de edad y luego en tierra ¹.

Edad (días)	Valor	Peso kg.	VGA*
1	Mínimo	0.77	27.0
	Máximo	1.50	42.5
	Promedio	(1.09)	(35)
3	Mínimo	1.09	42.5
	Máximo	1.81	36.5
	Promedio	(1.45)	(33)
6	Mínimo	1.59	22.0
	Máximo	2.27	31.0
	Promedio	(2.04)	(26.7)
10	Mínimo	1.36	15.0
	Máximo	3.22	20.0
	Promedio	(2.90)	(24)
20	Mínimo	3.86	35.5
	Máximo	5.22	40.5
	Promedio	(4.76)	(37)
30	Mínimo	---	37.0
	Máximo	---	40.0
	Promedio	---	(39.7)

*(VGA = volumen globular agregado)

Datos obtenidos en cooperación con el doctor Otto Straub.
Fuente: Schalm, 1964.

2.1.6. Tratamiento

Florez y Agraz. (1979), dicen que, una vez aparecida la anemia, ésta dependerá de la prontitud con que se actúe; el

único tratamiento efectivo consiste en aplicar doble dosis de cualesquiera de los productos modernos inyectables que se encuentran en el mercado a base de sales de hierro; y además sujetándolos a un tratamiento sintomático (suero glucoso) para combatir la deshidratación, terramicina oral para combatir posibles complicaciones infecciosas, estimulantes cardíacos, etc; los tratamientos pueden repetirse en caso necesario.

Pero otros autores (Neundorf y Seidel, 1974), mencionan que además se ponga a su disposición un parque (tierra y hierba) junto con el hierro inyectado.

También se menciona (Hutyra et. al., 1973), la asociación de hierro y cobre y el mantenimiento de los lechones al aire libre y la administración de alimentos verdes.

Así como Hutyra et. al.(1973), mencionó la utilización combinada de hierro y cobre. (Anthony. 1974), asegura que la condición de sales de hierro purificada a la ración no será muy útil, a menos que se agregue cobre.

Las sales de hierro comercial vienen contaminadas con cobre siendo más útil que las sales purificadas para los tratamientos.

Estas recomendaciones (hierro y cobre) pueden tener su explicación, basándose en que, como se observó en el cuadro, la capacidad total de fijación del hierro en la anemia aumenta al doble, por lo tanto, si se aplican dosis elevadas de hierro, éste se fijará, pero necesitará de la ayuda del cobre para ser

utilizado por la hemoglobina, y el cobre proveniente de la leche no será satisfactorio, en caso de anemia para la utilización del hierro.

Las proporciones recomendadas por autoridades continentales son de 25 mg hierro y 5 mg cobre diariamente. (Meyer, 1980).

Otros autores mencionan como tratamiento los mismos métodos que los utilizados para la profilaxis.

2.1.7. Profilaxis

Como se vio anteriormente, es necesario el aporte adicional de hierro a los lechones desde el segundo o tercer día de nacidos.

El hierro puede ser proporcionado a voluntad en la forma líquida, de lamer, pasta, polvo inyectado, pintado o naturalmente.

En casi toda la literatura existente sobre anemia de los lechones, mencionan como una buena manera natural de prevenir la anemia y mantener normales la tasa de crecimiento y el nivel hematócrito simplemente permitiendo el libre acceso a praderas (cuadros 4 y 5), desde el segundo día de nacidos a los lechones, y en condiciones ambientales malas, colocar tierra y hierba en una esquina de la lechonera, teniendo la precaución

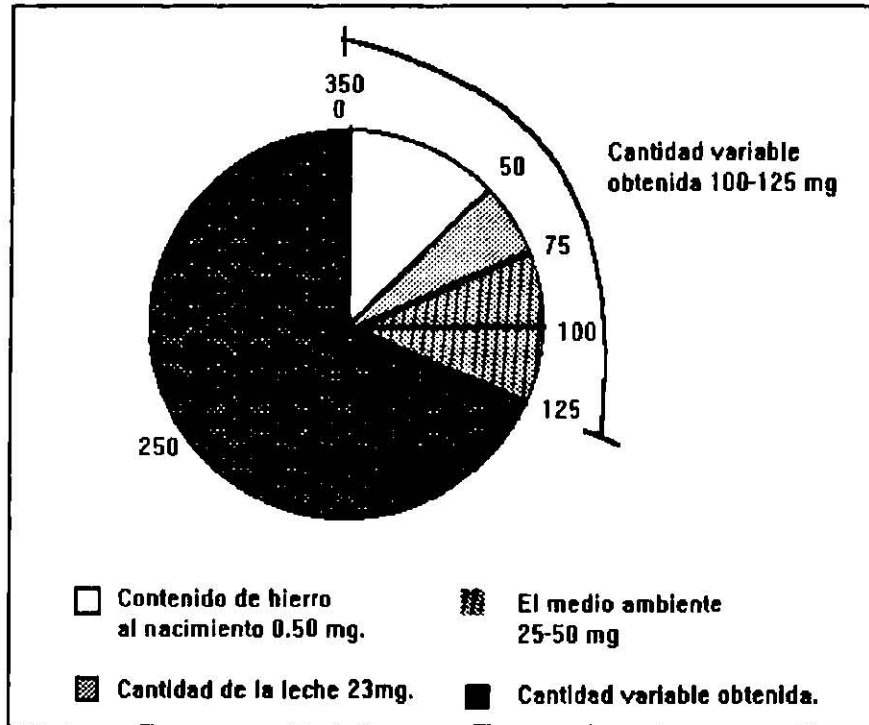
de que la tierra no esté infestada y procurando que en ésta no haya habido cerdas en por lo menos un año. Otros autores (Anónimo, 1991) aseguran que este método no proporciona los requerimientos de hierro a los lechones (figura 2) y otros pocos ni lo mencionan.

Underwood. (1969), menciona que la medida preventiva más eficaz consiste en proporcionar una pequeña cantidad de tierra que los cerditos puedan consumir con regularidad y aumentar, por consiguiente, el hierro que ingieren hasta alcanzar unos niveles apropiados.

Otros autores mencionan: como medida preventiva, se suministre a la marrana gestante una ración con suficiente hierro y cobre; y en edificios con pisos pavimentados se provee a los lechones una caja con tierra vegetal enriquecida con 10 gr. de polvo de sulfato de hierro y 2 gr. de polvo de sulfato de cobre. Esta tierra se toma de suelos que no hayan estado en contacto con cerdos (Anónimo, 1965). Hamond. 1959, menciona una mezcla de 28 g de sulfato ferroso seco con 70 kg de tierra.

Este propósito puede alcanzarse, incluso, con unos pocos gramos de tierra ordinaria suministrados diariamente (Englert y Koop, 1959; mencionado por Underwood, 1969).

Figura 2 : Cantidad obtenida de hierro, de diferentes fuentes, en lechones.



Fuente : Anónimo, 1991.

La anemia también puede prevenirse mediante el suministro de hierro por vía oral, pintando los pezones de la cerda con una pasta que contenga hierro o con soluciones saturadas de sulfato de hierro, de modo que los cerditos reciban hierro adicional al mamar. Esta solución puede ser preparada con 450 g. de sulfato ferroso en un litro de agua o bien con esta otra; sulfato ferroso anhidroso 3 onzas 1/4, sulfato de cobre 3/4 de onza, magnesio 1 onza, 1 pinta (47 centilitros) de agua y una pinta de melaza. También se puede preparar con 160 g. de

sulfato ferroso, 25 gr. de sulfato de cobre y 160 gr. de azúcar en un litro de agua, Aplicándose todos los días o en días alternos. Un inconveniente de este método es que los materiales de la cama y materia contaminada se adhieren a los pezones de la cerda.

Las soluciones anteriores también pueden ser dadas a los lechones con una cucharadita todos los días; pueden colocarse debajo de la lengua tabletas que contengan hierro o pueden tratarse al tercero, décimo y décimo séptimo días de vida con 1 gr. de hierro sólido reducido colocado sobre la lengua. La administración oral de una sola tableta o de soluciones que contengan de 300 a 400 gr. de hierro, dentro de los cuatro primeros días de vida, suelen ser suficientes para promover un crecimiento rápido y prevenir la mortalidad, aunque puede ser necesaria una dosis ulterior a los 10-14 días de vida para que sean máximos los valores de hemoglobina en la sangre de los cerditos. Los métodos anteriores pueden tener la desventaja de que los lechones pueden no consumir voluntariamente el hierro (excepto el natural).

Una forma indirecta en que el lechón puede recibir hierro es mediante la materia fecal de la madre la cual contiene hierro del alimento que consume y con más cantidad si el comedero y la jaula de la madre es de este material.

Cuadro 5 : Resultados de un experimento en el que se compara la cría de cerdos en locales cerrados y parques.

Sistema de Explotación		Local interior	Parque ext. de cemento	Local int. con Tierra	Local int. con hierba o Pasto
Número de camadas		20	20	14	20
Lechones nacidos vivos	# total	239	223	162	244
	# por camada	11.95	11.15	11.57	12.20
Peso medio al nacer *		1.21	1.17	1.17	1.19
Cerdos destetados a las 8 semanas de edad.	# total	193	192	129	206
	# por camada	9.65	9.60	9.20	10.30
	% de - cerdos nac. viv.	80.8	86.1	79.6	84.4
Peso medio del destete. Kg.		12.08	11.82	12.75	14.66
Pienso -- consumido por cerdo. Kg.		3.84	5.13	5.57	8.82

* (sólo en cerdos que sobreviven a las 8 semanas)

Fuente: Barber, Braude y Mitchell, 1953. Citado por Hammond, 1959.

En los últimos años. (1960), han sido reemplazados los tratamientos orales por inyecciones intramusculares de compuestos orgánicos de hierro, especialmente preparadas de hierro dextrano que aparecieron para el tratamiento de anemia hipocrómica en el hombre. También puede utilizarse de un modo similar un complejo de óxido férrico dextrina de alta estabilidad y baja toxicidad. La inyección de estos compuestos posee ventajas sobre el tratamiento oral porque los cerditos utilizan el hierro con eficacia y seguridad. En tanto las notables variaciones que pueden presentarse en la absorción de hierro administrado por vía oral. Una sola inyección de hierro dextrano o de óxido férrico dextrina, que contenga 100 mg (1 ml) de hierro, es suficiente para evitar bajas y promover el crecimiento aunque, al igual que sucede con el hierro oral, una segunda inyección en dos semanas después puede aumentar significativamente los valores de hemoglobina. (Cuadro 6), (Underwood, 1969)

La inyección de 2 ml en el músculo de un pequeño cerdito de tres días de edad es dolorosa y le produce tensión. (English y col, 1985)

Escamilla. (1965); recomienda que los lechones estén provistos de una cantidad de tierra para que sirva de complemento para la prevención de anemia junto con los mencionados Anteriormente

Cuadro 6 : Tratamiento de la anemia de los cerditos mediante la inyección de compuestos de hierro.

Tratamiento	Num. de Cerdas	Hemoglobina (gr.%)		Peso Corporal (kg.)	
		0 - 3 Sem	4 - 8 Sem	0 - 3 Sem	4 - 8 Sem
Sin tratamiento.	24	7.5	4.8	1.71	4.32
Hierro dextrano (100 mg. de Fe) a los 2-4 días.	21	7.5	9.0	1.62	4.32
Oxido férrico dextrina (100 mg. de Fe) a los 2-4 días.	22	8.0	7.8	1.62	5.36
Oxido férrico dextrina (100 mg. de Fe en cada dosis) a los 2 y 14 días.	16	8.3	10.5	1.71	5.18

Fuente : (Underwood, 1969)

Se ha comprobado que si a las marranas preñadas se les alimenta con bretón, o sea col, los lechones nacerán y se mantendrán con sus cantidades normales de hemoglobina.

(Escamilla, 1965)

Siempre será de mucha utilidad para la prevención de la anemia el cuidado en la higiene de las construcciones, su temperatura y la alimentación balanceada para los lechones.

En el tratamiento inyectado se debe tener cuidado con su toxicidad.

2.2 Hierro

2.2.1 Importancia, función y distribución del hierro

- El hierro es, de los existentes en los animales, el metal del que poseen más datos. La historia de su función en el organismo está íntimamente ligada al desarrollo de la fisiología (Hamond, 1959).

