

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTOS DE LA APLICACION DE  
HIERRO A LECHONES RECIEN NACIDOS

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA  
PRESENTA:

*Guadalupe Reynaldo Ramos Mancillas*

MONTERREY, N. L.

MAYO DE 1976

T  
SF396

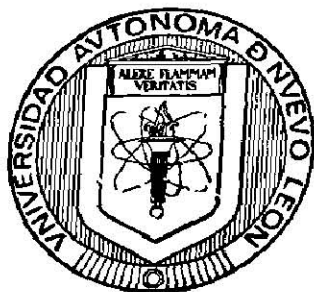
.M6  
R351

c.1



1080063545

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTOS DE LA APLICACION DE HIERRO  
A LECHONES RECIEN NACIDOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Presenta

GUADALUPE REYNALDO RAMOS MANCILLAS. **INVENTARIADO  
AUDITORIA  
U. A. N. L.**

MONTERREY, N.L.

MAYO DE 1976

3439 *RAM*

T  
SF396  
-H6  
R351



Biblioteca  
Mazza S.r.l.



UANL  
FONDO

F.Tesis TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES

AUSENCIO RAMOS GUERRA

DOLORES MANCILLAS DE RAMOS

Quienes con su cariño y amor  
me ayudaron a salir adelante  
para lograr sobrepasar esta  
importante etapa de mi vida.

A MIS HERMANOS

OLGA PATRICIA

CESAR JAVIER

JOSE ALBERTO

MARIA NORMA

ROGELIO CUAUHEMOC

LAURA SELENE XOCHIL

A MIS FAMILIARES

A MI ESPOSA PATRICIA

Con cariño.

Quien con su ayuda moral y material  
hizo posible la terminación de este  
trabajo.

A MI HIJO

RAYMUNDO DANIEL

Que empieza a vivir.

Mi sincero agradecimiento al Dr. Javier Colín  
Negrete, por su asesoría para realizar este -  
trabajo y por haberme brindado su sincera --  
amistad.

Así como al Ing. Javier García Cantú por sus  
correcciones y sugerencias.

A mis Maestros,  
Compañeros y Amigos.



## INDICE GENERAL

	Página
1.- INTRODUCCION.	1
2.- LITERATURA REVISADA.	4
2.1. Sangre y sus funciones.	4
2.1.1. Transporte de oxígeno.	5
2.1.2. Hematopoyesis.	7
2.1.3. Tipos de células de la sangre circulante.	9
2.1.4. Constantes sanguíneas.	13
2.2. Anemia.	13
2.2.1. Anemia por deficiencia de hierro.	14
2.2.2. Anemia por pérdida crónica de sangre.	15
2.2.3. Anemia Hemolítica.	16
2.2.4. Anemia Hipoplástica y Aplástica.	16
2.2.5. Clasificación de Ottemberg.	17
2.3. Anemia en lechones.	21
2.3.1. Calidad de la leche de la cerda.	31
2.4. Hierro.	36
3.- MATERIALES Y METODOS.	49
3.1. Localización de la prueba.	49
3.2. Materiales.	49

	Página
3.3. Métodos.	50
4.- RESULTADOS Y DISCUSIONES.	54
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	86
6.- RESUMEN.	88
7.- BIBLIOGRAFIA.	90

## INDICE DE TABLAS

TABLA No.		Página
1	Hemoglobina.	7
2	Tamaño de los eritrocitos.	10
3	Calidad de la leche de la cerda.	32
4	Absorción del hierro.	39
5	Necesidades y requerimientos del hierro.	48

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA No.		Página
1	Morfología de los eritrocitos en varias anemias.	20
2	Influencia del tratamiento ferruginoso sobre el valor de hemoglobina de cerdos recién nacidos (Hubbard y otros, 1952).	21
3	Variación de los diferentes componentes de la leche de cerda durante el período de lactación (de Salmon Legageur).	34

FIGURA No.		Página
4	Centrifugadora para microhematócrito, escala de lectura y tubos capilares para la determinación del volumen celular.	51

#### INDICE DE CUADROS

CUADRO No.		Página
1	Peso inicial con sus promedios correspondientes en el efecto de la aplicación de hierro a lechones recién nacidos.	54
2	Peso al destete a los 42 días con sus promedios correspondientes.	55
3	Análisis de varianza para los pesos al destete de los datos del cuadro No. 2	56
4	Peso final a los 90 días con sus promedios correspondientes.	60
5	Análisis de varianza para los pesos	

	a los 90 días de los datos del cuadro No. 4.	61
6	Determinaciones de hematócrito de la camada # 57 con sus promedios correspondientes.	66
7	Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada #57 de los datos del cuadro No. 6	66
8	Determinaciones de hematócrito de la camada # 65 con sus promedios correspondientes.	69
9	Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada # 65 de los datos del cuadro # 8.	70
10	Determinaciones de hematócrito de la camada #67 con sus promedios correspondientes.	73
11	Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada #67 de los datos del cuadro No. 10.	74

CUADRO No.

Página

12	Determinaciones de hematócrito de la camada No. 68 con sus promedios correspondientes.	77
13	Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la <u>camada</u> No. 68, de los datos del cuadro No. 12.	78
14	Determinaciones de hematócrito de la camada No. 69 con sus promedios correspondientes..	81
15	Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la <u>camada</u> No. 69 de los datos del cuadro - No. 14.	82

## 1. INTRODUCCION

Alrededor de 1/3 de todos los lechones nacidos, no alcanzan en general a llegar al mercado, y más del 80% de estas pérdidas ocurren antes de transcurridas las dos primeras semanas de vida.

Este gran problema se presentó poco tiempo después de generalizarse el empleo de los alojamientos y sistemas de explotación modernos. Sitios donde los cerdos lactantes se alojan en locales con suelo de cemento sin acceso a la tierra o pasto.

Con la finalidad, de conocer la fisiología del hierro para controlar la alta mortandad entre los cerdos lactantes, originada por anemia ferropriva, motivó este trabajo, contando con el auxilio de la farmacología que es una de las más jóvenes; de las ciencias médicas que estudia los cambios producidos en los organismos vivos por la acción de los medicamentos.

Puede decirse que el interés por la fisiología del hierro comenzó en el siglo XIX, al descubrirse que el tratamiento con sales de hierro curaba la clorosis (una forma de anemia) en las mujeres jóvenes; posteriormente se estableció un concepto más amplio de la fisiología del hierro,

al establecer que el mismo constituye una parte integral de diversas enzimas hemoprotéicas (los citocromos) y de las enzimas flavoprotéicas que realizan juntos un papel vital en el proceso oxidativo de todas las células. Entonces se demostró que el hierro interviene en la transferencia tisular, así como también en el transporte, de oxígeno a través de su presencia en la molécula de hemoglobina. La aparición de los isótopos radiactivos del hierro y la mejora que han experimentado las técnicas para su uso, durante las dos últimas décadas, han facilitado mucho las investigaciones sobre la absorción, transporte, almacenamiento y eliminación del hierro y han permitido aclarar de una manera notable su utilización por los animales y sus complejos movimientos metabólicos en el organismo. Han permitido aclarar que todos los animales poseen una capacidad muy limitada para eliminar el hierro, que la mucosa intestinal regula en gran parte la absorción y el equilibrio del hierro, que en el suero sanguíneo existe un compuesto específico ferroprotéico, el "ferritin" e interviene en la absorción y almacenamiento del mismo y que se producen cambios característicos en los niveles del hierro sérico y del hierro almacenado cuando se padece una deficiencia del hierro y en diversos trastornos patológicos de modo que la determinación de dicho nivel en el animal constituye una ayuda para el diagnóstico y detec--



ción de trastornos de la nutrición y del metabolismo de este elemento.

En este experimento se trató de evaluar los efectos de la aplicación de hierro en el desarrollo de los cerditos hasta el destete, en el contenido de hemoglobina en la sangre, en la incidencia de anemia y las conveniencias económicas y prácticas de su aplicación.

## 2. LITERATURA REVISADA

### 2.1. SANGRE Y SUS FUNCIONES.

La sangre es, probablemente, el "tejido" más importante del organismo animal. Sus funciones son muchas y variadas, y cualquier alteración de la sangre se refleja inmediatamente en la función de los tejidos así como los cambios en el metabolismo tisular van rápidamente seguidos por variaciones de la sangre. La diversidad de responsabilidades de la sangre vienen señaladas en la lista siguiente, donde figuran las funciones más importantes:

1. El transporte de oxígeno desde los pulmones a los tejidos es la función vital más importante que lleva a cabo un tejido orgánico.

2. Las sustancias nutritivas son transportadas desde los intestinos hasta los tejidos y los productos alimenticios sintetizados en el cuerpo son distribuidos desde los puntos donde se fabrican a sus lugares de utilización.

3. Los metabolitos producidos por los diversos tejidos son transportados a los emunctorios.

4. Los cambios en el equilibrio de líquidos entre las células, el líquido extracelular, y la sangre, son neutralizados por la sangre junto con los órganos de excreción.

5. El pH de los tejidos y los líquidos tisulares se conserva constantemente merced a los electrólitos y mecanismos reguladores de la sangre.

6. La temperatura del cuerpo es regulada por la absorción y liberación de calor en la sangre.

7. La sangre se encarga de distribuir todas las hormonas que son esenciales para el control y coordinación de las funciones corporales.

8. Los anticuerpos y macrófagos de la sangre son factores importantes en la defensa del cuerpo contra el ataque de los organismos patógenos.

#### 2.1.1. TRANSPORTE DE OXIGENO

La sangre de los animales domésticos acarrea de 15 a 20 ml. de oxígeno por 100 ml. de sangre arterial. De esta cantidad sólo 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 g de hemoglobina a 1.36 de oxígeno aproximadamente. Por consiguiente, es de la mayor importancia que el contenido de hemoglobina en en la sangre se mantenga a su nivel óptimo para cada especie (véase Tabla No. 1).

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

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 la proteína específica. Una deficiencia en hierro o una incapacidad para utilizarlo debido a la ausencia de otros factores, como el cobre o el cobalto, y una deficiencia en la dieta proteínica, ocasionan una anemia hipocrómica. La desorganización de la eritropoyesis o una hemorragia o hemolisis extensa da como resultado anemia que es debida a una disminución en el número de eritrocitos circulantes.

TABLA No. 1  
H e m o g l o b i n a

---

Especies	Hemoglobina aproximada (g%)	
Caballo:	10.0	$\pm 1.5$ En los caballos pura ra sangre es algo ma- yor.
Vaca:	12.03	
Oveja:	12.4	$\pm 1.4$
Cabra:	10.9	
Cerdo:	12.0	
Perro:	13.0	
Gato:	10.5	
Gallipollo:	13.5	
Gallina:	10.0	

---

(12)

### 2.1.2. HEMATOPOYESIS

El término hematopoyesis o hemopoyesis significa producción de sangre. El sistema hematopoyético está ampliamente repartido en el organismo y comprende varios órganos que tienen otras funciones además de la formación de sangre.

Tejido u órgano	función hematopoyética
Médula ósea	Produce eritrocitos, granulocitos, trombocitos y hemoglobina; almacena hierro.
Ganglios y folículos linfáticos.	Produce linfocitos y participa en la producción de anticuerpos.
Hígado	Almacena B12, ácido fólico y hierro. Produce protrombina y fibrinógeno. Transforma la bilirrubina libre en glucurónido de bilirrubina para su excreción por vía biliar. Conserva su capacidad hematopoyética embrionaria.
Bazo	Produce linfocitos, almacena eritrocitos y hierro, conserva su capacidad hematopoyética embrionaria. Destruye eritrocitos y hemoglobina mediante su extenso sistema retículo-endotelial.
Estómago	Produce ácido clorhídrico para la separación del hierro de las moléculas orgánicas complejas. Produce el factor intrínseco que interviene en la preparación de la vitamina B12 para su absorción en la mucosa intestinal.
Sistema retículo-endotelial.	Produce monocitos. Destruye eritrocitos y convierte la hemoglo-

bina en hierro, globina y bilirrubina libre. Almacena hierro.

Riñón

Sitio hipotético de producción de eritropoyetina.

(29)

### 2.1.3. TIPOS DE CELULAS DE LA SANGRE CIRCULANTE

Los eritrocitos comprenden alrededor de la mitad del volumen total de la sangre. Son elementos sumamente especializados cuya función única es la de transportar el oxígeno y el anhídrico carbónico, para cuya función están capacitados debido a su contenido en hemoglobina. En todos los mamíferos el eritrocito carece del aparato nuclear de la verdadera célula. Se halla, aparentemente, rodeado por una especie de membrana delicada constituida por sustancia de naturaleza lipoprotéica y, según numerosos investigadores, contiene un estroma fino. Es un disco bicóncavo en la totalidad de los mamíferos excepto en los Camelidae. En este grupo de animales el glóbulo rojo es oval.

El tamaño del eritrocito se mide en micras en la preparación teñida. Este método está sujeto a error debido a que se verifica cierta retracción (arrugamiento) y tam---

bién a que resulta excedido el límite de resolución del -  
microscopio. El eritrocito varía ampliamente en tamaño de  
las diversas especies de mamíferos.

Los siguientes datos recopilados de la literatura --  
(Downey, 1938; Ponder, 1924; y Scarborough, 1930-1932) -  
ilustran dicha variación.

TABLA No. 2  
Tamaño de los Eritrocitos

	Micras		Micras
Elefante de la India	9.3	Gato	5.8
Orangután	7.5	Caballo	5.7
Dromedario	7.5 x 4.2	Vaca	5.6
Perro	7.1	Oveja	5.0
Cerdo	6.1	Cabra	4.0

Los eritrocitos de aves, reptiles, anfibios y la tota-  
lidad de los peces, excepto el grupo de ciclóstomos, son  
de forma oval poseen núcleo. El eritrocito del ave de co-  
rral doméstica mide 12.1 x 7.3 micras, mientras el de al-  
gunos anfibios llega a alcanzar 69.9 x 41.3 micras.



El eritrocito se desarrolla a partir de la célula precursora de la médula roja, a través de varias etapas, hasta llegar a ser la célula que se observa en la circula---ción. Las cavidades de las vértebras, las costillas, el -esternón, otros huesos planos y las extremidades proxima-les a los huesos largos constituyen las fuentes más importantes de médula roja en el adulto. En los jóvenes, las -diáfisis de los huesos largos son activas también y producen eritrocitos. Durante la vida embrionaria, el hígado y el bazo desempeñan parte prominente en esta función, antes del desarrollo de la médula ósea.

Consecutivamente a pérdidas graves de eritrocitos, -bien por hemólisis o por hemorragia, a la médula ósea amarilla de los huesos largos del adulto es capaz de asumir nuevamente actividad eritrogenética. En las aves esta función puede recaer de nuevo en el bazo y en el hígado, --siendo así que en las anemias severas y en la eritroleucosis se encuentra hiperplasia de estos órganos.

El eritrocito sirve como un transportador pasivo del pigmento hemoglobina, proteína conjugada compleja con un contenido elevado de ion ferroso. Es a este pigmento que la sangre debe su gran eficiencia en el transporte de oxígeno y de anhídrido carbónico de los tejidos y hacia ---

ellos. Los eritrocitos contienen mayor cantidad de hemoglobina de la que sería posible que existiese en simple solución en el plasma sanguíneo. De este hecho depende la gran eficacia del sistema corpuscular.

El contenido hemoglobínico de la sangre varía de 10 a 16 gramos por 100 c.c. de sangre en los diversos mamíferos y aves. La cantidad de hemoglobina contenida en el glóbulo rojo promedio (Hemoglobina globular media) se halla en proporción a las dimensiones, en volumen, del glóbulo medio (volumen globular medio). En la cabra, un animal con glóbulos extremadamente pequeños, el eritrocito individual contiene de 6 a 7 microgramos de hemoglobina. Por otra parte, el pavo, animal que cuenta con eritrocitos sumamente grandes, el glóbulo individual contiene 58 microgramos de hemoglobina. Existe una relación inversa entre el tamaño y contenido de hemoglobina del eritrocito y la cuenta eritrocitaria. El número promedio de eritrocitos en la cabra es de aproximadamente 18,000,000 por milímetro cúbico, mientras la cifra promedio en el pavo es de 2,000,000.

Las plaquetas sanguíneas se derivan de los megacariocitos de la médula ósea; son fragmentos celulares únicamente. Forman parte del mecanismo de coagulación sanguínea por transportar tromboplastina.

#### 2.1.4. CONSTANTES SANGUINEAS

El número de pulsaciones normales del cerdo es de 60 a 80 número de glóbulos rojos, de 5 a 8 mlls. tamaño, 5 a 6 micras.

Hemoglobina, 58.5°C. 9.5 gr por 100 c.c.

Leucocitos, de 10-15,000.

Pequeños linfocitos, 21.6 (13.1-42.3); grandes linfocitos, 2.3 (1.7-3); monocitos 0.9 (0.6-1.5); formas de transición, 1.1.-2.8; neutrófilo, 72.9 (51.2-81.9); eosinófilos, 0.4 (0-1.6); basófilos, 0.1 (0-0.3%).

(26)

#### 2.2. ANEMIA

La anemia puede definirse como deficiencia en el volumen de sangre, disminución de eritrocitos o descenso del contenido de hemoglobina por debajo del intervalo fisiológicamente normal, o la concurrencia de estos factores. La anemia es un síntoma clínico muy frecuente en muchas especies animales. Puede presentarse como anemia simple o como complicación de otros disturbios. Entre las anemias no complicadas, las que se ven con mayor frecuencia son:

1) anemia por deficiencia de hierro (anemia microcítica -

hipocrómica); 2) anemia por pérdida crónica de sangre; 3) anemia hemolítica, por destrucción interna de sangre, y - 4) anemia hipoplástica y aplástica por infección y otras causas.

### 2.2.1. ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO

Los eritrocitos son más pequeños que lo anormal y con tienen menor cantidad de hemoglobina, caracteres que moti van la designación de este tipo de anemia como anemia microcítica hipocrómica.

La anemia por deficiencia de hierro puede proceder de pérdida aguda de sangre, de pérdida sanguínea crónica o - ser una simple anemia nutricional, como la que se presen ta en los lechones o en deficiencias nutricionales caracterizadas por avitaminosis, por una ración deficiente en general en un animal próximo a la inanición y cuando la - absorción intestinal es insuficiente como sucede en la en teritis catarral y en la diarrea crónica. (29) La anemia hipocrómica microcítica resulta de la defectiva síntesis de la hemoglobina. La anemia tiene comienzo gradual y se caracteriza por hiperactividad eritropoyética de la médula ósea. La cuenta total de eritrocitos puede ser normal

o próxima al nivel normal, pero la hemoglobina y el volumen de eritrocitos conglomerados están muy por debajo de los valores normales. Hay manifiesta microcitosis en el examen del frotis teñido y en cálculo de las constantes corpusculares. El examen de los frotis revela, además de hipocromia y microcitosis, alteraciones características, que son anisocitosis, poiquilocitosis, eritrocitosis con cuerpos de Howell-Jolly y precursores eritrocíticos nucleados.

(24)

#### 2.2.2. ANEMIA POR PERDIDA CRONICA DE SANGRE

Se ve con mucho mayor frecuencia en los animales que cualquiera de los otros tipos. En la mayoría de los casos, este estado se produce por infestación de parásitos chupadores de sangre como son los anquilostomas en el perro, los estróngilos en el caballo y los nemátodos chupadores de sangre en el estómago e intestinos de los rumiantes. Naturalmente, la hemorragia crónica por otras causas puede producir también este tipo de anemia. El tratamiento de la anemia por pérdida crónica de sangre es, ante todo, resolver el problema de reponer la reserva de hierro del cuerpo. Los elementos proteínicos de la sangre se reemplazan más fácilmente que el hierro.

### 2.2.3. ANEMIA HEMOLITICA

Es el resultado de la hemólisis de los eritrocitos -- por protozoarios, bacterias y virus patógenos o venenos químicos. Los eritrocitos que se encuentran en la sangre contienen la cantidad normal de hierro y de hemoglobina -- porque no existe deficiencia de estos productos. En realidad, en algunos casos, estas células están ligeramente -- agrandadas.

### 2.2.4. ANEMIAS HIPOPLASTICA Y APLASTICA

Resultan de la supresión total o parcial de la producción de eritrocitos por la médula ósea. El tamaño y el -- contenido de hemoglobina de los eritrocitos son normales: pero el número de éstos en la sangre es pequeño. No existe deficiencia de materia prima para la producción de hemoglobina y de eritrocitos: pero hay represión del proceso productivo. Este tipo de anemia es característico de en--fermedades infecciosas: el moquillo del perro, del caballo, neumonía, otras enfermedades crónicas y ciertas infecciones locales.

## 2.2.5. CLASIFICACION DE OTTENBERG:

### I. Anemias Carenciales

#### A. Deficiencia de hierro

##### 1. Pérdida de sangre

a) Sangrado crónico

b) Anquilostomiasis

c) Parásitos que se alimentan de los tejidos: co  
cidias, vermes intestinales, etc.

##### 2. Anemias nutricionales simples de los lactantes

a) Anemia del lechón

#### B. Deficiencias nutricionales

##### 1. Avitaminosis

a) Raquitismo

b) Lengua negra

c) Avitaminosis A

##### 2. Absorción intestinal deficiente

a) Enteritis catarral

b) Estenosis intestinal

c) Diarrea crónica de causa diversa

##### 3. Anemia nutricional simple del adulto

a) Dieta deficiente en general

### II. Por lesión de los órganos hematopoyéticos

#### A. Destrucción tóxica de la médula ósea

1. Anemia aplástica secundaria a:
    - a) Rayos X, radio, torio
    - b) Benceno, trinitrotolueno, etc.
    - c) Plomo, mercurio, otros metales pesados
  2. Anemia aplástica secundaria a:
    - a) Infecciones severas
    - b) Enfermedad renal
    - c) Procesos malignos: tumores, leucemia, etc.
  3. Anemia aplástica primaria (agente tóxico aún - desconocido)
- B. Reemplazamiento mecánico de la médula ósea
1. Osteosclerosis
  2. Leucemia
  3. Metástasis tumorales
- C. Interferencia con algunos estadios intermediarios de la hematopoyesis.
1. Enfermedad del bazo
  2. Enfermedad del hígado
    - a) Cirrosis
    - b) Ictericia obstructiva prolongada
- III. Por desintegración de los eritrocitos (hemólisis)
- A. Destrucción tóxica de la sangre
1. Infecciones
    - a) Bacterias, especialmente aquellas que inva-



den el torrente sanguíneo: estreptococo, leptospira, estafilococo.

b) Protozoarios: Anaplasma, Babesia.

c) Anemia hemolítica aguda febril (ganado vacuno) de causa desconocida.