- Las funciones metabólicas del hierro, son de suma importancia para el organismo del cerdo y otros animales.

Es importante para el metabolismo corporal, contar con cantidades suficientes de fierro que le permita llevar a cabo algunas de sus funciones vitales. Dicho elemento actúa en la respiración celular, puesto que forma parte de la hemoglobina, mioglobina y enzima de las oxidaciones biológicas, como son: la citocromooxidosa, citocromoperoxidasa y catalazas. Además tiene una elevada importancia en la velocidad de crecimiento del cerdo (Síntesis Porcina, 1983).

- Los grupos hierro-porfirina (grupos hem) son componentes esenciales de la hemoglobina, mioglobina, los citocromos y las enzimas catalazas y peroxidazas.

El resto del hierro en el cuerpo (hierro hem) está casi enlazado en su totalidad a la proteína.

- Pertenecientes a estos compuestos de hierro-porfirina

hay dos categorías de sustancias biológicamente importantes, los transportadores de oxígeno y las enzimas oxidantes.

- Un transportador de oxígeno es un compuesto capaz de formar combinaciones lábiles con oxígeno molecular tomándolo de los sitios donde se encuentra disponible y cediéndolo en aquellos puntos donde ha de ser utilizado. A esta familia de compuestos pertenece la hemoglobina de la sangre de los vertebrados y la hemoglobina muscular.

A los catalizadores oxidantes pertenecen los cuatro componentes del sistema citocromo, que juega un papel fundamental en la respiración intracelular y la catalasa que también es una ferro-porfirina; son los responsables de la transferencia de hidrógeno desde las moléculas activadas de los alimentos al oxígeno molecular, y así catalizan la reacción de combustión del hidrógeno para formar agua, liberando la gran cantidad de energía necesaria para la vida de las células (Hammond, 1959).

- Del 20 al 80 % de hierro corporal se encuentra en la hemoglobina de las células rojas sanguíneas y en la mioglobina del músculo, el 20 % se almacena en formas lábiles en el hígado y bazo y otros tejidos donde se encuentra disponible para la formación de la hemoglobina; el 10-20 % restante se fija firmemente en los tejidos como un componente de la miosina muscular y actomiosina muscular como constituyente de enzimas y unido con las metaloenzimas y no se dispone del él (Church y Pond, 1987).

El hierro no es considerado ordinariamente como un microelemento, puesto que aunque en la composición del organismo entra en cantidades del orden de una parte por 25,000, en la sangre sus valores son de 1 por 2,000 (Hammond, 1959).

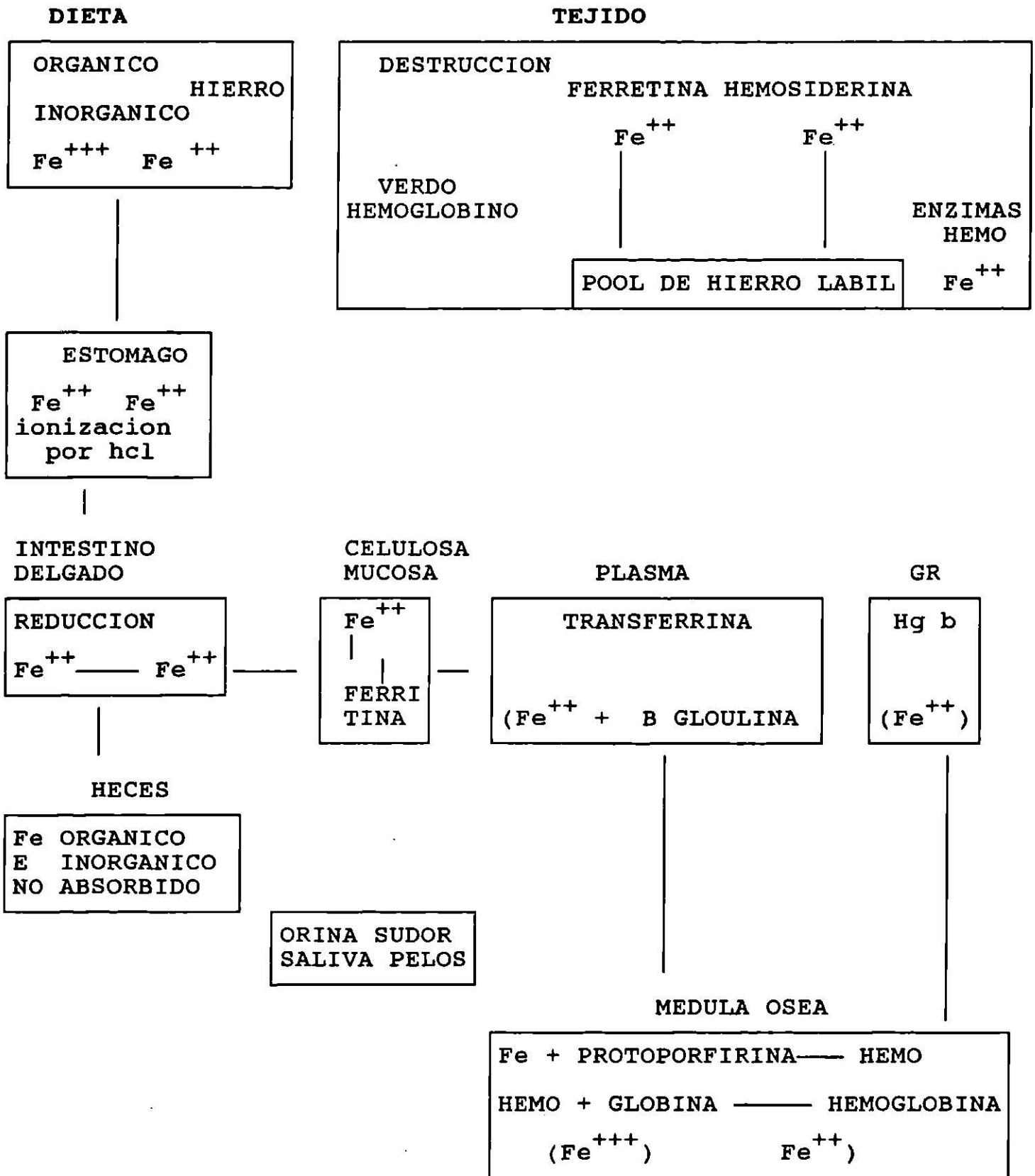
2.2.2 Metabolismo, Absorción y Almacenamiento de Hierro

El duodeno es el lugar principal de absorción del hierro en el tracto digestivo aunque se produzca alguna absorción en el estómago y otros puntos (figura 3)(Dukes, 1969).

La absorción del hierro es mucho más eficaz bajo condiciones ácidas (figura 4); por consiguiente, la cantidad de hierro que se absorbe en el estómago y en el duodeno donde el HCL de la secreción estomacal produce un pH bajo (2 a 3.5); y siendo mucho mayor el pH en el ileón (Church y Pond, 1987). También mejora la absorción de muchos nutrientes en pH bajos (figura 4).

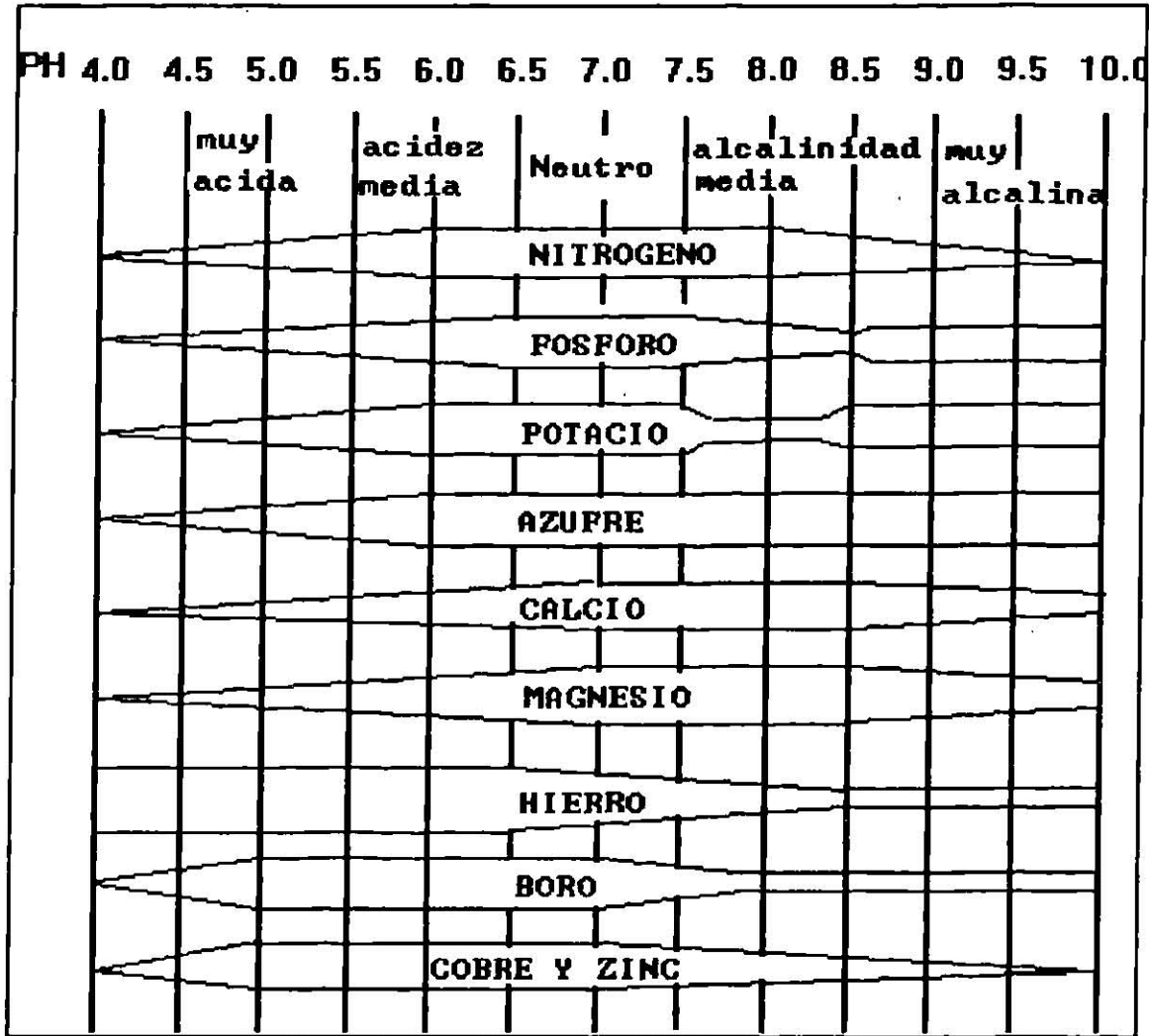
Un hecho peculiar, posiblemente único del metabolismo del hierro, es que tiene lugar en lo que es virtualmente un sistema cerrado. En condiciones normales, muy poco del hierro de la dieta es absorbido y las cantidades excretadas con la orina son mínimas y gran proporción del hierro total del cuerpo es continuamente redistribuido por todo él, en varios circuitos metabólicos.

Figura 3 : Esquema del metabolismo del hierro



Fuente : M.M. Wintrobe. Mencionado por Dukes, 1973.

Figura 4 : Influencia del pH sobre la cantidad de elementos nutritivos asimilables.



Fuente : Thompson, 1966.

La regulación de la absorción del hierro es en gran parte llevada a cabo por las células epiteliales del intestino, aunque el mecanismo exacto de este "control" es incierto (Harper

et.al. 1978).

En una época, la llamada teoría del "Bloqueo mucoso", se consideró explicativa del control intestinal de la absorción del hierro. De acuerdo con esta teoría, la cantidad de la proteína fijadora de hierro, la apoferritina en las células de la mucosa, era el factor controlante. El hierro ferroso, una vez dentro de las células mucosas es oxidado pasando al estado férrico y luego se combina con la apoferritina formando la ferroproteína ferritina. Se creyó que la capacidad de fijación de la apoferritina para el hierro limitaba la absorción ulterior del mismo, una vez saturada con hierro no podría ocurrir ulterior almacenamiento de éste.