2. Procesos malignos: tumores, leucemia, etc.

3. Nefritis (azotemia)

4. Quemaduras extensas

5. Venenos hemolíticos

a) Hemólisis sérica, transfusiones incompatibles, etc.

b) Hemolisinas químicas

i) Saponina

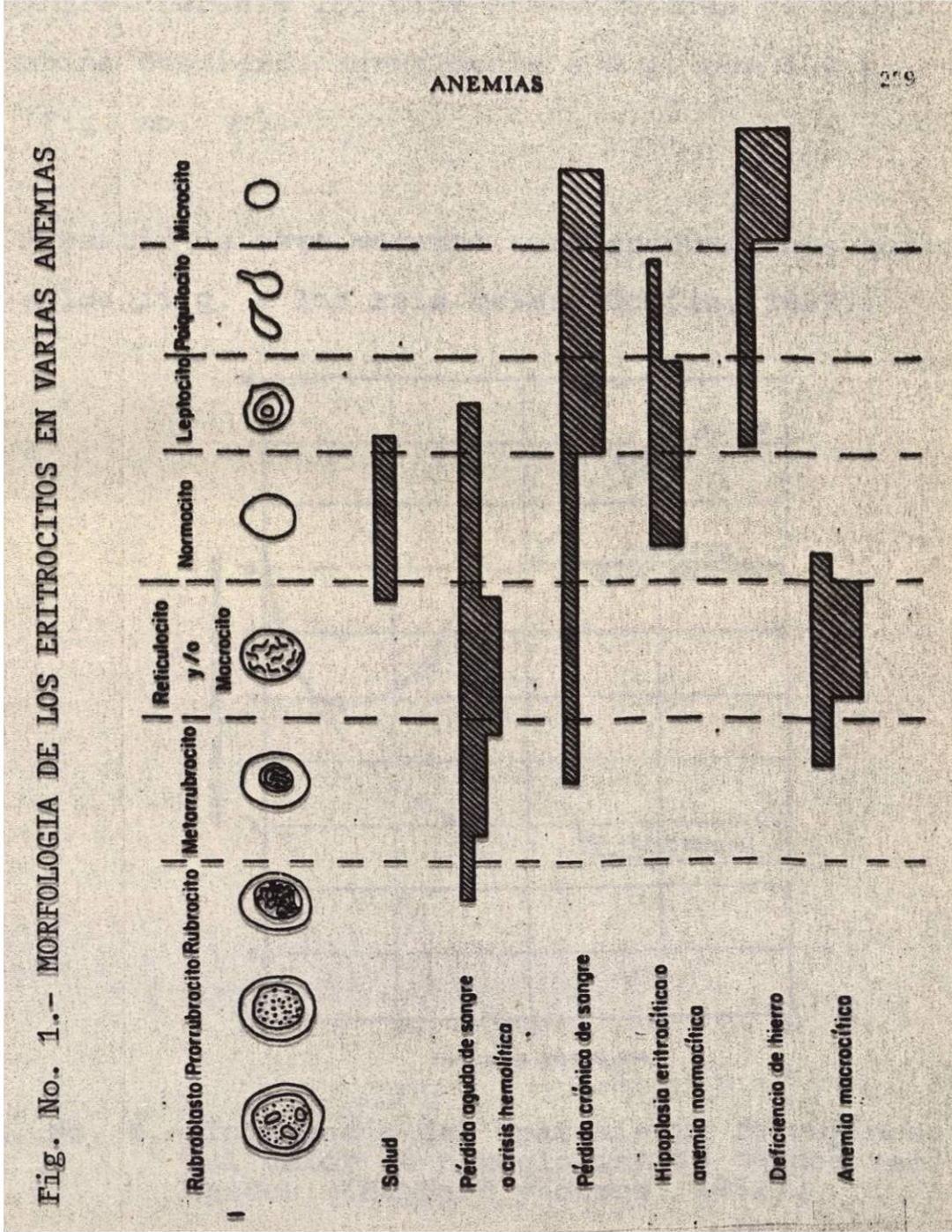
ii) Pirogalol

iii) Veneno de serpiente

iv) Plantas venenosas: hongos

v) Fenilhidrazina

vi) Clorato de potasio



### 2.3. ANEMIA EN LECHONES

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 g. por 100 ml. de sangre (Fig. No. 2').

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

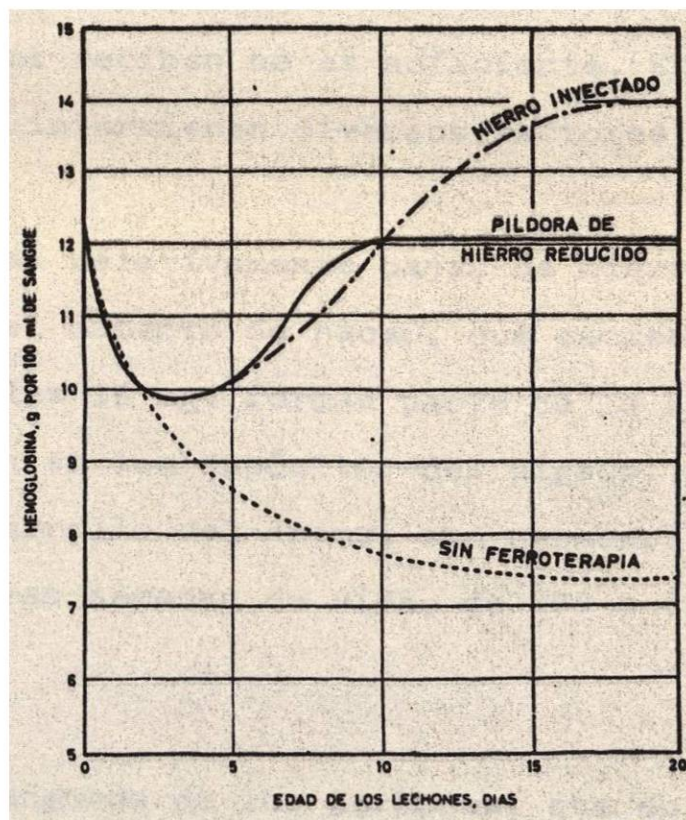


Fig. No. 2.- Influencia del tratamiento ferruginoso sobre el valor de hemoglobina de cerdos recién nacidos. (Hubbard y otros, 1952).

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 de nacimiento; este enorme crecimiento lleva consigo una síntesis intensiva de hemoglobina y de otras sustancias que contienen hierro (mioglobina

citocromo).

(19)

Un lechón requiere a diario de 15 a 20 mg. de hierro. (1 g. de hierro (Fe), está contenido en 5 g. de sulfato - ferroso ( $\text{Fe So } 4 - 7 \text{ H } 2 \text{ O}$ ).

(21)

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.

(25)

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

Menos de una décima parte de este hierro está en reserva para la formación de sangre. Es notable la escasez de hierro en la leche de la cerda; la referencia es de sólo 0.009%.

Los lechones crecen rápidamente; su peso se duplica - al final de la primera semana de vida; al final de la tercera o cuarta semana es cuatro veces el del nacimiento.

(27)

La anemia de los lechones aparece principalmente cuando los animales se crían en cochiqueras de cemento sin -- parque y en buenas condiciones higiénicas, y, sobre todo, en los meses de invierno. En el momento del nacimiento se calcula que el Fe contenido en un lechón es de 15-20 mg.

(22)

Los cochinillos lactáneos alimentados con leche materna padecen una anemia que alcanza su grado máximo en la - tercera semana de vida y los aniquila en la tercera o en la cuarta. La mortalidad es particularmente elevada en -- los meses de diciembre y marzo, y alcanza su culminación en las épocas de frío. Se han encontrado estreptococos y bacterias piógenas y bipolares.

(10)

Los lechones anémicos son más susceptibles a los factores de "stress" (tensión) y de enfermedades. En los ca-

sos de anemia avanzada, a los lechones les da sacudimientos espasmódicos que se deben a neumonía o a la secreción de fluido en los pulmones. Los más de los porcicultores no se dan cuenta de que la anemia es la causa básica de la pulmonía que el animal contrae. Esa enfermedad causa la muerte de muchos cerdos.

(1)

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 gr. 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 el forraje que les permite las condiciones de alojamiento. Los cerditos anémicos son indiferentes y blanduchos; su apetito es muy escaso y crecen menos de lo normal, o nada en absoluto; su piel es rugosa, áspera y con aspecto en-

firmizo. 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).

(30)

En el terreno anatomopatológico se aprecia, así mismo, palidez de músculos y mucosas, acúmulo de abundante líquido seroso en las cavidades orgánicas y aumento del tamaño del corazón (hipertrofia funcional). Entre los datos obtenidos en el laboratorio destacan unos valores bajos de -- hierro sérico ( $\ll 50$  mg 100 ml) elevación del nivel transferrina (GERK  $\gg 500$  mg./100 ml.) y un grado inferior de saturación de la transferrina ( $\ll 10\%$ , también ya  $\ll 15\%$ ), todo lo cual es indicio de la situación carencial de hierro (Gürtler, 1968). Valores de hemoglobina menores de 8 gr./100 ml. obligan a sospechar la anemia, que se hace evidente con cifras de hemoglobina inferiores a 6 gr./100 ml.

(15)

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.

(3)

Pues el lechón necesita absorber 7 mg diarios de hierro para su desarrollo normal. La leche de la cerda contiene muy poco y usualmente suministra al lechón aproximadamente 1 mg. por día. Por lo tanto, si al lechón no se le da una cantidad adicional de hierro muy pronto se pone anémico.

(1)

La anemia ferropénica se presenta sólo en los lechones criados exclusivamente en estabulación (cría de invierno) o en explotación fija al aire libre.

De acuerdo con la magnitud de la carencia de hierro,

así serán las manifestaciones producidas. Se han utilizado varias denominaciones para la enfermedad. La más empleada es la de "anemia" de los lechones. El hierro es necesario en los cerdos para la formación de la hemoglobina, para la producción de fermentos que regulan el metabolismo de los tejidos, para eliminar venenos tóxicos y para combatir las infecciones de enfermedades. Los lechones, al encontrarse en plena formación de tejidos musculares, son especialmente sensibles en caso de deficiencia de hierro, a causa de las necesidades relativamente mayores de este mineral.

(3)

Se ha calculado que el cerdito obtiene aproximadamente 6 mg. de hierro en la leche durante la primera semana y un total de aproximadamente 23 mg en las tres primeras semanas de vida.

Sin embargo, las necesidades de hierro para producir la hemoglobina del creciente volumen sanguíneo se aproxima a 7 mg por día.

En la primera semana de vida, y a medida que el organismo duplica su tamaño, se produce una disminución fisiológica

lógica de la concentración de hemoglobina. El nivel de -- hemoglobina disminuye en 25-30%. Si no se dispone de una fuente de hierro, los cerdos se tornan intensamente anémicos durante las siguientes dos a tres semanas, lo que origina fallecimientos, cerdos atróficos y disminución de la resistencia a las enfermedades. La recuperación espontánea se inicia aproximadamente durante la quinta o sexta semana de vida, cuando los cerdos comienzan a ingerir --- otros alimentos además de la leche.

Los cerdos criados en el exterior, pero no sobre hormigón son menos anémicos que los criados bajo techo. Durante un tiempo se pensó que la luz solar y el ejercicio eran factores necesarios para la producción de hemoglobina, pero después se demostró que el contacto con el suelo durante los primeros días de vida eran importantísimos para evitar la anemia. La tierra puede contener hasta 1.5% de hierro y los cerditos comienzan a hozar aproximadamente el tercero o cuarto día. El examen del lavado del intestino ha dado hasta 500 mg. de hierro. Si, por la inclemencia del tiempo, es necesario criar los cerdos bajo techo y sobre pisos de hormigón, es importante poner tierra en las pocilgas. La adición de hierro a la dieta de la marrana durante la preñez y la lactancia puede causar un li

gero aumento en el contenido de hierro de la leche, pero no lo suficiente para evitar la anemia en los cerditos.

(29)

El hierro es un elemento esencial en la hematopoyesis normal y en la prevención de la anemia nutricional. Los lechones recién nacidos tienen un promedio de 47 miligramos de hierro y necesitan absorber aproximadamente 7 miligramos por día para su crecimiento normal. La leche de las marranas contiene en promedio, 3 mg. de hierro por litro.

(2)

Con la leche de la cerda ingresan en el organismo de las crías durante las 3 primeras semanas de vida por término medio 33 mg. de hierro. Las necesidades totales de hierro correspondientes a un aumento de peso de 4'5 kg. en las 3 primeras semanas se calculan en unos 100 mg. por lo cual es obligado suplementar la dieta de estas crías con hierro. Cuando los animales se explotan en parques, ingieren suficiente cantidad de este elemento merced a las pequeñas partículas de tierra que toman al hozar. Colocando

césped o tierra en las cochiqueras de parto se mejora con considerablemente el aporte de Fe a los lechones. Al hozar - en las heces de la cerda madre también ingieren las crías cantidades adicionales de hierro.

Cuando la suplementación de Fe es insuficiente, se -- produce ya en el plazo de una semana después del nacimiento un descenso de la tasa de hemoglobina en sangre, que, partiendo de 12-13 gr. de Hb por 100 c.c., disminuye a menos de 8 gr.

La anemia de los lechones se caracteriza por una disminución del número de eritrocitos, de su tamaño (microcitos) y de la concentración de hemoglobina en los mismos (hipocromía). La cantidad de Fe presente en el plasma descende, mientras que el movimiento de Fe y la concentración de transferrina del plasma se hallan aumentados.

(22)

### 2.3.1. LA CALIDAD DE LA LECHE

En la tabla 3 se reseña la composición química del calostro y leche de cerda según los resultados obtenidos --

por los investigadores de Shinfield (Braude et al, 1947, y comunicaciones privadas). Recientes trabajos sobre el mismo tema concuerdan con los primeros resultados. Braude et al (1947) y Smith (1952 a, 1952b) han estudiado el comportamiento de los principales constituyentes de la leche de cerda.

TABLA 3.- Composición del calostro y de leche de cerda -  
(según Braude et al, 1947, y datos no publicados)

		Calostro	Leche
Sólidos totales	g/100 g	25'76	19'89
Grasa	g/100 g	4'43	8'25
Sólidos no grasosos	g/100 g	21'33	11'64
Proteínas	g/100 g	17'77	5'79
Lactosa	g/100 g	3'46	4'81
Cenizas	g/100 g	0'63	0'94
Calcio	g/100 g	0'053	0'25
Fósforo	g/100 g	0'082	0'166
Vitamina A	U.I./g grasa	71'1	11'0
Vitamina D	U.I./g grasa	-	0'55
Vitamina C	mg/100 ml.	30'06	13'0
Tiamina	μg/100 ml.	96'8	67'7
Riboflavina	μg/100 ml.	135'0	137'0
Acido Nicotínico	μg/100 ml.	165'0	836'0
Acido pantoténico	μg/100 ml.	130'0	427'0
Piridoxina	μg/100 ml.	2'5	20'0
Biotina	μg/100 ml.	5'3	1'4
Vitamina B 12	μg/100 ml.	0'15	0'17
Hierro	μg/100 ml.	265'0	179'0
Cobre	μg/100 ml.	-	20-134

Según Venn, McCance y Widdwson (1947).  
Según Carpenter (1947)

La mayoría de los autores coinciden en señalar que -- las variaciones que sufre la leche en este período puede resumirse como sigue:

1/ El contenido en materia seca total y en materias - protéicas varía en sentido contrario de la cantidad de leche, presentando una cantidad mínima en la cuarta semana de la lactación, en el momento en que hay mayor secreción láctea.

2/ El contenido en lactosa varía paralelamente a la - cantidad de leche. Y, por tanto, su máximo porcentaje -- coincide exactamente con la máxima cantidad de leche producida.

3/ Las variaciones de contenido en materia grasa son más inciertas, aún cuando siguen las variaciones observadas en las materias protéicas, pero en sentido inverso de la cantidad de leche. El máximo porcentaje en grasa se al canza al final de la lactación. En algunas hembras inclusive se citan casos en que este aumento del contenido gra so no se produce hasta el final de la misma.

4/ La producción de materias minerales aumenta progre sivamente con lentitud, desde la iniciación hasta el fi--

nal de la lactación (Figura No. 3.).

(5)

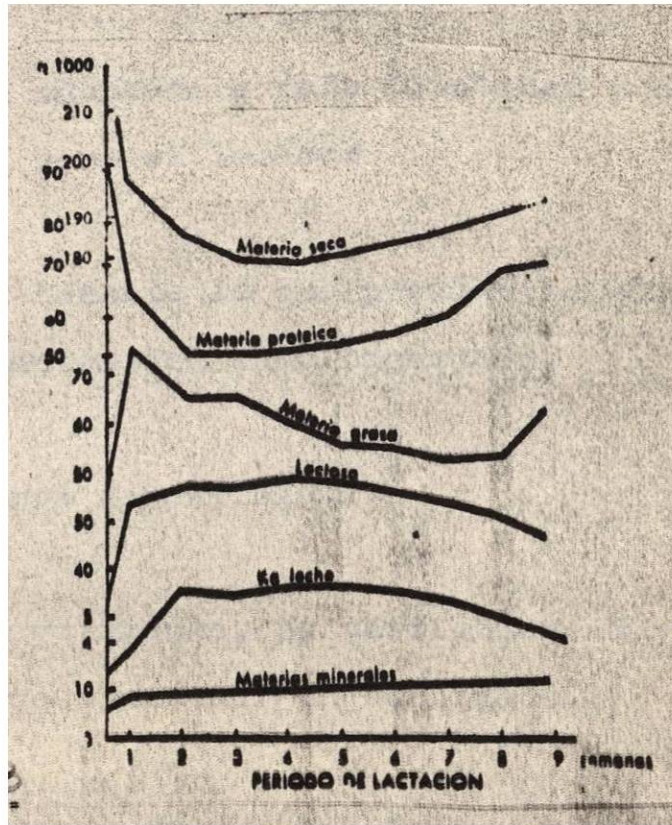


Fig. No. 3.- Variaciones de los diferentes componentes de la leche de cerda durante el período de lactación (de Salmon Legagneur).

(5)

Debemos tener en cuenta además que el tubo digestivo no está preparado todavía para recibir alimentos adecuados, y es por lo que el primer alimento debe tener una composición compatible con una digestión poco desarrolla-



da, y contener los productos necesarios para la actividad del estómago.

El calostro está adaptado a esta finalidad y constituye el alimento ideal para el lechón;

- Es ligeramente laxante lo que permite la eliminación rápida de los excrementos del tubo digestivo.

- Es muy fácilmente digestible.

- Es muy rico en vitaminas, en particular la vitamina A, que el lechón puede almacenar en su hígado.

Además el calostro aporta al lechón los medios de defensa necesarios, dado que su contenido en ciertas materias proteicas en especial las gammaglobulinas, que son idénticas a las de la sangre, es muy importante, pues una gran cantidad de anticuerpos está ligada a esas gammaglobulinas. Como consecuencia de la ausencia de jugos digestivos estas gammaglobulinas atraviesan sin sufrir ninguna modificación la pared del intestino y confieren a los lechones, en las horas que siguen a su ingestión, medios de defensa contra los microbios; su efectividad se prosigue durante algunos días, lo que permite al lechón fabricar -

sus propios anticuerpos.

La absorción de las gammaglobulinas disminuye a partir del nacimiento en un 50% cada tres horas a medida que se establecen las secreciones digestivas que las destruyen. Siendo máxima en el curso de las primeras 24 horas, disminuye rápidamente en los días siguientes y desaparece hacia el quinto día.

(7)

#### 2.4. HIERRO

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. El hierro de la leche es absorbido en un 80-98%. Compuestos férricos de buen aprovechamiento son el lactato, fumarato y citrato de hierro. Cuando los animales herbívoros ingieren hierro muy por encima de las necesidades, lo que suele ocurrir con frecuencia, sólo 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 os-

cila normalmente entre 80 y 200 g por 100 c.c. En los cerdos jóvenes, como consecuencia de la unión del hierro -- plasmático con proteínas específicas del plasma, resulta mínima la pérdida de Fe por los riñones; también a través de las glándulas del canal gastrointestinal se eliminan sólo cuantías muy reducidas de Fe, sobre todo con descamaciones epiteliales. Durante la gestación tiene lugar el ingreso de Fe en el feto, en cuyo hígado y bazo se forma cierto depósito.

La excreción de hierro con la leche es independiente de la cuantía del aporte. Administrado cantidades elevadas de Fe a hembras lactantes, no puede detectarse ningún aumento estimable en la excreción de Fe. La tasa de Fe -- existente en la leche de cerda (1'4-2'4 mg por litro) es mayor que en la leche de vaca (0'3-0'6 mg por litro).

---

Elemento (Micro)	Algunas funciones
Hierro	Componente de la hemoglobina y mioglobina; componentes de citocromos, citocromo oxidasa y xantina oxidasa.

---

La absorción de hierro es escasa, si se compara con la de otros elementos minerales. La absorción sólo 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 una proteína (apoferritina) y el Fe apoferritina forman la ferritina, que se lleva el hierro por el organismo. Como consecuencia de este mecanismo, si existe una deficiencia proteica, aún cuando sea suficiente el aporte de hierro, la absorción de este elemento es nula o insuficiente. El hierro liberado en el curso de los procesos de desdoblamiento vuelve a ser utilizado en más del 90% en el metabolismo intermediario, por lo cual es muy escasa la tasa de Fe excretado por heces y orina. Como consecuencia de este ahorrativo metabolismo, en los animales adultos es muy raro encontrar síntomas de carencia férrica (sólo 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.

Las necesidades de hierro de nuestras especies domésticas pueden fijarse por término medio de 30 mg. por kilo de extracto seco.

(4)

TABLA No. 4.- Absorción del hierro.

Elemento (micro)	Punto principal de absorción.	Mecanismo	Forma en que se absorbe.	Condiciones que favorecen la absorción.
Hierro	Duodeno proximal y algo por todo el tubo intestinal.	Transporte activo.	Fe <sup>++</sup>	Acidez favorecida por la manosa, fructuosa y glucosa; proteína dietética apropiada; necesidad corporal de hierro.

(17)

Para prevenir la carencia se recurre al suministro de diferentes compuestos que contengan hierro y cobre. En un principio se empleaba el sistema de utilizar simples pinchamientos en las mamas de las cerdas, con una solución

al 0.1% de caparrosa azul (sulfato de hierro con impurezas de cobre). Este procedimiento ha sido sustituido por el empleo de pomadas que contienen estos metales y que se aplican del mismo modo, para que puedan ser absorbidas -- por los lechones en el momento de mamar. Actualmente se emplean productos a base de hierro dextrano que se aplican por inyección intramuscular, y que tienen efectos muy satisfactorios, aún cuando en algunas ocasiones el producto se enquistó y formó abscesos de gravedad muy variable. También se ha recurrido a la pulverización de estos productos por vía oral mediante una cánula y al pincelamiento directo en la piel de los lechones, para así lograr una resorción transcutánea.

(14)

También puede conseguirse mediante inyección intramuscular de compuestos orgánicos de hierro (v.gr., preparados de hierro dextrano), que ceden el hierro relativamente despacio, evitándose así una acción tóxica. Se aplicarán a los 2-5 días de vida y en la cuantía de 100-200 mg. de Fe por lechón. Es importante reforzar esta acción con un aporte suficiente de vitamina E.

(21)

Se puede proporcionar hierro a los cerditos lactantes mediante aplicación diaria de una solución saturada de -- sulfato de hierro a las tetas de la marrana o administrado a los lechones dosis de 30 mg. diarios de pirofosfato de hierro durante la segunda semana de vida. Ambos métodos son engorrosos y por ello se procuró encontrar un tratamiento más sencillo. Una inyección intramuscular única de 100 mg. de hierro en forma de complejo férrico de dextrana, administrada al cuarto día de vida, evita la anemia en los cerditos.

(29)

Al alimentar a las cerdas de vientre se procurará que reciban suficiente cantidad de proteínas (proteína animal, lisina), vitaminas (en particular, vitaminas A y B) y elementos vestiginales (Fe, Cu, Mn). Sin embargo, no es posible aumentar las reservas de hierro de lechones recién nacidos elevando la cantidad de hierro administrada a la cerda gestante. Tampoco en la cerda lactante puede elevarse el contenido de hierro en la leche por encima de unos 100 g/100 ml. El aporte óptimo de nutrientes a la cerda sólo tiene la consecuencia de que nazcan lechones sanos y vivaces. A éstos se les debe dar complementos de hierro.

También se les puede facilitar en las cochiqueras tie

rra, terrones de césped o productos semejantes.

La administración de hierro por vía oral con el agua de bebida (sulfato de hierro, fumarato de hierro) o como complemento del pienso resulta insegura, debido a la irregular ingestión por los lechones. Se ha recomendado a título tanto profiláctico como terapéutico la inyección de preparados de hierro-dextran: 150 a 200 mg. de hierro por animal (de 2 a 3 ml. de Ursoferran 75) aplicados por vía intramuscular profunda. Si es preciso, repetir al cabo de unas 2 semanas.