Observaciones más recientes hacen inverosímil que la ferritina esté involucrada en la regulación principal de la absorción del hierro. El hierro llevado al interior de la célula mucosa está unido a uno o más portadores que parecen regular su paso a través de la célula hasta la sangre. Es probable que el hierro que entra a la célula en exceso del que puede ser unido por el sistema portador sea incorporado a la ferretina. La ferretina intestinal parece actuar, por lo tanto, como un compuesto de almacenamiento de hierro y no como un controlador de absorción.

Tophan y Colaboradores (Mencionados por Church y Pond, 1987), demostraron que la xantina oxidasa de la mucosa intestinal facilita la incorporación del hierro a la transferina para

su transporte en la sangre, por consiguiente, la oxidación del hierro⁺⁺ (ferroso) en hierro⁺⁺⁺ (férrico) para transportarse en la corriente sanguínea (que se asocia con la ceruloplasmina para la movilización del hierro del hígado) se lleva a cabo por medio de la xantina oxidaza de la mucosa intestinal.

La absorción máxima de hierro se efectúa en un pH de 2 a 3.5; la absorción de hierro es mayor en los animales deficientes en hierro que en los que reciben cantidades adecuadas de este mineral y la cantidad absoluta de hierro absorbido aumenta a medida que la dosis oral es mayor, pero disminuye el porcentaje de absorción. El hierro en la hemoglobina y mioglobina se absorbe fácilmente como hierro Hem. Los niveles elevados de fosfatos inorgánicos disminuyen la absorción de hierro al formar sales insolubles y los niveles elevados de otros elementos que incluyen el Zn, Mn, Cu y Cd también reducen la absorción de hierro presumiblemente al competir con los sitios de enlace de proteínas en la mucosa intestinal (Church y Pond, 1987).

La mayoría del hierro de los alimentos existe en estado férrico (Fe^{+++}), ya sea como hidróxido férrico o como compuestos orgánicos férricos. En un medio ácido (jugos gástricos), se disocian en iones férricos libres o en hierro orgánico. Las sustancias reductoras de los alimentos convierten al cloruro férrico en hierro reducido y en esta forma el hierro es más soluble y se absorbe más fácilmente (Síntesis Porcina, 1983).

Las formas de almacenamiento del hierro, la ferritina y la hemosiderina, actúan como una reserva interna de hierro para proteger contra pérdidas súbitas de hierro por sangrado. La ferretina no sólo se encuentra en el intestino, sino también en el hígado, en el bazo y en la médula ósea.

Normalmente el cuerpo sólo pierde una cantidad muy pequeña de hierro. El hierro fecal está constituido principalmente por hierro dietético que no se absorbe, pero una pequeña cantidad se pierde a través de la bilis y en las células mucosas intestinales descamadas.

Aun cuando se inyecte hierro, una porción muy pequeña de éste se excreta (hierro fecal), aunque la pérdida de hierro se presenta cuando se suministra hierro porcentualmente en exceso a la capacidad del plasma para ligar hierro o cuando se suministran agentes quelatantes (Church y Pond, 1987).

La única otra pérdida de hierro ocurre cuando se pierde sangre, ya sea a través de una herida externa, sangrado en el tracto intestinal o durante la menstruación de la mujer (Mortued y col. 1983).

2.2.3 Necesidades y Fuentes de Hierro

Mediante los cálculos efectuados sobre la tasa de hierro que se incorpora a la hemoglobina producida durante el creci-

miento de los cerdos se ha demostrado que pueden retener de 7 a 11 mg. diarios de hierro (Venn y Col., 1969). La cantidad real depende de la tasa de crecimiento y de los niveles de hemoglobina que presentaron los animales. Las concentraciones de hierro que deben poseer los alimentos para poder suministrar esas cantidades varían con el porcentaje de absorción que presente el hierro de los alimentos. El porcentaje de absorción varía según sea la cuantía de hierro que se ingiera. Los investigaciones (Braud y Col., 1969), han puesto también de manifiesto que los cerditos lactantes pueden retener 21 mg. de hierro por cada kg. de aumento de peso vivo para así poder mantener un nivel satisfactorio de hierro en su organismo.

El National Research Council 1979. recomendó una ingestión de 10 a 15 mg. durante las primeras semanas (Underwood, 1969).

Al momento del nacimiento el lechón contiene aproximadamente 50 mg de hierro, además durante los tres primeras semanas va a obtener 23 mg de la leche materna y probablemente unos 25 ó 50 mg del medio ambiente. Esto hace aproximadamente un total de 100 mg mostrando que el déficit calculado de hierro de un lechón de 3 semanas de edad de manera intensiva es entre 125 y 250 mg de hierro, por lo tanto, el requerimiento promedio de suplemento de hierro es alrededor de 200 mg y de hecho es una práctica común en casi todos los países administrar esta cantidad en una sola inyección poco después del nacimiento (Anónimo, 1991).

El National Academy Press. (1979), menciona que los requerimientos de hierro del lechón son del rango de 7 a 16 mg diarias o 21 mg por kg de aumento de peso vivo.

Kalb. (1972), mencionó que las necesidades totales de hierro correspondientes a un aumento de peso de 4.5 kg en las tres primeras semanas se calcula en unos 100 mg.

Hasta hace poco tiempo se admitía que sólo en forma orgánica era asimilable el hierro; en la actualidad, se reconoce que el hierro orgánico de los alimentos, principalmente el que está combinado en forma de hemoglobina, no es aprovechado, puesto que no es desdoblado por los jugos digestivos, en tanto que el inorgánico algo más del 50% del total del hierro alimenticio es completamente absorbido después de su conversión al estado ferroso (Florez, 1983).

Todos los productos vegetales utilizados normalmente para la alimentación de los animales domésticos poseen unas concentraciones que son amplias y muy variables. La contaminación de los vegetales con tierra y polvo ha de influir mucho sobre el contenido de hierro de los vegetales cuando son consumidos por los animales en el campo. Normalmente las leguminosas son más ricas en hierro que los cereales forrajeros cultivados en idénticas condiciones. El contenido de hierro de los cereales forrajeras oscila de un modo normal entre 100 y 250 ppm de la sustancia seca y de la leguminosa de 200 - 300 ppm aunque la alfalfa se ha señalado valores de hasta 700 a 800 ppm y en

algunos cereales forrajeros niveles tan bajos como de 50 ppm.
(Cuadro 7)

Los alimentos de origen animal, a excepción de la leche y productos lácteos son fuentes ricas en hierro. (Underwood, 1969).

Otra fuente natural de hierro es la tierra, mencionada por varios autores como buen tratamiento para la prevención de anemia.

Cuadro 7 : Fuentes adecuadas de hierro y de manganeso para los cerdos.

Alimentos	Hierro como alimento (ppm)
Harina de alfalfa, todos los análisis.....	460
Harina de sangre.....	3.800
Hierba Bermudas, Fresa.....	400
Heno de poas, todos los análisis.....	200
Harina de huesos.....	800
Granos de cervecería desecados.....	800
Heno de trébol, todos los análisis.....	800
Harina de coco.....	190
Heno de chícharos, todos los análisis.....	800
Harina de pescado, menhaden.....	600
Piedra caliza.....	3.800
Solubles desecados de destilación de maíz.....	600
Salvado de arroz.....	200
Heno de veza, todos los análisis.....	400

Origen: National Research Council, 1964. Mencionado por Pond y Maner, (1976).

2.3 Administración de hierro

2.3.1 Tierra

El hierro es uno de los elementos metálicos más comunes en la corteza terrestre. Su contenido total en los suelos, sin embargo, es variable, oscila desde un valor tan bajo como de 200 ppm. hasta más del 10% de hierro en el suelo. El hierro se halla en los suelos como óxidos, hidróxidos y fosfatos, así como en las estructuras reticulares de las silicatos primarias y en los barros minerales (Nelson y Tisdale, 1970).

El hierro está normalmente en estado férrico y los compuestos insolubles, al igual que en los alimentos de animales, en suelos bien drenados el hierro está normalmente en estado férrico (Fe^{+++}). En un medio ácido (jugos gástricos) el hierro pasa a estado ferroso (Fe^{++}), haciéndose más soluble y de fácil asimilación para el animal. (figura 2)

En el suelo no solamente se encuentra hierro sino también nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, manganeso, boro, cobre, cinc, molibdeno, etc. Pudiendo ser también aprovechados por el organismo del animal y enriquecer su dieta que está principalmente basada en leche de su madre.

El suelo también puede estar contaminado con parásitos, los cuales pueden afectar el desarrollo del lechón; pero esto

puede ser evitado obteniendo suelo en el cual no haya habido cerdos en por lo menos 2 años o con prácticas de esterilización del suelo. Existen dos métodos por medio de los cuales podemos lograr dicha esterilización :

Método con vapor:

Consiste en hacer pasar vapor de agua a una temperatura de 70 a 80 °C durante 30 minutos para destruir la mayoría de los patógenos (hongos, insectos, bacterias y nematodos).

El suelo debe estar entre 40 y 50% de saturación con humedad, dándose las siguientes ventajas:

- Destruye la mayoría de los patógenos
- No hay residuos tóxicos

Método Químico:

1.- Bromuro de Metilo

Este producto es muy tóxico, por lo que su aplicación y manejo será con mucha precaución.

Se utiliza a una dosis de 1 libra/m³. Es necesario cubrir muy bien con plástico para evitar escape de gases, deberá permanecer cubierto por 24-48 horas, para posteriormente airear por 24-48 horas.

2.- Formaldheido

Este producto se mezcla en 1 litro de formol comercial con 50 lts. de agua, aplicándose 1.1 lto. de solución/m² y se cubre por 48 horas, para después airearse por 48 horas.

3.- Basamid o Dozamet

Su presentación es en gránulos al 85% y se aplica a 50 gr/m², procurando que el suelo esté completamente húmedo. Este producto se incorpora para utilizarse el substrato a las 2 semanas.

Observando el comportamiento natural del cerdo; éste tiene un instinto, desde recién nacido, de hozar en el suelo ayudando así a la utilización de este método (tierra) para la suplementación de hierro a los lechones.

2.3.2 Hierro dextran (Inyectado)

El uso de hierro inyectado es ampliamente aceptado como el método más efectivo para prevención de anemia en lechones y además asegura un nivel adecuado de hierro para óptimas tasas de crecimiento y resistencia a enfermedades.

Uno de los principales problemas de la aplicación del hierro inyectado es el efecto de manchas en los tejidos. Ésta es debido a que el lugar más popular para la inyección es el jamón o músculo de los hombros. El problema potencial se agrava por que estos músculos constituyen la parte más valiosa de la canal.

Por eso es muy importante que el hierro inyectado se absorba dentro de las primeras 72 horas, después de la inyección. Después de este tiempo el hierro se fija en el músculo por la acción de los macrófagos que están llevando a cabo su

función natural, que es de englobar partículas extrañas (Meyer, 1959).

Este problema se soluciona con la elección de un producto de buena calidad el cual se absorba rápidamente.

En algunas ocasiones la administración de hierro inyectado ha traído como consecuencia en algunas ocasiones una mortandad significativa de ciertas lechigadas, esto ocurre usualmente dentro de las tres horas después de la administración de hierro, pero en ocasiones puede retardar hasta tres días.

Otras desventajas son: los costos del producto y la mano de obra especializada para su aplicación, comparada con los demás métodos comunes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización de la prueba

- El presente trabajo se realizó en el área de maternidad de las instalaciones porcinas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la carretera Zuazua - Marín Km. 17 en el Municipio de Marín, N.L.

3.2 Materiales y Métodos

Para la realización del experimento se utilizaron 21 cerdas York - Landrace, con diferente número de partos cada una; con sus respectivas camadas, con un total de 205 lechones, de los cuales 103 fueron machos y 102 fueron hembras.

Las cerdas gestantes fueron alojadas en la sala de maternidad en corrales de 0.90 m ancho por de 2.0 m de largo, equipadas con comederos y bebederos de chupón individuales.

Se utilizó una báscula con capacidad para 20 kg. para las lecturas del peso de los lechones. La lectura fue hecha a los 3, 21 y 35 días. También se pesaron 2 kg de tierra para los tratamientos 2 y 3, agregando a la tierra del tratamiento 3, 10 g de sulfato de hierro comercial y 2 g de sulfato de cobre

comercial.