(15))

La cantidad de hierro elemental en la hemoglobina es de 0.335% del peso molecular del pigmento. De la mitad a los tres cuartos del hierro total contenido en el cuerpo están en la hemoglobina. El hierro es también un componente de la mioglobina y de varias enzimas. Sin embargo, la escasez de hierro en el organismo se hace mucho más patente en la disminución de hemoglobina que en la de otras sustancias que contienen hierro. La mengua en la síntesis de hemoglobina por deficiencia de hierro puede ocurrir por ingreso insuficiente o por excesiva pérdida del elemento.

(24)



El elemento vestigial que es el hierro (Fe) desarrolla diversas funciones en el organismo:

- Como componente de la hemoglobina, pigmento de los glóbulos rojos, sirve para el transporte de oxígeno en el cuerpo.

- Resulta necesario para la formación de una reserva de oxígeno en el músculo por medio de la mioglobina, pigmento muscular.

- En el metabolismo oxidativo celular desempeña importante papel como elemento constituyente del fermento respiratorio amarillo.

Más de la mitad del hierro presente en el organismo se encuentra ligado a la hemoglobina; otras cantidades de Fe se hallan en la mucosa intestinal, hígado, bazo y médula ósea.

Las carencias de hierro ocasionan por desgracia en muchas poblaciones porcinas elevadas pérdidas todavía estando especialmente predispuestos los lechones. La falta de hierro altera la síntesis de la hemoglobina, lo que provoca anemia (ver punto 2.1.5.) que, a su vez, es moti-

vo de retraso del crecimiento, diarrea, falta de resistencia ante las infecciones e incluso muerte.

A pesar de su importancia, el cuerpo animal sólo contiene pequeñas cantidades de él. Efectivamente, sólo existe en un 0.01 a 0.03% de hierro en el cuerpo de los animales, que corresponde a 10 o 15 g. de hemoglobina por cada 100 c.c. de sangre según la especie y edad del animal.

La formación de la hemoglobina es un fenómeno constante en la vida de los animales; si sus reservas orgánicas disminuyen o el hierro no se puede utilizar (falta de cobre), sobreviene la llamada anemia nutricia, distinta a la del tipo pernicioso y a la debida a fuertes hemorragias. Puede presentarse en el ganado vacuno, ovino, caprino y porcino adultos, cuando los animales consumen alimentos que contengan poco hierro y cobre (pobreza del suelo).

(16)

El hierro y el cobre constituyen también oligoelementos muy importantes, ya que son imprescindibles para la normal formación de los glóbulos rojos y su pigmento.

La carencia es más frecuente en las camadas que nacen al principio de la primavera, ya que por entonces, a cau-

sa del frío, las cerdas se mantienen encerradas en sus -- alojamientos y los lechones no reciben el aporte suficiente. Por lo demás, como quiera que el suelo se prepara muchas veces a base de una capa de cemento, los animales no pueden hozar, de aquí el nombre de enfermedad del cemento con que se conoció esta anemia hace algunos años.

(14)

El Dr. J.A. Froseth y otros investigadores de Purdue efectuaron recientemente la comparación del fumarato fe-- rroso con el sulfato ferroso en una ración, a la que sólo tenían acceso los cerditos, consumida 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 - frnete 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. El Dr. B.C. Harmon y otros investigadores de la Estación de Illinois demostraron también que los cerdos que consumían sulfato ferroso, mezclado con la ración Illinois 16, ganaron peso con mayor rapidez que -- los cerdos que recibieron otros compuestos de hierro. Por ello los conocimientos actuales no conceden ninguna venta ja especial al fumarato ferroso sobre otros compuestos de

hierro que son fuentes eficaces para suplementar hierro.

(9)

Extraordinariamente importante es la misión del hierro en la hemoglobina al permitir la unión reversible del oxígeno molecular a efectos de transporte. Alrededor del 70% del Fe total del organismo se encuentra contenido en la hemoglobina y el 9% en la mioglobina. El hierro de transporte y depósito, la ferritina (proteína con el 25% de Fe, preferentemente en el bazo, hígado y mucosa intestinal) y la hemosiderina constituyen alrededor del 16% del total corporal.

(4)

En el cuerpo animal, el hierro es mejor conocido como un componente de la hemoglobina, y su importancia a este respecto no puede superestimarse. Sin embargo, el hierro se presenta en otros puntos del cuerpo. Todos los tejidos contienen hierro en forma de enzimas respiratorias, y el músculo también contiene el compuesto miohemoglobina. Aunque la mayor parte del hierro de la sangre está en la hemoglobina, existe el transporte de hierro por el plasma de importancia funcional. Se transporta en forma de un complejo hierro-globulina, la siderofilina, donde se com-

binan dos átomos de hierro férrico con una globulina plasmática.

(13)

Se encuentra en las partes verdes de los vegetales, - aunque en menor concentración figura también en las raí-- ces, tubérculos y plantas carentes de clorofila. En los - organismos animales figura ampliamente distribuído, distinguiéndose dos tipos de compuestos, ambos con importantes papeles biológicos: los transportadores de oxígeno y los catalizadores de los fenómenos de oxirreducción. Pertene-- cen al primer grupo las diferentes hemoglobinas y al se-- gundo, el fermento respiratorio de Warburg, los citocro-- mos, catalasas, etcétera.

(16)

Excreción del hierro. Por lo general, la excreción - del hierro es tan ligera que puede considerarse despreciable. En el perro, el contenido de hierro del cuerpo está regulado por la absorción en el tubo digestivo. Experimentos de excreción realizados con hierro radioactivo han -- mostrado que en la orina no se elimina nada de hierro, o sólo indicios. En las heces, la excreción es de menos de - 0.5 mg. por día, y en la bilis, la cantidad de hierro elimi

minada es aproximadamente 0.01 mg. No se produce excreción apreciable de hierro por la piel del perro durante la primera semana después de la medicación bucal o intravenosa de hierro radioactivo (Stewart y otros, 1950).

(23)

---

TABLA No. 5.- Necesidades y requerimientos de hierro.

---

Necesidades del ganado porcino (1962) en hierro:

80 mg/kg de pienso; 8 mg/cerdo de 5 kg peso.

(8)

Requerimientos diarios de hierro (mg. por animal y día):

Lechón - - - - - 15-20

Cerdo de engorde - - - - - 30-40

Cerda lactante - - - - - 40-60

1 g. de hierro (Fe) está contenido en 5 g. de sulfato ferroso (Fe SO<sub>4</sub> - 7 H<sub>2</sub>O)

---

(21)

### 3.- MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1. Localización de la prueba:

La presente prueba se llevó a cabo, una parte en la Estación Pecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L.; localizada en la exhacienda El Canada, Municipio de General Escobedo, N.L.; Donde se tomó el material ( sangre ) que fué analizada en el laboratorio de farmacología y toxicología de la Facultad de Medicina de la U.A.N.L.

#### 3.2. Materiales:

Se emplearon 25 lechones, puros; 20 de raza York-Shire, donde 10 lechones fueron hembras y los otros machos. 5 de la raza Duroc-Jerrey, donde 3 lechones fueron hembras y 2 machos, todos provenientes de marranas del 3er.-parto.

jeringas de 10 cm.  
agujas hipodermicas  
alcohol  
algodón  
hierro dextran hidrogenado

vitaminas y minerales  
azul de metileno  
bascula  
sujeta puercos  
centrifugadora para micro-hematócrito  
escala de lectura  
tubos capilares  
caja protectora de los tubos capilares  
plastilina  
lancetas

### 3.3.- METODOS:

Determinación del hematócrito Wintrobe. Por este - - -  
procedimiento se mide el paquete de glóbulos rojos compa-  
rándolo con los restantes constituyentes sanguíneos. Nor-  
malmente el volumen de eritrocitos está en proporción di-  
recta con el número de los mismos y con la cantidad de he-  
moglobina. Por ello esta prueba proporciona la misma in--  
formación que la cuenta de eritrocitos o la determinación  
de hemoglobina; en ciertas anemias esta interrelación cam-  
bia, siendo necesario correlacionar los datos del hemató-  
crito, del número de eritrocitos y de la determinación de  
hemoglobina con el fin de poder precisar la etiología.

Volumen globular. El volumen globular depende del ta



maño y número de eritrocitos por unidad de volumen de 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 del hierro. Para los fines prácticos de establecer un valor normal del volumen globular en cualquier especie de animal doméstico, los valores normales aprobados de la hemoglobina deben ser multiplicados por 3.



FIGURA No. 4.- Centrifugadora para microhematócrito, escala de lecturas y tubos capilares para la determinación del volumen celular.

Se usó el método microhematócrito se emplea centrifuga del hematócrito Internacional emplea tubos capilares mayores; es decir: 75 X 1.0 mm. Se ha dicho que tubos mas largos necesitan un periodo de centrifugación --

más prolongado para obtener la aglomeración completa de los glóbulos rojos y que los diámetros mayores pueden tener calibre interior poco uniforme. El tubo 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, como se describió antes, o con un tapón de arcilla. Se hace la centrifugación a 11000 r.p.m. durante cinco minutos. El método capilar con tubos de 75 X 1.0 mm ha sido adaptado para su empleo en la centrífuga que se usa en el método del hematócrito de Wintrobe, y la centrifugación a 2260 X G durante treinta minutos!

En métodos estadísticos se utilizó el modelo.

$$y_{ij} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \epsilon_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, r$

$$j = 1, 2, 3, 4, 5, (t)$$

del diseño de bloques al azar, la unidad experimental fué un lechón.

Las muestras de sangre se tomaron

1a. Recién nacidos, al día

2a. A los 15 días

3a. A los 30 días

4a. A los 45 días

5a. A los 60 días

6a. A los 75 días

7a. A los 90 días

Los pesos se tomaron

1o. inicial recién nacido

2o. destete 42 días

3o. final 90 días

Los tratamientos que se probaron en lechones de cinco ma--  
rranas fueron:

- T1 = Hierro Dextrán Hidrogenado (Una dosis) inyección intramuscular de 100 mg. al primer día de nacido.
- T2 = Hierro Dextrán Hidrogenado (dos dosis) inyección intramuscular en dos aplicaciones, cada una con 100 mg. La primera recién nacidos (al día) y la segunda a los diez días de nacidos.
- T3 = Hierro Dextrán Hidrogenado y Vitaminas (una do--sis). El hierro en inyección intramuscular de 100 mg. al primer día de nacidos y las vitaminas por vía oral en tres aplicaciones cada una de 5cc. y con un intervalo de 6 horas al primer día de nacidos.
- T4 = Hierro Dextrán Hidrogenado y Vitaminas (dos do--sis). El hierro en inyección intramuscular en dos aplicaciones, cada una con 100 mg., la primera recién nacidos (al día) y la segunda a los diez días de nacidos. Las vitaminas por vía oral en seis aplicaciones cada una de 5 cc y con un intervalo de 6 horas, la mitad al día de nacidos y la otra mitad a los diez días.
- T5 = Testigo. Ninguna aplicación.

#### 4.- RESULTADOS Y DISCUSION

Cuadro No 1.- Peso inicial con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de hierro a lechones recién nacidos.

	C1	C2	C3	C4	C5	Suma de T	Y
T1	1.380	1.500	1.880	1.445	1.375	7.580	1.516
T2	1.230	1.525	1.965	1.410	1.385	7.455	1.491
T3	1.380	1.635	1.800	1.525	1.105	7.445	1.489
T4	1.075	1.750	1.740	1.445	1.170	7.180	1.436
T5	1.435	1.725	1.820	1.405	1.100	7.485	1.497
Suma de Cam.	6.500	8.135	9.145	7.230	6.135	37.145	

El análisis de varianza para pesos iniciales no fué significativo estadísticamente para los niveles de probabilidad .05 y .01.

Cuadro No. 2.- Peso al destete a los 42 días con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de hierro a lechones recién nacidos.

	C1	C2	C3	C4	C5	Suma de $\bar{T}$	$\bar{Y}$
T1	12.200	10.000	6.400	10.200	9.000	47.800	9.560
T2	13.600	11.000	7.000	10.400	9.400	51.400	10.280
T3	10.800	8.600	6.600	10.400	6.900	43.300	8.660
T4	9.900	11.100	6.200	9.800	7.200	44.200	8.840
T5	6.200	9.100	4.000	7.000	5.500	31.800	6.360
SUMA DE CAM.	52.700	49.800	30.200	47.800	38.000	218.500	

Cuadro No. 3.- Análisis de varianza para los pesos al des-  
tete de los datos del cuadro No. 2

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	E. Cal.	F.T. .01-.05
Bloques	4	69.95	17.4875	16.3342**	3.014.77
Trat.	4	43.62	10.9050	10.1858**	3.014.77
Error	16	17.13	1.0706		
T corr.	24				

\* \* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los trata-  
mientos probados; para detectar cuales son estas diferen-  
cias , se procedió a desarrollar la comparación de prome-  
dios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas con-  
clusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCAN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIO DE TRATAMIENTOS .05 AL DES  
TETE.

—  
Y  $T_2 - T_5 = 3.92$  mayor que 1.527 por lo tanto  $T_2 \neq T_5$

—  
Y  $T_2 - T_3 = 1.62$  mayor que 1.494 por lo tanto  $T_2 \neq T_3$

—  
Y  $T_2 - T_4 = 1.44$  menor que 1.457 por lo tanto  $T_2 = T_4$

—  
Y  $T_2 - T_1 = 0.72$  menor que 1.388 por lo tanto  $T_2 = T_1$

—  
Y  $T_1 - T_5 = 3.20$  mayor que 1.494 por lo tanto  $T_1 \neq T_5$

—  
Y  $T_1 - T_3 = 0.90$  menor que 1.457 por lo tanto  $T_1 = T_3$

—  
Y  $T_1 - T_4 = 0.72$  menor que 1.388 por lo tanto  $T_1 = T_4$

—  
Y  $T_4 - T_5 = 2.48$  mayor que 1.457 por lo tanto  $T_4 \neq T_5$

—  
Y  $T_4 - T_3 = 0.18$  menor que 1.388 por lo tanto  $T_4 = T_3$

—  
Y  $T_3 - T_5 = 2.30$  mayor que 1.388 por lo tanto  $T_3 \neq T_5$



DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS  $\alpha = 0.01$  AL DESTETE

$\bar{Y}_{T2-T5} = 3.92$  mayor que  $2.101$  por lo tanto  $T2 \neq T5$

$\bar{Y}_{T2-T3} = 1.62$  menor que  $2.059$  por lo tanto  $T2 = T3$

$\bar{Y}_{T2-T4} = 1.44$  menor que  $2.008$  por lo tanto  $T2 = T4$

$\bar{Y}_{T2-T1} = 0.72$  menor que  $1.911$  por lo tanto  $T2 = T1$

$\bar{Y}_{T1-T5} = 3.20$  mayor que  $2.059$  por lo tanto  $T1 \neq T5$

$\bar{Y}_{T1-T3} = 0.90$  menor que  $2.008$  por lo tanto  $T1 = T3$

$\bar{Y}_{T1-T4} = 0.72$  menor que  $1.911$  por lo tanto  $T1 = T4$

$\bar{Y}_{T4-T5} = 2.48$  mayor que  $2.008$  por lo tanto  $T4 \neq T5$

$\bar{Y}_{T4-T3} = 0.18$  menor que  $1.911$  por lo tanto  $T4 = T3$

$\bar{Y}_{T3-T5} = 2.30$  mayor que  $1.911$  por lo tanto  $T3 \neq T5$

En las comparaciones de promedios de tratamientos -- usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad .05 y .01, nos indican que el tratamiento 2 es diferente al tratamiento 5 y al 3 , e igual al tratamiento 4 y al 1.

El tratamiento 2 consistió en dos aplicaciones de -- hierro dextrán hidrogenado, cada una de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia al destete de 3.92 Kg. con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un costo de \$10.00 , el incremento en carne es de 3.92 Kg. , el kilo de carne al destete ( líneas puras ) tiene un costo de \$98.20, que da un total de \$ 384.95 que representa un incremento en el ingreso de \$ 374.95, promedio por lechón. El kilo de carne al destete ( producción de carne ) tiene un precio de \$49.10, que da un total de \$197.50 que representa un incremento en el ingreso de \$187.50, promedio por lechón -- (según tabulación de precios de la unión de porcicultores del estado de Nuevo León ).

Cuadro No. 4.- Peso final a los 90 días con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de hierro a lechones recién nacidos.

	C1	C2	C3	C4	C5	Suma de T.	$\bar{Y}$
T1	38.000	36.600	28.500	40.600	35.200	178.900	35.78
T2	40.600	37.600	36.200	43.200	36.600	194.200	38.84
T3	35.800	37.000	34.600	41.400	28.200	177.000	35.40
T4	37.900	35.400	29.500	37.000	30.200	170.000	34.00
T5	23.400	33.600	22.900	29.400	25.800	135.100	27.02
Suma de Cam.	175.7	180.2	151.7	191.6	156.0	855.2	

Cuadro No.5 Análisis de varianza para los pesos a los 90-  
días de los datos del cuadro No. 4

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.Cal.	F.T.
Bloques	4	226.75	56.6875	7.3339 <sup>**</sup>	.01 .05 3.01 4.77
Trat.	4	385.291	96.3227	12.4616 <sup>**</sup>	3.01 4.77
Error	16	123.673	7.7295		
T corr.	24				

<sup>\*\*</sup> Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuales son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBAS DE DUNCAN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.05 - a los 90 días

-  
Y  $T2-T5 = 11.82$  mayor que  $4.101$  por lo tanto  $T2 \neq T5$

-  
Y  $T2-T4 = 4.84$  mayor que  $4.014$  por lo tanto  $T2 \neq T4$

-  
Y  $T2-T3 = 3.44$  menor que  $3.814$  por lo tanto  $T2 = T3$

-  
Y  $T2-T1 = 3.06$  menor que  $3.729$  por lo tanto  $T2 = T1$

-  
Y  $T1-T5 = 8.76$  mayor que  $4.014$  por lo tanto  $T1 \neq T5$

-  
Y  $T1-T4 = 1.78$  menor que  $3.814$  por lo tanto  $T1 = T4$

-  
Y  $T1-T3 = 0.38$  menor que  $3.729$  por lo tanto  $T1 = T3$

-  
Y  $T3-T5 = 8.38$  mayor que  $3.814$  por lo tanto  $T3 \neq T5$

-  
Y  $T3-T4 = 1.40$  menor que  $3.729$  por lo tanto  $T3 = T4$

-  
Y  $T4-T5 = 6.98$  mayor que  $3.729$  por lo tanto  $T4 \neq T5$

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.01 - a los 90 días

—  
Y T2-T5 = 11.82 mayor que 5.633 por lo tanto T2 ≠ T5

—  
Y T2-T4 = 4.84 menor que 5.530 por lo tanto T2 = T4

—  
Y T2-T3 = 3.44 menor que 5.394 por lo tanto T2 = T3

—  
Y T2-T1 = 3.06 menor que 5.133 por lo tanto T2 = T1

—  
Y T1-T5 = 8.76 mayor que 5.530 por lo tanto T1 ≠ T5

—  
Y T1-T4 = 1.78 menor que 5.394 por lo tanto T1 = T4

—  
Y T1-T3 = 0.38 menor que 5.133 por lo tanto T1 = T3

—  
Y T3-T5 = 8.38 mayor que 5.394 por lo tanto T3 ≠ T5

—  
Y T3-T4 = 1.40 menor que 5.133 por lo tanto T3 = T4

—  
Y T4-T5 = 6.98 mayor que 5.133 por lo tanto T4 ≠ T5

En las comparaciones de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad .05 y .01 , nos indican que el tratamiento 2 es diferente al tratamiento 5 y al 4, e igual al tratamiento 3 y al 1.

El tratamiento 2 consistió en dos aplicaciones de -- hierro dextrán hidrogenado, cada una de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia a los 90 días de 11.82 Kg. con respecto al --- tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un costo de \$10.00 , el incremento en carne es de 11.82 Kg., el kilo de carne a los 90 días (lineas puras) tiene un costo de \$50.00, que da un total de \$591.00 que representa un incremento en el ingreso de \$ 581.00, promedio por lechón. El kilo de carne a los 90 días ( producción de carne) tiene un precio de - - \$30.00, que da un total de \$354.90 que representa un incremento en el ingreso de \$344.90, promedio por el lechón (según tabulación de precios de la unión de porcicultores del estado de Nuevo León. )

Los resultados obtenidos en la determinación del hematócrito, se trataron como nos muestra el ejemplo siguiente para obtener el valor aproximado de la hemoglobina.

Los cerdos recién nacidos, el valor normal de hemoglobina es aproximadamente de 10 a 12 gramos por 100 ml. de sangre, el volumen de glóbulos rojos aglomerados (VGA) del hematócrito. En milímetros sería de 34-36. A causa de esta íntima relación entre contenido de hemoglobina y volumen globular, es posible obtener el valor aproximado de la hemoglobina partiendo del volumen de globulos rojos aglomerados (VGA) del hematócrito. Dividiendo ésta por 3, ésto es excepto en caso de enfermedad.



Cuadro No. 6.- Determinaciones de hematócrito de la camada No. 57 con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de --hierro a lechones recién nacidos.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Suma de Trat.	$\bar{Y}$
T1	33.5	37.0	37.5	36.5	37.0	37.0	37.5	256.0	51.2
T2	32.0	48.5	51.0	47.0	48.0	48.5	49.0	324.0	64.8
T3	34.0	44.5	45.0	40.5	43.0	44.0	45.0	296.0	59.2
T4	31.0	40.0	40.5	38.5	39.0	39.5	40.5	269.0	53.8
T5	35.0	33.5	31.0	31.0	36.0	38.0	39.0	243.5	48.7
Suma de Det.	165.5	203.5	205.0	193.5	203.0	207.0	211.0	1388.5	

Cuadro No. 7.- Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada No. 57 de los datos del Cuadro No. 6.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. T.	
					.01	.05
Bloques	6	285.972	47.662	5.741**	2.38	3.38
Trat.	4	599.257	149.814	18.046**	2.65	3.93
Error	24	199.243	8.301			
T corr.	34					

\*\* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuáles son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCAN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.05 - Camada No. 57

$\bar{Y}$ T2-T5	=	16.1	mayor	que	3.593	por	lo	tanto	T2	≠	T5
$\bar{Y}$ T2-T1	=	13.6	mayor	que	3.517	por	lo	tanto	T2	≠	T1
$\bar{Y}$ T2-T4	=	11.0	mayor	que	3.430	por	lo	tanto	T2	≠	T4
$\bar{Y}$ T2-T3	=	5.6	mayor	que	3.267	por	lo	tanto	T2	≠	T3
$\bar{Y}$ T3-T5	=	10.5	mayor	que	3.517	por	lo	tanto	T3	≠	T5
$\bar{Y}$ T3-T1	=	8.0	mayor	que	3.430	por	lo	tanto	T3	≠	T1
$\bar{Y}$ T3-T4	=	5.4	mayor	que	3.267	por	lo	tanto	T3	≠	T4
$\bar{Y}$ T4-T5	=	5.1	mayor	que	3.430	por	lo	tanto	T4	≠	T5
$\bar{Y}$ T4-T1	=	2.6	menor	que	3.267	por	lo	tanto	T4	=	T1
$\bar{Y}$ T1-T5	=	2.5	menor	que	3.267	por	lo	tanto	T1	=	T5

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRÁTAMIENTOS

0.01 - Camada No. 57

$\bar{Y}$ T2-T5	=	16.1	mayor que	4.944	por lo tanto	T2 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T2-T1	=	13.6	mayor que	4.846	por lo tanto	T2 $\neq$ T1
$\bar{Y}$ T2-T4	=	11.0	mayor que	4.726	por lo tanto	T2 $\neq$ T4
$\bar{Y}$ T2-T3	=	5.6	mayor que	4.497	por lo tanto	T2 $\neq$ T3
$\bar{Y}$ T3-T5	=	10.5	mayor que	4.846	por lo tanto	T3 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T3-T1	=	8.0	mayor que	4.726	por lo tanto	T3 $\neq$ T1
$\bar{Y}$ T3-T4	=	5.4	mayor que	4.497	por lo tanto	T3 $\neq$ T4
$\bar{Y}$ T4-T5	=	5.1	mayor que	4.726	por lo tanto	T4 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T4-T1	=	2.6	menor que	4.497	por lo tanto	T4 $\neq$ T1
$\bar{Y}$ T4-T5	=	2.5	menor que	4.497	por lo tanto	T1 $\neq$ T5

En las comparaciones de tratamientos usando la prueba de Duncan, a los niveles de probabilidad .05 y .01, -- nos indican que el tratamiento 2, es diferente al 5, al 1, al 4 y al 3.