A los lechones se les realizó un muesqueo, descole y descolmille a los 3 días de nacidos. También se colocaron las cajas con tierra (2 kg aproximadamente de tierra) a los tratamientos 2 y 3, en donde las cajas fueron hechas de madera y lamina de 30 * 60 * 10 cm y la tierra fue traída de Villa de Santiago, N.L. También se realizó la aplicación parenteral (inyectado), de 1cc de hierro dextran al tratamiento 1.

Se suministró alimento pre-iniciador con 22% de proteína (cuadro 9), a libre acceso a todos los lechones del experimento desde los 7 días de nacidos y 2 kg de alimento con 14 % de proteína (cuadro 8) para cada cerda lactante del experimento.

A los 15 días se procedió a castrar a los lechones machos con un bisturí y desinfectando con azul de metileno, y a los lechones del tratamiento 1 se le aplicó la segunda dosis de hierro dextran (1cc).

A los 21 días de nacidos se tomó una muestra de sangre de la vena marginal de la oreja de los lechones, colocándose en tubos capilares y tapándose de un extremo con plastilina. Luego se procedió a centrifugar por 5 minutos y a evaluar por el método Microhematócrito.

Método hematócrito significa separación de la sangre. Por centrifugación, la sangre se separa en 3 capas bien claras, a saber:

- 1.- La masa eritocítica en el fondo, denominando volumen

globular V.G.

2.- Una capa blanca o gris de leucocitos y trombocitos - situadas inmediatamente por encima de la masa de glóbulos rojos y que se denominan capa ateadada o costradlogística.

3.- El plasma sanguíneo.

La finalidad de la centrifugación es obtener una máxima aglomeración de los eritrocitos para que muy poco o ningún plasma quede detenido entre las células. Se necesita una centrifugadora que produzca suficiente fuerza centrífuga (F.C.R.) para lograr este objetivo. (F.C.R.) = 3000 R.P.M.

Método Microhematócrito.

En este método se emplea una centrífuga de alta velocidad que permite una disminución correspondiente del tiempo necesario para la aglomeración completa de los eritrocitos. La centrífuga para el hematócrito emplea tubos capilar de 32 x 0.8 mm. Los tubos capilar pueden obtenerse con anticoagulante en su interior. El tubo se llena de sangre por atracción capilar a una altura de cuando menos 2.5 cm y el extremo se cierra mediante la aplicación de calor o con torón de arcilla o plastilina. Se hace la centrifugación a 11,000 r.p.m. durante 5 minutos. El valor hematócrito en el tubo capilar se mide con la ayuda de un instrumento de lectura. Ventajas: Valores de V.G. más exactos y constantes; El tiempo necesario para todo el

procedimiento es inferior a 20 minutos y la cantidad de sangre requerida es mínima lo cual permite el empleo del método con sangre extraída por punción en la vena marginal de la oreja.

3.3 Diseño Experimental

El diseño utilizado fue bloques al azar. El criterio de bloqueo fue el número de partos de las cerdas, Habiendo hembras primerizas y hasta de diez partos. Los análisis estadísticos se realizaron bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = M + T_i + R_j + B1 X_{1ij} + B2 X_{2ij} + E_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Variable dependiente: peso de los lechones,
porcentaje hematocrito y aumento de peso.
- T_i = Efecto del i-esimo tratamiento ($i=1,2,3$).
- R_j = Efecto del J-esimo bloque ($J=1,2,3,4,5,6,7$).
- E_{ij} = Variación aleatoria debido al error experimental.
- $B1$ = Coeficiente de regresión de # de lechones por camada
- $B2$ = Coeficiente de regresión de peso al inicio de la prueba.
- X_{1j} = Variable independiente o covariable - número de lechones por camada.
- X_{2j} = Variable independiente o covariable - Peso al inicio de la prueba.

Tratamientos	Dosis
<p style="text-align: center;">T1 (Hierro inyectado)</p>	<p>1 ml a los 3 días y otro ml a los 15 días de edad.</p>
<p style="text-align: center;">T2 (Caja con Tierra)</p>	<p>2 kg de tierra, colocados en una esquina de la lechonera y cambiándose un día sí y un día no.</p>
<p style="text-align: center;">T3 (Caja con tierra, más 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre)</p>	<p>2 kg de tierra y minerales, colocados en una esquina de la lechonera y cambiándose un día sí y un día no.</p>

La tierra utilizada fue traída de Villa de Santiago, fue escogida por su color amarillo característico de los suelos con alto contenido de hierro, y que no hubiera habido cerdos en por lo menos 2 años; también se le realizó un análisis de contenido de hierro, conforme al método utilizado para los cultivos, dando un contenido de .4 ppm de hierro con un pH de 7.4.

Cuadro 8 : Componentes de la ración alimenticia para cerdas lactantes, utilizados durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

INGREDIENTES	Kg/Ton.
Sorgo	661.4
H. de soya	100.0
Maleza	36.0
Roca fosfórica	36.0
Sal	5.0
Ortivit cerdos	5.0
H. de alfalfa	150.6
Lisina	0.0
Optifos	5.0
Carbodox	1.0

Cuadro 9: Componentes de la ración alimenticia para lactantes (Preiniciador), utilizada como fuente de alimento durante el experimento.

INGREDIENTES	Kg/Ton.
Sorgo (grano)	536.4
H. de Soya	310.0
Maleza	10.0
Optivit cerdo	6.0
Cebo	25.0
Ortofosfato	17.4
Suero de leche	75.0
Calcio	13.5
Carbodox	1.0
Sal	3.0
Lisina	2.0
Sulfametacina	.2
Sulfato de cobre	.5

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para una mejor interpretación de los resultados que se obtuvieron durante la prueba experimental se hará el uso de cuadros y gráficas.

4.1 Peso a los 21 días

En el análisis de covarianza múltiple para esta variable se encontró que no hubo diferencia significativa para los tratamientos, con un nivel de significancia de $P = 0.05$, (cuadro A1). En el cuadro 10, se presentan las medias de los pesos a los 21 días de este experimento.

En el análisis de varianza (cuadro A1) se encontró efecto altamente significativo de las covariables utilizadas.

El coeficiente de regresión para la covariable X_1 (peso al inicio de prueba), fue de 2.028 y para la covariable X_2 (# de lechones para cada camada), fue de -.092. Entendiéndose que por cada kg de peso promedio adicional por camada al inicio de la prueba tendrán 2.058 kg de peso promedio más a los 21 días y que por cada lechón adicional en la camada tendrán .076 kg en promedio menos a los 21 días de nacidos.

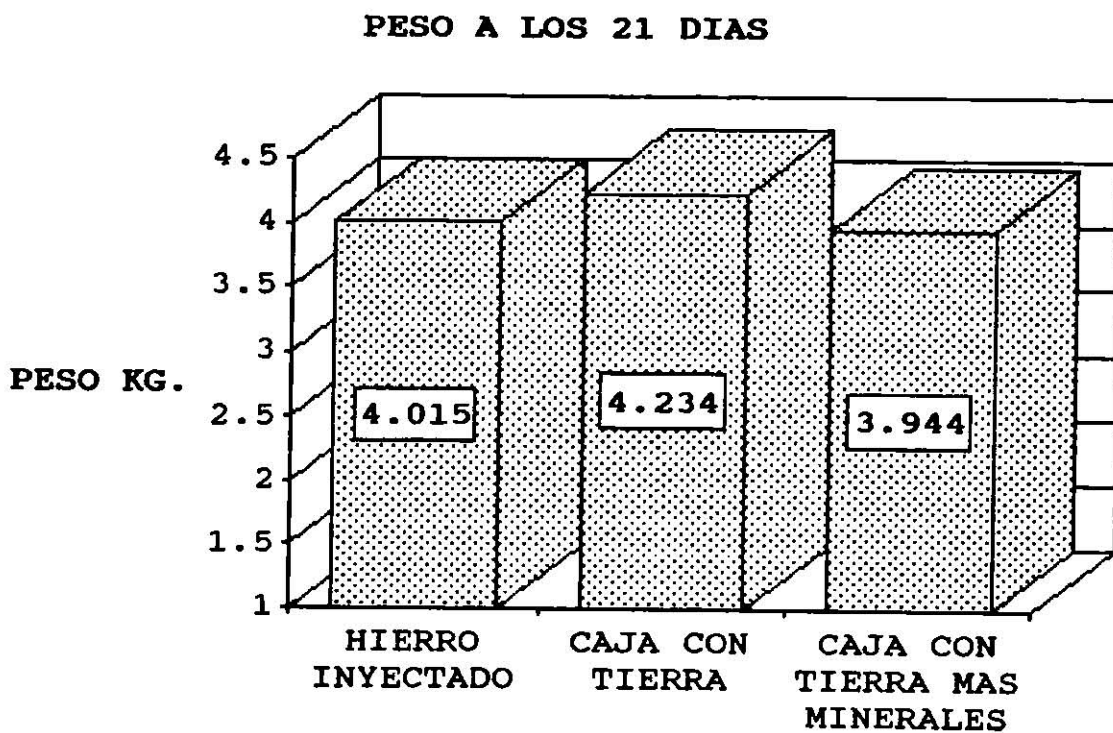
Cuadro 10: Peso promedio de los lechones a los 21 días para cada uno de los tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

Tratamientos	Media (Kg)	Media Ajustada (Kg)	
2 (Caja con tierra)	4.28	4.234	A
1 (Hierro Inyectado)	3.92	4.015	A
3 (Caja con tierra + minerales)*	3.97	3.944	A

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

En la tabla 10 se puede observar que los tratamientos en los que se colocó una caja con tierra como fuente de hierro (tratamientos 2 y 3) proporcionaron el suficiente hierro a los lechones para conseguir un peso a los 21 días igual que el obtenido con el tratamiento 1, en el que se aplicó hierro inyectado (gráfica 1). También se observa que la pura tierra natural (tratamiento 2) logró un mayor peso, a los 21 días de edad, que los otros tratamientos, aunque esta diferencia no fue significativa (cuadro 10).

Gráfica 1 : Pesos encontrados a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



Estos resultados son similares a los obtenidos por Schalm. 1964, en donde se utilizó la tierra como medio para proporcionar hierro a los lechones; los resultados se presentan en el cuadro 4, en donde se observa cómo el volumen globular agregado de los lechones disminuye, al permanecer sin ninguna fuente de hierro hasta los 10 días de vida de los lechones, y después de ser colocados en tierra, a los 10 días, aumentan su volumen globular agregado. En el trabajo realizado por Barber y Mitchel. 1953, (cuadro 5) se observa cómo los cerdos con acceso a tierra o con acceso a pasto logran tener mejor peso al destete y una mayor cantidad de pienso consumido durante el experimento.

4.2 Aumento de peso de los 3 a los 21 días de nacidos.

En el análisis de covarianza se encontró que para esta variable no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, en un nivel de significancia de $P= 0.05$ (Cuadro A2).

En el cuadro 11, se presentan las medias del aumento de peso de los 3 a los 21 días de edad.