El tratamiento 2 consistió en 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado, cada uno de 100 mg. mostrando -- ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia promedio de la determinación de hematócrito de 5.36 de (Hb) hemoglobina con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un incremento muy significativo de hemoglobina como también lo tuvo en el peso.

Cuadro No. 8.- Determinaciones de hematócrito de la camada No. 65 con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de -- hierro a lechones recién nacidos.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Suma de Trat.	$\bar{Y}$
T1	33.0	37.0	38.5	39.0	38.5	39.5	40.0	265.5	53.1
T2	32.0	44.5	46.5	47.0	49.5	46.0	46.5	312.0	62.4
T3	31.0	31.0	37.0	38.0	37.5	38.0	42.0	260.5	52.1
T4	31.5	36.0	35.0	35.5	36.5	39.0	39.0	252.5	50.5
T5	32.0	31.0	30.5	32.0	34.5	36.5	38.0	234.5	46.9
Suma de Det.	159.5	185.5	187.5	191.5	196.5	199.0	205.5	1325.0	

Cuadro No. 9.- Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada No. 65 de los datos del cuadro No. 8.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. T.	
					.01	.05
Bloques	6	263.786	43.964	11.4335**	2.38	3.38
Trat.	4	473.714	118.714	30.7990**	2.65	3.93
Error	24	92.285	3.845			
T. corr.	34					

\*\* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuáles son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamiento usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCAN

DIFERENCIA ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.05 - Camada No. 65

$\bar{Y}$  T2-T5 = 15.5 mayor que 2.445 por lo tanto T2  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T2-T4 = 11.9 mayor que 2.394 por lo tanto T2  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T2-T3 = 10.3 mayor que 2.334 por lo tanto T2  $\neq$  T3

$\bar{Y}$  T2-T1 = 9.3 mayor que 2.223 por lo tanto T2  $\neq$  T1

$\bar{Y}$  T1-T5 = 6.2 mayor que 2.394 por lo tanto T1  $\neq$  T5

$\bar{Y}$ -T1-T4 = 2.6 mayor que 2.334 por lo tanto T1  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T1-T3 = 1.0 menor que 2.223 por lo tanto T1 = T3

$\bar{Y}$  T3-T5 = 5.2 mayor que 2.334 por lo tanto T3  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T3-T4 = 1.6 menor que 2.223 por lo tanto T3 = T4

$\bar{Y}$  T4-T5 = 3.6 mayor que 2.223 por lo tanto T4  $\neq$  T5

DIFERENCIA ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.01 - Camada No. 65

$\bar{Y}$ T2-T5	=	15.5	mayor que	3.365	por lo tanto	T2 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T2-T4	=	11.9	mayor que	3.298	por lo tanto	T2 $\neq$ T4
$\bar{Y}$ T2-T3	=	10.3	mayor que	3.216	por lo tanto	T2 $\neq$ T3
$\bar{Y}$ T2-T1	=	9.3	mayor que	3.061	por lo tanto	T2 $\neq$ T1
$\bar{Y}$ T1-T5	=	6.2	mayor que	3.298	por lo tanto	T1 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T1-T4	=	2.6	menor que	3.216	por lo tanto	T1 = T4
$\bar{Y}$ T1-T3	=	1.0	menor que	3.061	por lo tanto	T1 = T3
$\bar{Y}$ T3-T5	=	5.2	mayor que	3.216	por lo tanto	T3 $\neq$ T5
$\bar{Y}$ T3-T4	=	1.6	menor que	3.061	por lo tanto	T3 = T4
$\bar{Y}$ T4-T5	=	3.6	mayor que	3.061	por lo tanto	T4 $\neq$ T5

En las comparaciones de promedios de tratamientos -- usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad .05 y .01, nos indican que el tratamiento 2 es diferente - al tratamiento 5, al 4, al 3 y al 1.

El tratamiento 2 consistió en 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado, cada uno de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia promedio de la determinación de hematócrito de 5.16 de (Hb), con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un incremento muy significativo de hemoglobina como también lo tubo en el peso.

Cuadro No. 10.- Determinaciones de hematócrito de la camada No. 67 con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de -- hierro a lechones recién nacidos.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Suma de Trat.	$\bar{Y}$
T1	34.5	39.5	40.5	41.0	40.5	39.5	39.0	274.5	54.9
T2	33.0	46.5	48.0	47.5	44.5	45.0	48.0	312.5	62.5
T3	32.5	38.5	42.5	40.0	39.0	41.5	43.5	277.5	55.5
T4	32.0	37.0	38.0	37.5	38.5	39.0	40.5	262.5	52.5
T5	34.0	31.0	30.5	34.0	34.5	35.0	36.0	235.0	47.0
Suma de Det.	166.0	192.5	199.5	200.0	197.0	200.0	207.0	1362.0	



Cuadro No. 11.- Análisis de varianza para las determinaciones de hemotócrito de la camada No. 67, de los datos del cuadro No. 10.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. T.	
					.01	.05
Bloques	6	212.843	35.4738	6.3766**	2.38	3.38
Trat.	4	447.885	111.9712	20.1274**	2.65	3.93
Error	24	133.515	5.5631			
T. corr.	34					

\*\* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuáles son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCÁN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.05 - Canada No. 67

$\bar{Y}$  T2-T5 = 15.5 mayor que 2.940 por lo tanto T2  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T2-T4 = 10.0 mayor que 2.879 por lo tanto T2  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T2-T1 = 7.6 mayor que 2.808 por lo tanto T2  $\neq$  T1

$\bar{Y}$  T2-T3 = 7.0 mayor que 2.674 por lo tanto T2  $\neq$  T3

$\bar{Y}$  T3-T5 = 8.5 mayor que 2.879 por lo tanto T3  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T3-T4 = 3.0 mayor que 2.808 por lo tanto T3  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T3-T1 = 0.6 menor que 2.674 por lo tanto T3  $=$  T1

$\bar{Y}$  T1-T5 = 7.9 mayor que 2.808 por lo tanto T1  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T1-T4 = 2.4 menor que 2.674 por lo tanto T1  $=$  T4

$\bar{Y}$  T4-T5 = 5.5 mayor que 2.674 por lo tanto T4  $\neq$  T5

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIO DE TRATAMIENTOS

0.01 - Camada No. 67

$\bar{Y}$ T2-T5	=	15.5	mayor	que	4.047	por	lo	tanto	T2	≠	T5
$\bar{Y}$ T2-T4	=	10.0	mayor	que	3.967	por	lo	tanto	T2	≠	T4
$\bar{Y}$ T2-T1	=	7.6	mayor	que	3.869	por	lo	tanto	T2	≠	T1
$\bar{Y}$ T2-T3	=	7.0	mayor	que	3.681	por	lo	tanto	T2	≠	T3
$\bar{Y}$ T3-T5	=	8.5	mayor	que	3.967	por	lo	tanto	T3	≠	T5
$\bar{Y}$ T3-T4	=	3.0	menor	que	3.869	por	lo	tanto	T3	=	T4
$\bar{Y}$ T3-T1	=	0.6	menor	que	3.681	por	lo	tanto	T3	=	T1
$\bar{Y}$ T1-T5	=	7.9	mayor	que	3.869	por	lo	tanto	T1	≠	T5
$\bar{Y}$ T1-T4	=	2.4	menor	que	3.681	por	lo	tanto	T1	=	T4
$\bar{Y}$ T4-T5	=	5.5	mayor	que	3.681	por	lo	tanto	T4	≠	T5

En las comparaciones de promedios de tratamientos -- usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad .05 y .01, nos indican que el tratamiento 2 es diferente - al tratamiento 5, al 4, al 1 y al 3.

El tratamiento 2 consistió en 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado, cada uno de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia promedio de la determinación de hematócrito de 5.16 (Hb), con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un incremento muy significativo de hemoglobina como también lo tubo en el peso.

Cuadro No. 12.- Determinaciones de hematócrito de la camada No. 68 con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de -- hierro a lechones recién nacidos.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Suma de Trat.	$\bar{Y}$
T1	34.0	40.5	43.0	40.0	39.5	39.0	39.5	275.5	55.1
T2	32.5	48.0	50.0	51.0	50.0	49.0	48.5	329.0	65.8
T3	35.0	36.0	38.5	39.0	40.5	41.0	43.0	273.0	54.6
T4	33.5	33.5	35.5	36.0	38.0	39.5	41.5	257.5	51.5
T5	34.0	30.0	29.0	31.0	35.5	37.0	38.0	234.5	46.9
Suma de Det.	169.0	188.0	196.0	197.0	203.5	205.5	210.5	1369.5	

Cuadro No. 13.- Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada No. 68, de los datos del cuadro no. 12.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. T.	
					.01	.05
Bloques	6	229.972	38.328	3.7652**	2.38	3.38
Trat	4	694.382	173.595	17.6534**	2.65	3.93
Error	24	244.314	10.179			
T. corr.	34					

\*\* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuáles son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCAN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.05 - Camada No. 68

$\bar{Y}$  T2-T5 = 18.9 mayor que 3.979 por lo tanto T2  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T2-T4 = 14.3 mayor que 3.895 por lo tanto T2  $\neq$  T4  
 $\bar{Y}$  T2-T3 = 11.2 mayor que 3.798 por lo tanto T2  $\neq$  T3  
 $\bar{Y}$  T2-T1 = 10.7 mayor que 3.618 por lo tanto T2  $\neq$  T1  
 $\bar{Y}$  T1-T5 = 18.2 mayor que 3.895 por lo tanto T1  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T1-T4 = 3.6 menor que 3.798 por lo tanto T1  $\approx$  T4  
 $\bar{Y}$  T1-T3 = 0.5 menor que 3.618 por lo tanto T1  $\approx$  T3  
 $\bar{Y}$  T3-T5 = 7.7 mayor que 3.798 por lo tanto T3  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T3-T4 = 3.1 menor que 3.618 por lo tanto T3  $\approx$  T4  
 $\bar{Y}$  T4-T5 = 4.6 mayor que 3.618 por lo tanto T4  $\neq$  T5

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.01 - Camada No. 68

$\bar{Y}$  T2-T5 = 18.9 mayor que 5.475 por lo tanto T2  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T2-T4 = 14.3 mayor que 5.366 por lo tanto T2  $\neq$  T4  
 $\bar{Y}$  T2-T3 = 11.2 mayor que 5.234 por lo tanto T2  $\neq$  T3  
 $\bar{Y}$  T2-T1 = 10.7 mayor que 4.980 por lo tanto T2  $\neq$  T1  
 $\bar{Y}$  T1-T5 = 18.2 mayor que 5.366 por lo tanto T1  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T1-T4 = 3.6 menor que 5.234 por lo tanto T1  $\approx$  T4  
 $\bar{Y}$  T1-T3 = 0.5 menor que 4.980 por lo tanto T1  $\approx$  T3  
 $\bar{Y}$  T3-T5 = 7.7 mayor que 5.234 por lo tanto T3  $\neq$  T5  
 $\bar{Y}$  T3-T4 = 3.1 menor que 4.980 por lo tanto T3  $\approx$  T4  
 $\bar{Y}$  T4-T5 = 4.6 menor que 4.980 por lo tanto T4  $\approx$  T5

En las comparaciones de promedios de tratamientos -- usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad .05 y .01, nos indican que el tratamiento 2 es diferente -- al tratamiento 5, al 4, al 3 y al 1.