Cuadro 11: Aumento de peso de los 3 a los 21 días de nacidos, para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

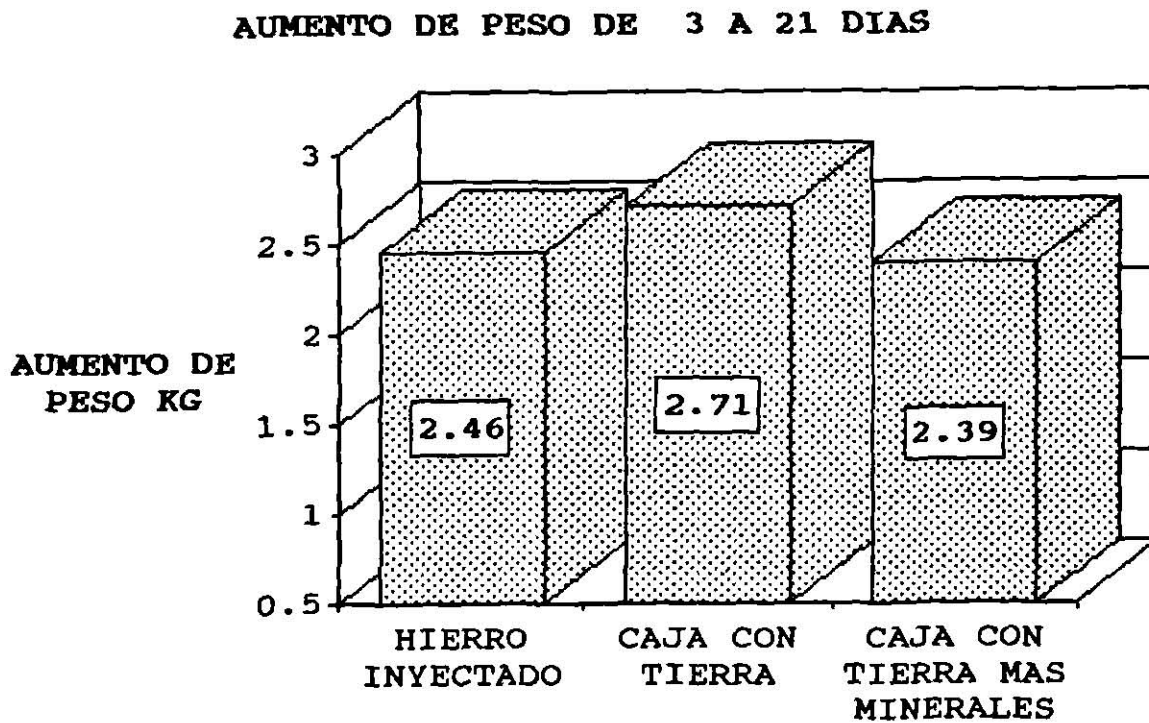
Tratamientos	Media (Kg)	Media Ajustada (Kg)	
2 (caja con tierra)	2.70	2.71	A
1 (hierro inyectado)	2.46	2.46	A
3 (caja con tierra + Minerales) *	2.40	2.39	A

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

En el análisis de varianza (cuadro A2) se encontró efecto significativo de las covariables utilizadas.

El coeficiente de regresión para X_1 (Peso al inicio de la prueba), fue de .990 y para X_2 (# de lechones por camada), fue de -.084; entendiéndose que por cada kg de peso promedio adicional por camada al inicio de la prueba tendrán .990 kg de aumento de peso promedio más a los 21 días y que por cada lechón adicional en la camada tendrán .084 kg de aumento de peso promedio menos a los 21 días de nacidos.

Gráfica 2 : Aumentos de peso encontrados de los 3 a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



En la tabla 11 es puede observar, al igual que el peso a los 21 días, los aumentos de peso de los 3 a 21 días logrados por los tratamientos en los que se utilizó una caja con tierra como fuente de hierro (tratamientos 2 y 3), se igualaron estadísticamente al tratamiento 1 (inyectado); el cual es de los más recomendados para la aplicación de hierro a lechones (gráfica 2). También se observa cómo la pura tierra natural (tratamiento 2) consiguió un mayor aumento de peso de los 3 a los 21 días de edad, aunque la diferencia entre las medias no fue significativa.

Resultados similares, con la utilización de tierra como medio para proporcionar hierro a los lechones, fueron obtenidos por Schalm. 1964 (cuadro 4), observando que los lechones aumentaron su volumen globular agregado al ser colocados en tierra después de los 10 días. Barber y Mitchel. 1953, (cuadro 5), observaron cómo los cerdos con acceso a tierra o con acceso a pasto logran tener mejor peso al destete y una mayor cantidad de pienso consumido durante el experimento, logrando así un mayor aumento de peso.

4.3 % Hematócrito

En el análisis de covarianza para esta variable se observó que hubo diferencia altamente significativa para los tratamientos (Cuadro A3). Utilizando el método DMS (Diferencia

mínima significativa) para la comparación de medias, se encontró que el tratamiento 1 tuvo un % hematócrito mayor que los tratamientos 2 y 3, con un nivel de significancia de .01 y un DMS de 3.46.

En el cuadro 12, se encontró que el % de hematócrito del tratamiento 1 fue 4.13 % mayor que el tratamiento 3 y 4.99 % mayor que el tratamiento 2.

Cuadro 12 : % Hematócrito para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

Tratamientos	Media (%)	Media Ajustada (%)	
1 (Hierro inyectado)	37.18	37.651	A
3 (Caja con tierra + Minerales) *	33.41	33.291	B
2 (Caja con tierra)	32.67	32.321	B

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

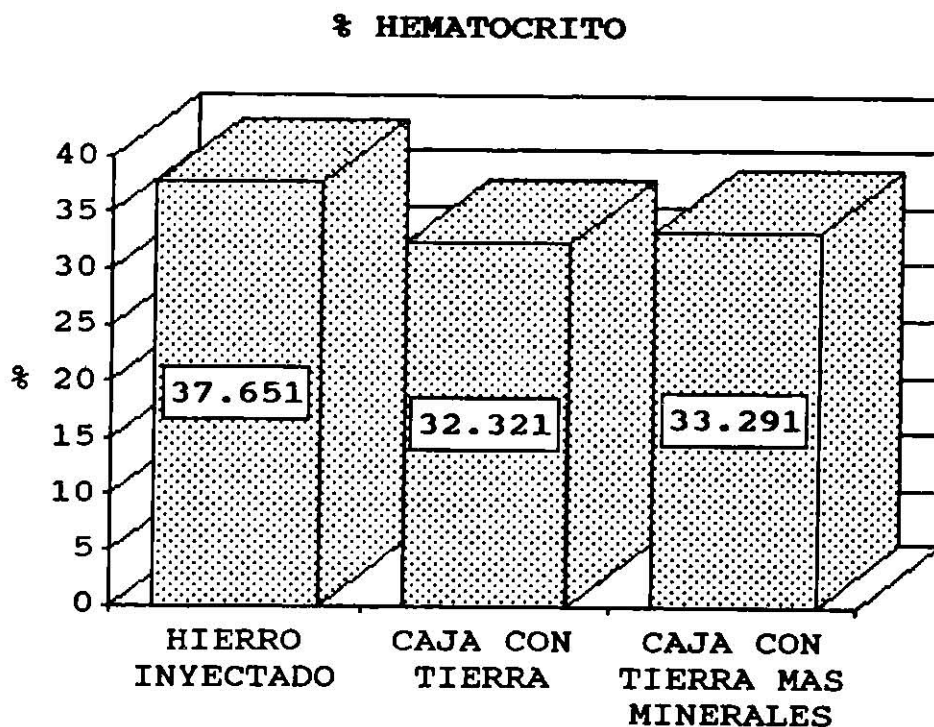
En el análisis de varianza se encontró diferencia significativa para la covariable x_1 (peso al inicio de la prueba) (cuadro A3).

El coeficiente de regresión para x_1 (peso al inicio de la prueba) fue de 1.8. Entendiéndose que por cada Kg de peso promedio adicional por camada al inicio de la prueba tendrán 1.8% en promedio de hematócrito más a los 21 días.

El tratamiento en el que se aplicó hierro inyectado demostró ser el que proporciona mayor % hematócrito a los lechones. Sin embargo el % hematócrito de los tratamientos 2 y 3, en los que se proporcionó tierra como fuente de hierro, proporcionaron un % hematócrito dentro de lo normal 32 - 50% (Schalm, 1964), logrando así proporcionar los requerimientos adecuados de hierro (Gráfica 3).

En el trabajo de Schalm. (cuadro 4), se puede observar cómo el volumen globular agregado de los lechones disminuye 11 % al permanecer sin ninguna fuente de hierro hasta los 10 días de vida de los lechones, y después de ser colocados en tierra, sin ninguna otra fuente de hierro, aumentan un 13% del volumen globular agregado en los siguientes 10 días de que se colocaron en la tierra. En los resultados de Barber y Mitchell. 1953, se observa que los lechones tuvieron que mantener el % hematocrito alto para poder obtener ese buen peso al destete de los lechones a los que se les colocó tierra o hierba a su disposición (cuadro 5).

Gráfica 3 : % hematocritos encontrados a los 21 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



4.4 Peso a los 35 días

En el análisis de covarianza para esta variable, se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, en un nivel de significancia de $P = .05$ (Cuadro A4). En el cuadro 13, se presentan las medias de los pesos a los 35 días.

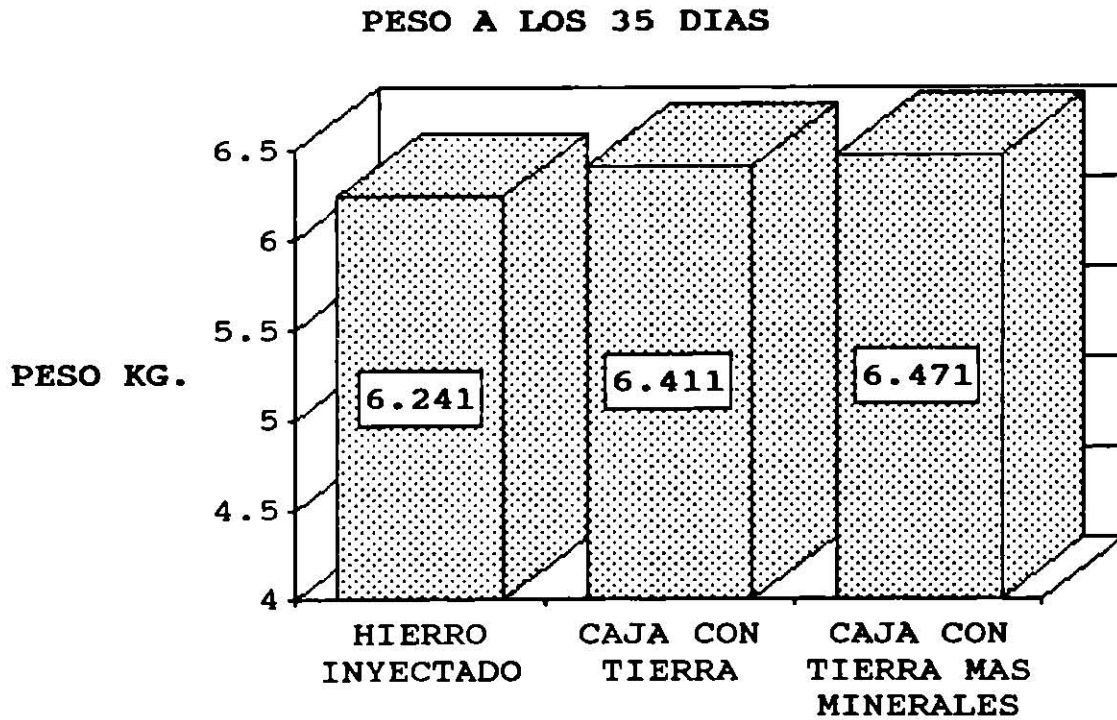
Cuadro 13 : Peso a los 35 días de los 3 tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

Tratamientos	Medias	Medias Ajustadas
3 (Caja con tierra + Minerales) *	6.49	6.471 A
2 (Caja con tierra)	6.44	6.411 A
1 (Hierro inyectado)	6.18	6.241 A

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

En el análisis de varianza se encontró diferencia significativa para las covariables utilizadas.

Gráfica 4 : Peso encontrado a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



El coeficiente de regresión para x_1 (peso al inicio de la prueba) fue de 2.7 y para x_2 (No. de lechones por camada) fue de -.192. Observándose que para cada Kg de peso promedio adicional por camada al nacer tendrá 2.7 kg de peso promedio más a los 35 días y que por cada lechón adicional en la camada tendrán 0.192 kg en promedio menos a los 35 días.

Se puede observar, al igual que en la variable Peso a los 21 días, cómo los tratamientos en los que se colocó una caja con tierra como fuente de hierro (tratamientos 2 y 3) proporcionan el suficiente hierro a los lechones para superar el peso a los 35 días del tratamiento 1 (hierro inyectado), aunque esta diferencia no es significativa (cuadro 13). Observando que la pura tierra natural (tratamiento 2) satisface los requerimientos de hierro para los lechones (gráfica 4).

Resultados similares, con la utilización de tierra como medio para proporcionar hierro a los lechones, se obtuvieron por Schalm. 1964 (cuadro 4), observándose cómo el volumen globular agregado de los lechones disminuye, al permanecer sin ninguna fuente de hierro hasta los 10 días de vida, y después de ser colocados en tierra, aumentan su volumen globular agregado, esperando que estos lechones puedan obtener un buen peso al destete. En los resultados obtenidos por Barber y Mitchell. 1953 (cuadro 5), se observa cómo los cerdos con acceso a tierra o con acceso a pasto logran tener mejor peso al destete.

4.5 Aumento de peso de los 21 a los 35 días

En el análisis de covarianza para esta variable se observó que hubo diferencia significativa para los tratamientos (cuadro A5). Utilizando el método DMS (Diferencia mínima significativa) para la comparación de medias, se encontró que no hay diferencia estadística entre los tratamientos 3 y 1 y los tratamientos 1 y 2. Con un nivel de significancia de $P= 0.05$ (cuadro 14).

Cuadro 14 : Aumento de Peso de los 21 - 35 días para los tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

Tratamientos	Medias	Medias Ajustadas	
3 (Caja con tierra + minerales) *	2.52	2.514	A
1 (Hierro inyectado)	2.26	2.244	AB
2 (Caja con tierra)	2.10	2.114	B

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

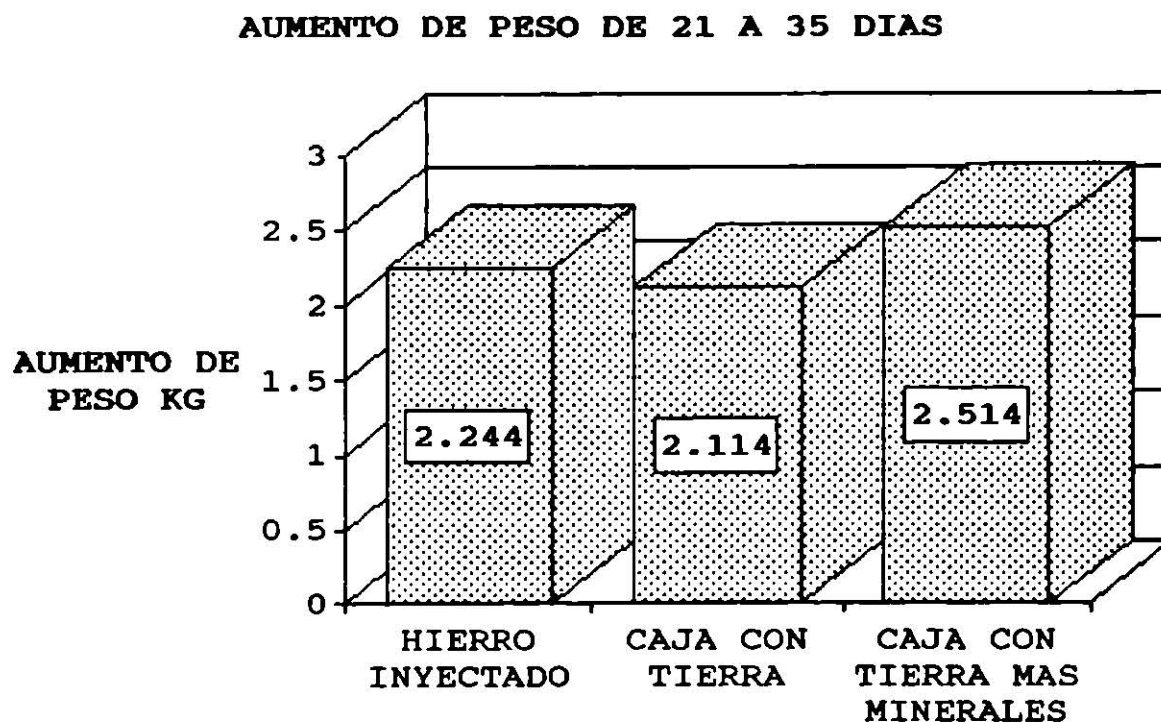
En el análisis de varianza se encontró efecto significativo para bloques y para las covariables utilizadas.

El coeficiente de regresión para x_1 (peso al inicio de la prueba) fue de .579 y para x_2 (No. de lechones por camada) fue de .097. Observándose que por cada Kg de peso promedio adicional por camada al nacer tendrá 2.7 kg de aumento promedio más de los 21 a los 35 días y que por cada lechón adicional en la camada tendrán 0.192 kg de aumento promedio menos de los 21 a los 35 días.

En el cuadro 14, se aprecia cómo el tratamiento 3 (caja con tierra + minerales) y el tratamiento 1 (hierro inyectado) obtuvieron un mayor aumento de peso de los 21 a 35 días comparados con el tratamiento 2 (caja con tierra), pero estadísticamente el tratamiento 1 también es igual que el tratamiento 2.

En la gráfica A1, se puede observar que los tratamientos 3 (caja con tierra + minerales) y 1 (hierro inyectado) recuperaron su peso al destete (35 días) con el aumento de peso que tuvieron de los 21 a 35 días de edad (gráfica 5). Este aumento de peso se pudo haber debido a que a los 21 días tenían un buen % hematocrito logrado (gráfica 3) y que posteriormente se mantuvo, y que el tratamiento 2 (caja con tierra) tal vez no lo mantuvo; este aumento de peso también pudo haberse debido a causas externas a los tratamientos.

Gráfica 5 : Aumentos de peso encontrados de los 21 a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



4.6 Aumento de peso de los 3 - 35 días

En el análisis de covarianza se encontró que para esta variable no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, con un nivel de significancia de $P = 0.05$ (cuadro A6).

En el cuadro 15, se presentan las medias de los aumentos de los 3 a los 35 días.

Cuadro 15 : Aumento de peso de 3 a 35 días para los tres tratamientos, durante el desarrollo de la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

Tratamientos	Medias	Medias Ajustadas	
3 (caja con tierra + minerales) *	4.92	4.913	A
2 (Caja con tierra)	4.86	4.873	A
1 (Hierro inyectado)	4.72	4.713	A

* = 10 g de sulfato de hierro y 2 g de sulfato de cobre.

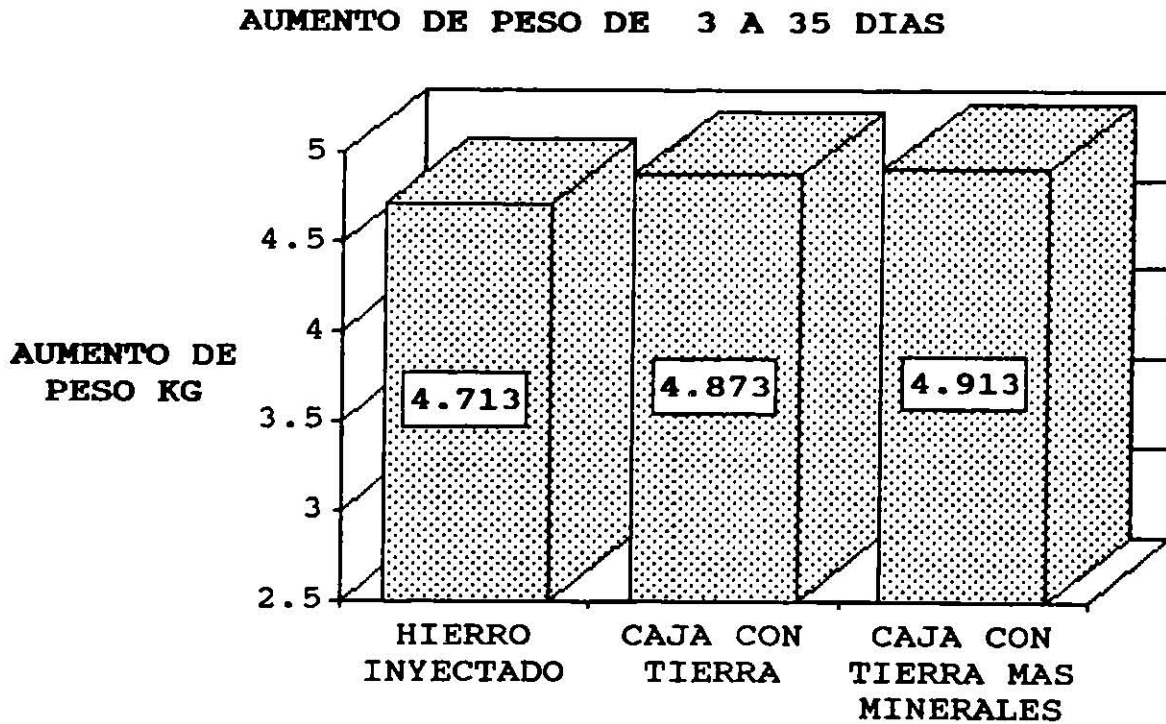
En el análisis de varianza se encontró diferencia significativa para las covariables.

El coeficiente de regresión para x_1 (peso al inicio de la prueba) fue de 1.649 y para x_2 (No. de lechones por camada) fue de -.184. Observándose que para cada Kg de peso promedio adicional por camada al nacer tendrá 2.7 kg de aumento promedio más de los 0 a los 35 días y que por cada lechón adicional en la camada tendrán 0.192 kg de aumento promedio menos de los 0 a los 35 días.

Al igual que los aumentos de peso de los 3 a los 21 días, los aumentos de peso de los 3 a 35 días logrados por los tratamientos en los que se utilizó una caja con tierra como fuente de hierro (tratamientos 2 y 3), se igualaron estadísticamente al tratamiento 1 (inyectado); el cual es de los más recomendados para la aplicación de hierro a lechones. También se observó que el tratamiento en el que se aplicó solamente tierra natural, sin ninguna otra fuente de hierro, aportó suficiente hierro a los lechones (gráfica 6).

Estos resultados son similares a los obtenidos por Schalm. 1964, en donde se utilizó la tierra como medio para proporcionar hierro a los lechones; los resultados se presentan en el cuadro 4, en donde se observa cómo el volumen globular agregado de los lechones disminuye al permanecer sin ninguna fuente de hierro hasta los 10 días de vida y después de ser colocados en tierra, a los 10 días, aumentan su volumen globular agregado.

Gráfica 6 : Aumentos de peso encontrados de los 3 a los 35 días de edad, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.



En el trabajo realizado por Barber y Mitchel. 1953, (cuadro 5) se observa cómo los cerdos con acceso a tierra o con acceso a pasto logran tener mejor peso y aumento de peso al destete y una mayor cantidad de pienso consumido durante el experimento que los que no tienen a su disposición tierra o pasto.

En cuanto a costos: la aplicación parenteral de hierro (inyectado) sale más costosa que la utilización de la tierra, ya que, para una camada (10 lechones) se necesitan 20 ml de hierro dextran, a \$300 el ml de hierro, son \$6000, más 1 aguja de plástico a \$600, más una jeringa de 10 ml a \$2000, más los servicios del veterinario a \$8600 (en la región, los veterinarios cobran el doble de los costos que tienen las aplicaciones), dando un total de \$17200 y también se puedan ocasionar problemas con una mala aplicación parenteral, lo que la colocación de una caja con tierra en una esquina de la maternidad no ocasionaría problemas y es una forma natural de administrar minerales a bajos costos; ya que con una camioneta que acerque 500 kg de tierra, del mismo rancho, alcanzará para unas 16 camadas (30 kg/ camada), lo que para la aplicación parenteral de 16 camadas el costo sería de \$275200. Las cajas pueden servir para varias camadas (según su material será su costo y duración) y por el mismo salario, la tierra puede ser colocada por el trabajador que les da de comer a la cerda y a los lechones o por el que hace la limpieza en la sala de maternidad.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Como se observó en los resultados, en el peso a los (21 y 35 días) y en los aumentos de peso (0 a 21 días y 0 a 35 días) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, llegando a la conclusión de que los tratamientos en los que se utilizó una caja con tierra (tratamiento 1 y 2) dan el mismo rendimiento que el tratamiento en el que se utilizó hierro inyectado (tratamiento 1) el cual es de los más recomendados para la aplicación de hierro a lechones.

También se concluye que el tratamiento en el que sólo se colocó tierra en una caja, sin ninguna otra fuente de hierro logró cumplir con los requerimientos de hierro de los lechones.

En cuanto al aumento de peso de los 21 días a 35 días se observó diferencia significativa entre los tratamientos, encontrándose que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos 3 y 1 y los tratamientos 1 y 2, pero habiendo diferencia entre el tratamiento 2 y 3.

En el % hematócrito se encontró diferencia altamente significativa para los tratamientos. Observándose que el

tratamiento 1 (hierro inyectado) tuvo un % hematócrito mayor que los tratamientos 2 y 3.