El tratamiento 2 consistió en 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado, cada uno de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia promedio de la determinación de hematócrito de 6.3 (Hb), con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un incremento muy significativo de hemoglobina como también lo tuvo en el peso.

Cuadro No. 14.- Determinaciones de hematócrito de la camada No. 69 con sus promedios correspondientes, en los efectos de la aplicación de -- hierro a lechones recién nacidos.

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Suma de Trat.	$\bar{Y}$
T1	34.0	37.0	38.5	39.5	39.5	41.0	41.5	271.0	54.2
T2	33.5	48.0	49.5	50.0	49.5	50.5	50.0	331.0	66.2
T3	31.0	46.5	46.0	45.5	46.5	47.0	47.5	310.0	62.0
T4	32.0	39.5	40.0	41.0	42.0	44.0	45.0	283.5	56.7
T5	31.5	29.0	28.5	31.0	33.5	35.5	36.0	225.0	45.0
Suma de Det.	162.0	200.0	202.5	207.0	211.0	218.0	220.0	1420.5	



Cuadro No. 15.- Análisis de varianza para las determinaciones de hematócrito de la camada No. 69, de los datos del cuadro No. 14.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. T.	
					.01	.05
Bloques	6	456.843	76.1405	10.3946**	2.38	3.38
Trat.	4	933.600	233.4000	1.8634**	2.65	3.93
Error	24	175.800	7.3250			
T. corr.	34					

\*\* Altamente significativo.

Como podemos observar hay diferencias entre los tratamientos probados; para detectar cuáles son estas diferencias, se procedió a desarrollar la comparación de promedios de tratamientos usando la prueba de Duncan, cuyas conclusiones se muestran a continuación.

PRUEBA DE DUNCAN

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTO

0.05 - Camada No. 69

$\bar{Y}$  T2-T5 = 21.2 mayor que 3.375 por lo tanto T2  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T2-T1 = 12.0 mayor que 3.304 por lo tanto T2  $\neq$  T1

$\bar{Y}$  T2-T4 = 9.5 mayor que 3.222 por lo tanto T2  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T2-T3 = 4.2 mayor que 3.069 por lo tanto T2  $\neq$  T3

$\bar{Y}$  T3-T5 = 17.0 mayor que 3.304 por lo tanto T3  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T3-T1 = 7.8 mayor que 3.222 por lo tanto T3  $\neq$  T1

$\bar{Y}$  T3-T4 = 5.3 mayor que 3.069 por lo tanto T3  $\neq$  T4

$\bar{Y}$  T4-T5 = 11.7 mayor que 3.222 por lo tanto T4  $\neq$  T5

$\bar{Y}$  T4-T1 = 2.5 menor que 3.069 por lo tanto T4 = T1

$\bar{Y}$  T1-T5 = 9.2 mayor que 3.069 por lo tanto T1  $\neq$  T5

DIFERENCIAS ENTRE PROMEDIOS DE TRATAMIENTOS

0.01 - Camada No. 69

$\bar{Y}$ T2-T5	=	21.2	mayor	que	4.644	por	lo	tanto	T2	≠	T5
$\bar{Y}$ T2-T1	=	12.0	mayor	que	4.552	por	lo	tanto	T2	≠	T1
$\bar{Y}$ T2-T4	=	9.5	mayor	que	4.439	por	lo	tanto	T2	≠	T4
$\bar{Y}$ T2-T3	=	4.2	menor	que	4.224	por	lo	tanto	T2	≠	T3
$\bar{Y}$ T3-T5	=	17.0	mayor	que	4.552	por	lo	tanto	T3	≠	T5
$\bar{Y}$ T3-T1	=	7.8	mayor	que	4.439	por	lo	tanto	T3	≠	T1
$\bar{Y}$ T3-T4	=	5.3	mayor	que	4.224	por	lo	tanto	T3	≠	T4
$\bar{Y}$ T4-T5	=	11.7	mayor	que	4.439	por	lo	tanto	T4	≠	T5
$\bar{Y}$ T4-T1	=	2.5	menor	que	4.224	por	lo	tanto	T4	≠	T1
$\bar{Y}$ T1-T5	=	9.2	mayor	que	4.224	por	lo	tanto	T1	≠	T5

En las comparaciones de promedios de tratamientos -- usando la prueba de Duncan a los niveles de probabilidad - .05 y .01, nos indican que el tratamiento 2 es diferente - al tratamiento 5, al 1, al 4 y al 3.

El tratamiento 2 consistió en 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado, cada uno de 100 mg. mostrando ser el más efectivo en aumento de peso, contando con una diferencia promedio de la determinación de hematócrito de 7.06 (Hb), con respecto al tratamiento 5 testigo.

El tratamiento 2 tiene un incremento muy significativo de hemoglobina como también lo <sup>6</sup>tubo en el peso.

## 5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La determinación de hematócrito (microhematócrito), es fácilmente practiable y es un medio directo de saber -- el volumen de glóbulos rojos aglomerados (VGA), que está directamente relacionados con el nivel de hierro en cerdos lactantes.

El tratamiento No. 2, de 200 mg. de hierro dextrán - hidrogenado resultó estadísticamente el mejor (altamente - significativo), y en forma objetiva favorece correctamente el desarrollo del lechón.

En los lechones, hay una correlación entre el peso y la cantidad de hemoglobina de la sangre.

Los lechones en instalaciones de piso de cemento tienen una alta incidencia de anemia.

Las conveniencias económicas y prácticas de su aplicación resultaron ser muy convincentes.

Se recomienda inyectar intramuscularmente a los lechones, 2 aplicaciones de hierro dextrán hidrogenado cada una con 100 mg., la primera a los tres días y la segunda a

los 10 días de nacidos.

Es recomendable hacer determinaciones de hematócrito para saber cómo se encuentra la sangre de los lechones, - principalmente en aquellas explotaciones modernas que - - cuentan con piso de cemento.

## 6.- RESUMEN

La presente prueba se llevó a cabo, una parte en la Estación Pecuaria Experimental de la Facultad de Agronomía de la U.A.N.L. localizada en la ex-hacienda el Canadá, municipio de General Escobedo, N. L., donde se tomó el material (sangre) que fué analizada en el laboratorio de farmacología y toxicología de la facultad de Medicina de la U. A.N.L.

En este experimento se trató de evaluar los efectos de la aplicación de hierro en el desarrollo de los cerditos hasta el destete, en el contenido de hemoglobina en la sangre, en la incidencia de anemia y las conveniencias económicas y prácticas de su aplicación.

Se emplearon 25 lechones, puros, 20 de raza York-Shire, donde 10 lechones fueron hembras y los otros 10 machos. 5 de la raza Duroc-Jerrey, donde 3 lechones fueron hembras y 2 machos, todos provenientes de marranas del 3er. parto.

En métodos estadísticos se utilizó el modelo,

$$y_{ij} = \mu + B_i + \gamma_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, r \quad j = 1, 2, 3, 4, 5(t)$$

del diseño de bloques al azar; la unidad experimental fué

un lechón.

Las muestras de sangre se tomaron

1a. Recién nacidos, al día

2a. A los 15 días

3a. A los 30 días

4a. A los 45 días

5a. A los 60 días

6a. A los 75 días

7a. A los 90 días

Estas muestras fueron tomadas de los 5 tratamientos para realizar la determinación de hematócrito, que fué altamente significativo en el tratamiento 2, contando con -- una diferencia promedio de 5.80 de (Hb) hemoglobina, con respecto al tratamiento 5 testigo.

Los pesos se tomaron 1o. inicial recién nacido

2o. destete 42 días

3o. final 90 días

Estos pesos fueron tomados de los 5 tratamientos, por las 5 camadas y fué altamente significativo el tratamiento 2, contando con una diferencia al destete de 3.92 kg., con respecto al tratamiento 5 testigo.



## 7. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anónimo, La técnica de Agricultura y Ganadería, Año III Oct. 1971, No. 32, p.p. 79-81.
- 2.- Anónimo, Necesidades nutritivas del cerdo, Editorial Hemisferio Sur, 1973, p.p. 15-16.
- 3.- Behrens-Tichter, Nociones de Patología porcina, Editorial Acribia, 1971, p.p. 33-35
- 4.- Bergner Hans, Elementos de nutrición animal, Editorial Acribia, 1970, p.p. 68-69.
- 5.- Cancellon Martínez Antonio, Porcinocultura, Explotación del cerdo y sus productos, Editorial -- Aedos, 1972, p.p. 356-359.
- 6.- Coffin David L., Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria, La prensa médica, 1966, p.p. 172-174.
- 7.- Concellom A., La cerda y su camada, Editorial Aedos, 1970, p.p. 140-149.
- 8.- Cramton E.W., Harris L.E., Nutrición animal aplicada, Editorial Acribia, 1974, p.p. 187.

- 9.- Cunha T.J., Recientes avances en nutrición del cerdo, Editorial Acribia, 1968, p.p. 24-25.
- 10.- Dahmen H., Microbiología Veterinaria , Editorial Labor, S.A. Barcelona Madrid, 1943, p.p. 215.
- 11.- Danenberg, Richter, Wesche, Enfermedades de los cerdos Editorial Acribia, 1970, p.p. 42-43.
- 12.- Daykin P.W., Farmacología y Terapéutica Veterinaria, Compañía Editorial Continental, S.A., Sep. - 1965, p.p. 229-235.
- 13.- Dukes H.H. , Fisiología de los animales domésticos, Editorial Aguilar, S.A., 3er. Edición, 1973, - p.p. 616-656.
- 14.- Dy Kstra R.R., Higiene animal y prevención de enfermedades , Editorial Labor, S.A., 1970, p.p.- 52-53.
- 15.- Elze/Mayer/Steinbach, Enfermedades de los animales-jóvenes, Editorial Acribia, 1974, p.p. 171-- 174.
- 16.- Flores Mendez Jorge A., Bromatología animal, Edito-

rial Limosa, S.A., 1975, p.p. 643-645.

- 17.- Harfer E.S.E., Dyer I.A., Desarrollo y Nutrición animal, Editorial Acribia, 1972, p.p. 385-397.
- 18.- Hammond John, Avances en Fisiología Zootécnica, Volumen I , Editorial Acribia, 1959, p.p. 53.
- 19.- Juergenson Elwood M., Corr G.C., Prácticas aprobadas para la producción porcina, Herrero Hermanos, Sucesores, S.A., 1974. p.p. 221-222.
- 20.- Kelly W.R., Diagnóstico clínico veterinario, Compañía Editorial Continental, S.A., 1972, p.p. 253--254.
- 21.- Kolb Erich, Fisiología Veterinaria, Volumen I, Editorial Acribia, 1975, p.p. 147-150.
- 22.- Kolb E., Microfactores en Nutrición Animal, Editorial Acribia, 1972, p.p. 210-214, 387.
- 23.- Mayer Jones L., Farmacología y Terapeutica Veterinaria , Editorial Unión Tipográfica, Editorial Hispanoamericana, 1959, p.p. 325-333.

- 24.- Medway, Prier, Wilkinson, Patología clínica Veterinaria, Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1973, p.p. 323-337.
- 25.- Nussbag W., Anatomía y Fisiología de los animales domésticos, Editorial Acribia, 1967, p.p. 51--53.
- 26.- Pérez Garrido P., Veterinaria Práctica, Editorial - Técnicos, S.A., 4a. Edición, 1968, p.p. 13-49.
- 27.- Risse Jacques, La alimentación del ganado ( ovino, bovino, porcino y aves ) , Editorial Blume, - ler. Edición , 1970, p.p. 64.
- 28.- Research Council Agricultural, Necesidades nutritivas de los animales domésticos, cerdos, Editorial Academia, 1969, p.p. 217-221.
- 29.- Schalm, Oscar W.D.V.M., Hematología Veterinaria, - Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, p.p. 51-55, 120-123, 186-189, 203, 238-256.
- 30.- Underwood E.J., Los minerales en la alimentación del ganado , Editorial Acribia, 1969, p.p. 137--141.