Los tratamientos 2 y 3 en los que se colocó tierra, como fuente de hierro, proporcionaron un % hematócrito dentro de lo normal 32 - 50% (Schalm, 1964), logrando así proporcionar los requerimientos adecuados de hierro.

Al observar estos resultados se puede concluir que la tierra usada en el experimento cumple con los requerimientos de hierro 7 a 16 mg/día, donde, los 2 kg de tierra que se proporcionan cada tercer día, como para 10 lechones, tendrían que tener de 140 a 320 mg/día de hierro (70 a 160 ppm de hierro).

Estos 70 a 160 ppm de hierro no concuerdan con la cantidad obtenida en el laboratorio, de .4 ppm de hierro, ya que el pH alto del suelo afecta su disponibilidad de absorción; pero entre más bajo sea el pH, la disponibilidad del hierro aumenta (figura 4). El estómago del lechón el cual tiene un pH bajo, de 2 a 3.5, hace que el pH de la tierra disminuya fuertemente; aumentando así su disponibilidad. Esto mismo ocurre con otros minerales existentes en los suelos y que son útiles a los lechones.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda seguir haciendo investigaciones sobre la aplicación de hierro por medio de la tierra ya que hay muchas dudas sobre este método, el cual no ha sido estudiado bien y es el que se acerca más a la naturaleza del desarrollo del cerdo. Por ejemplo se puede cambiar la tierra todos los días, también se puede utilizar mayor o menor cantidad de tierra o una caja más grande o pequeña, también estudiar la combinación de este método con otros métodos, también añadir diferentes dosis de sulfato de hierro y cobre y así muchas otras pruebas más.

Ya que se obtuvieron pesos y aumentos de peso satisfactorios en los tres tratamientos se deja al productor la elección del método que más le convenga, de acuerdo al tamaño de la granja o a la disponibilidad de recursos.

Se puede recomendar la utilización de este método (caja con tierra) en casos en donde no se cuenta con la disponibilidad económica de adquirir otros medios para la aplicación de hierro ó cuando haya escasez de productos comerciales y de mano de obra especializada para su aplicación.

También puede ser utilizado como refuerzo de los demás métodos al usarse conjuntamente con éstos, observándose una gran economía y como posible fuente de otros minerales que contiene la tierra y que pueden ser aprovechados por el cerdo.

VI. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la granja porcina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en la carretera Zuazua-Marín km 17 en el Municipio de Marín, N.L.

En el presente experimento se planteó la posible utilización de dos métodos no convencionales para la aplicación de hierro a lechones (caja con tierra y el propuesto en los manuales de educación agropecuaria de la SEP. 1985, caja con tierra enriquecida con 10 gr. de sulfato de hierro y 2 gr. de sulfato de cobre), comparándolos con la aplicación parenteral de hierro (inyectado) el cual ha dado buenos resultados y es el más difundido en el área de explotación de cerdos.

En el experimento se usaron tres tratamientos: hierro inyectado, caja con tierra y caja con tierra más 10 gr. de sulfato de hierro y 2 gr. de sulfato de cobre.

El manejo de las camadas fue el siguiente: a los 3 días de nacidos se pesaron, se descolmillaron, se descolaron y se muesquearon. A los cerdos del tratamiento 1 se les aplicó 1cc de hierro inyectado y a los cerdos del tratamientos 2 y 3 se les colocaron cajas con tierra en los tratamientos correspon-

dientes, cambiándose cada tercer día. A los 15 días se dio la segunda aplicación de hierro inyectado (1 cc). A los 21 días se tomó el peso de los lechones y se tomó la lectura del nivel hematocrito de cada lechón y a los 35 días se tomó la lectura del peso de los lechones.

Se utilizaron 21 camadas analizándose por el método de bloques al azar con covarianza múltiple en donde se bloqueó por número de partos que tenían las cerdas y las covariables fueron: # de lechones por camada y peso inicial de los lechones.

En el análisis de covarianza para el peso a los 21 días y 35 días no hubo diferencia significativa para los tratamientos. Para los aumentos de peso 3 a 21 días y de 3 a 35 días no hubo diferencia significativa para los tratamientos, lo cual no sucedió para el aumento de peso de 21 a 35 días en el cual hubo diferencia significativa entre tratamientos. En este último período se encontró que no hubo diferencia significativa entre los tratamiento 3 y 1 y los tratamientos 1 y 2, pero sí hubo diferencia entre los tratamiento 2 y 3. Esta diferencia de aumento de peso se pudo haber debido a que a los 21 días tenían un buen % hematocrito los tratamientos 1 y 3 (gráfica 3), y que posteriormente lo mantuvieron y que el tratamiento 2 (caja con tierra) tal vez no lo mantuvo (si se hubiera tomado la lectura de % hematocrito a los 35 días se sabría si esta aseveración es cierta). Este aumento de peso también pudo haberse debido a

causas externas a los tratamientos.

En el análisis de covarianza para el % de hematocrito hubo diferencia altamente significativa para los tratamientos encontrando que el hierro inyectado tuvo 4.4 más % hematócrito que el tratamiento 3 y 5.3 más % hematócrito que el tratamiento 2. Sin embargo los tratamientos en los que se colocó una caja de tierra, lograron un % hematócrito dentro de lo normal.

VI. APÉNDICE

Cuadro A1: Análisis de covarianza para peso de los lechones a los 21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCal.	FTab.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	0.6634	0.3317	1.34	3.43	5.45
Repeticiones	6	2.7351	0.4558	1.84	2.44	3.53
Sexo	1	0.0015	0.0015	0.01	4.20	7.64
Interacción	2	0.1446	0.0723	0.29	3.43	5.45
Trat. x peso						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	8.6603	8.6603	34.97**	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	1.5327	1.5327	6.97*	4.20	7.64
Error	28	6.9337	0.2473			
Total	41	29.9914				

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa

Cuadro A2 : Análisis de covarianza para aumentos de peso de los lechones de 0-21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCal.	FTab.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	0.7457	0.3728	1.62	3.43	5.45
Repeticiones	6	2.2850	0.3808	1.66	2.44	3.53
Sexo	1	0.0039	0.0039	0.02	4.20	7.64
Interacción	2	0.1430	0.0715	0.31	3.43	5.45
Trat. x peso						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	1.8346	1.8346	7.98**	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	1.2963	1.2963	5.64*	4.20	7.64
Error	28	6.4373	0.2299			
Total	41	15.0078				

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa

Cuadro A3 : Análisis de covarianza para % de hematócrito de los lechones a los 21 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCAL.	FTAB.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	197.3141	98.6570	8.84**	3.43	5.45
Repeticiones	6	57.4674	9.5779	0.86	2.44	3.53
Sexo	1	0.1282	0.1282	0.01	4.20	7.64
Interacción	2	2.3035	1.1517	0.10	3.43	5.45
Trat. x peso						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	47.3733	47.3733	4.25*	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	8.5338	8.5338	0.77	4.20	7.64
Error	28	321.3354	11.1548			
Total	41	574.7602				

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa

Cuadro A4 : Análisis de covarianza para peso de los lechones a los 35 días de nacidos, encontrados en el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCAL.	FTAB.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	0.3446	0.1723	0.33	3.43	5.45
Repeticiones	6	7.1953	1.1992	2.30	2.44	3.53
Sexo	1	0.0001	0.0001	0.00	4.20	7.64
Interacción	2	0.2955	0.1477	0.28	3.43	5.45
Trat. x peso						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	16.9409	16.9409	32.43**	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	4.8611	4.8611	9.31**	4.20	7.64
Error	28	14.6258	0.5223			
Total	41	60.6161				

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa

Cuadro A5 : Análisis de covarianza para aumento de peso de los lechones de 21 a 35 días de nacidos, encontrados en el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCal.	FTab.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	1.1733	0.5866	3.56*	3.43	5.45
Repeticiones	6	3.0279	0.5046	3.06*	2.44	3.53
Sexo	1	0.0302	0.0302	0.18	4.20	7.64
Interacción	2	0.2256	0.1128	0.68	3.43	5.45
Trat. x sexo						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	0.9921	0.9921	6.02*	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	0.9562	0.9562	5.80*	4.20	7.64
Error	28	4.6134	0.1647			
Total	41	12.0218				

** Diferencia altamente significativa

* Diferencia significativa

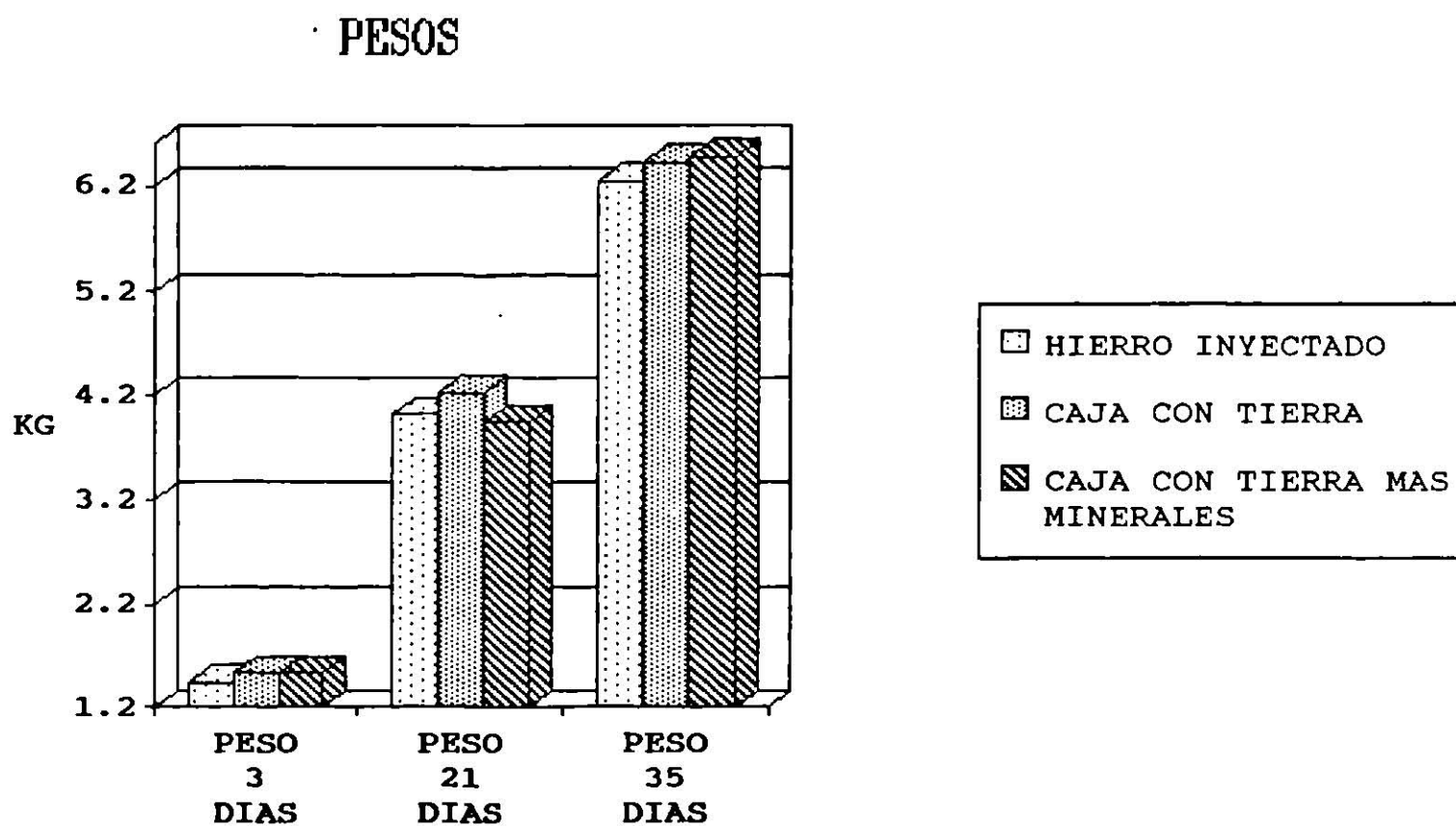
Cuadro A6 : Análisis de covarianza para aumento de peso de los lechones de 0 - 35 días de nacidos, encontrados durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.

FV	G.L.	S.C.	C.M.	FCal.	FTab.	
					0.05	.01
Tratamientos	2	0.2719	0.1359	0.27	3.43	5.45
Repeticiones	6	6.6355	1.1059	2.18	2.44	3.53
Sexo	1	0.0183	0.0183	0.04	4.20	7.64
Interacción	2	031526	0.1576	0.31	3.43	5.45
Trat. x sexo						
X1 (Peso al inicio de la prueba)	1	6.2608	6.2608	12.36**	4.20	7.64
X2 (No. de lechones por camada)	1	4.4578	4.4578	8.80**	4.20	7.64
Error	28	14.1841	0.5065			
Total	41	38.7401				

** Diferencia altamente significativa

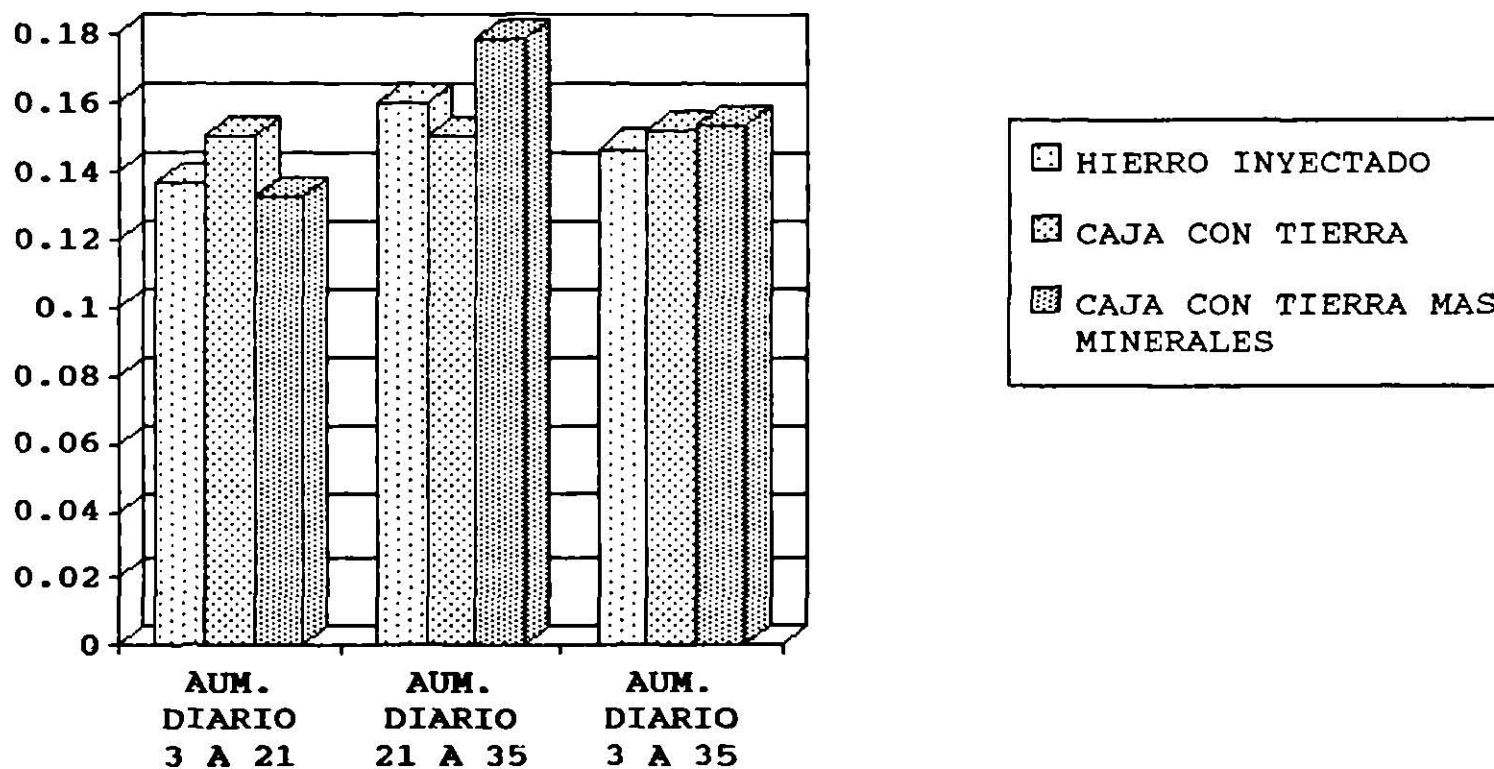
* Diferencia significativa

Gráfica A1 : Comparación del peso, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

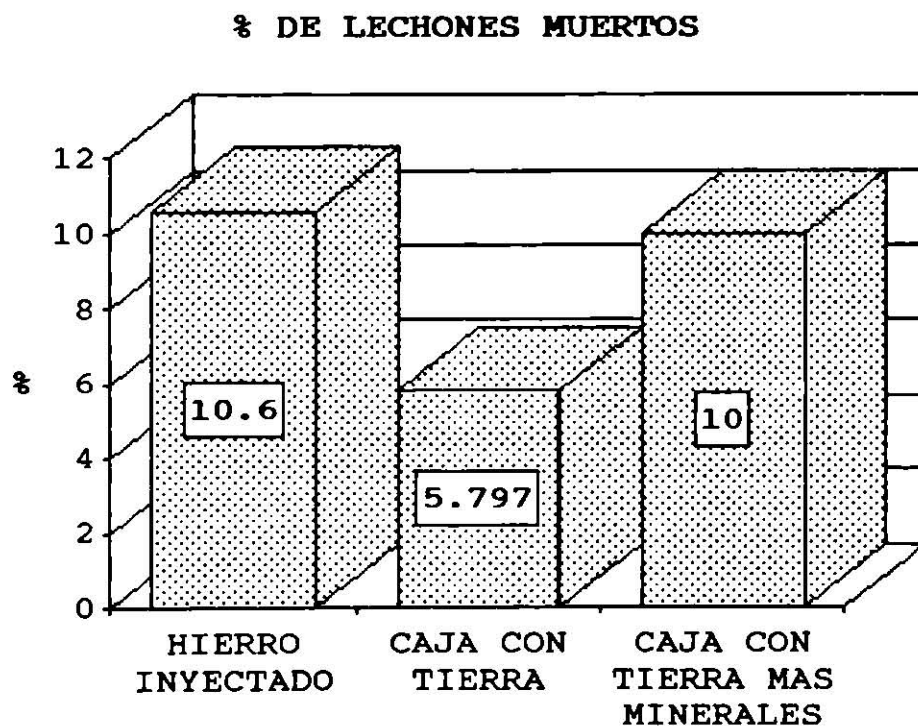


Gráfica A2 : Comparación de los aumentos diarios de peso, de los tres tratamientos, durante la prueba experimental de aplicación de hierro a lechones.

AUMENTOS DIARIOS DE PESOS



Grafica A3 - Comparación de los % de lechones muertos, de los tres tratamientos, durante el experimento de aplicación de hierro a lechones.



VII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo, 1985. Manuales para Educación Agropecuaria Porcinas. Ed. Trillos, México, D.F. Págs. 109
- 2.- Anónimo, 1991. Gleptosil. Manual Técnico
- 3.- A.R.C. 1967-1969. Necesidades nutritivas de los animales domésticos, Cerdos, Ed. Académica, León, España. Págs. 181-186, 227-231.
- 4.- Cunha, T.J. 1966. Alimentación del cerdo. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Págs. 41-63.
- 5.- Cunha, T.J. 1968. Recientes Avances en Nutrición del Cerdo. Ed. Acribia Zaragoza, España. Págs. 24-27.
- 6.- Church, D.C. y Pond W.G., 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusa, México, D.F. Págs. 190-192.
- 7.- Dunne, Howard W. 1967. Enfermedades del Cerdo. Ed. Hispano América. Págs. 875-877.

- 8.- Dukes, H.H.(1969). Fisiología de los Animales Domésticos. Ed. Aguilar S.A. Madrid, España. Págs. 622-625.
- 9.- English, Peter, Smith, William y Maclean, 1985. La Cerda: Cómo mejorar su productividad. Ed. El Manual Técnico, S.A. de C.V. México, D.F. Págs. 224-227.
- 10.- Ensminger, M.E., y Olentine, C.G. 1983. Alimentos y Nutrición de los Animales, Ed. El Ateneo, México. Págs. 455-456.
- 11.- Ensminger, M.E., 1973. Zootecnia General, Ed. Florida Buenos Aires. Págs. 626-629.
- 12.- Escamilla Arce, Leopoldo, 1965. Enfermedades de los animales de granja y domésticos. Ed. Continental. México, D.F. Págs. 142,143.
- 13.- Florez Mendez, George Alberto, 1983. Bromatología Animal. Ed. Limusa, México. Págs. 1003-1005

- 14.- Florez Mendez, George Alberto, Agraz García, Abraham A. Prof. Técnico, 1979. Ganado Porcino Ed. Limusa. México. Págs. 573-577.
- 15.- Hammond, Jhon, 1959. Avances en Fisiología Zooténica. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 67.
- 16.- Harper H.A., Rodwell; Victor W. y Mayes, P.A. 1978. Manual de Química Fisiológica, Ed. El Manual Moderno, México, D.F. Págs. 332-33, 644-650.
- 17.- Hutyra, Mayek, Manninger, 1973. Patología y Terapéutica especial de los animales domésticos. Ed. Labor Zaragoza, España. Págs. 554-555
- 18.- Jones, L. Meyer. 1969. Farmacología y Terapéutica Veterinaria, Ed. Hispano-América, México, D.F. Págs. 744-773.
- 19.- Juerggenson y Cook, 1969. Prácticas Aprobadas para la Producción porcina. Ed. Herrera Hermanos, Sucesores, S.A. México, D.F. Págs. 220-222.

- 20.- Kalb, Erich, 1972. Microfactores en Nutrición Animal. Ed. Acribia, España. Págs. 209-214.
- 21.- Lewis, Anthony, 1974. Enfermedades del cerdo, Ed. Continental, México, D.F. Págs. 244-247.
- 22.- Lucas, I.A. M. y Lorge, G.A. 1976. Alimentación de Lechones, Ed. Acribia, Zaragoza, España, Págs. 91,92.
- 23.- Meyer, Jones, L. 1980 Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Ed. Unión Tipográfica, México, D.F.
- 24.- McDowell, R.E. 1975. Bases biológicas de la Producción Animal en zonas tropicales, Ed. Acribia Zaragoza, España. Págs. 514-518.
- 25.- Miguel M. Valencia y Otros, Agosto 1989. Esterilización de Suelos. U.A. Chapingo, Dirección Académica, Centro de Educación Continua y Servicios Universitarios.
- 26.- Mortuedt, J.J., Griordano P.M., Lindasy W.L. 1983. Micronutrientes en Agricultura. Editorial AGT Editor S.A. México. Págs. 613-633.

- 27.- National Academy Press, 1979. Nutrient Requirement of - Swine. Ed. U.S. Depto. of Agriculture.
- 28.- Necesidades Nutritivas del Cerdo, 1973. Ed. Hemisferio - Sur, Buenos Aries. Págs. 15,16.
- 29.- Neundorf, R. y Seidel, H. 1974. Enfermedades del Cerdo. Ed. Acribia Zaragoza, España. Págs. 358-361.
- 30.- Parta, Angel Lazaro, 1973. Patología Porcina en image nes. Ed. Gea Barcelona, España. Págs. 116-117.
- 31.- Pond W. G. y Maner, J. H. 1976. Producción de Cerdos en Climas Templados y Tropicales, Ed. Acribia Zارا goza, España. Págs. 416-418.
- 32.- Schalm, Q.W. Durm, Dph, 1964. Hematología Veterinaria. 1a. edición. U.T.E.H.A. Págs. 51-55.
- 33.- Síntesis Porcina, 1983. Recomendaciones de raciones y premezclas, Vol. 2, No. 12. Págs. 25-38.
- 34.- Ullrich, K. 1970. Fundamentos de Patalogia Especial y Terapéutica de los animales domésticos. Ed. Acribia. Zaragoza, España. Págs. 307-309.

35.- Underwood, E.J. 1969. Los minerales en la alimentación del ganado. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Págs. 131-143.

36.- Zert. P. 1959. Vademecum del Productor de cerdos. Ed. Acribia, Zaragoza, España. Pág. 103.

