

96
0.636
1.80

08824

T
SF3
.M6
Ch3
C. 2



1080061738

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



SUPLEMENTACION ORAL E INYECTADO DE
HIERRO A LECHONES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

ING. AGRONOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA

Hervey Chapa Domínguez

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1980.

T
SF396
.m6
Ch3



F. Tesis



Con todo cariño, admiración y respeto
a mis padres:

HERVEY CHAPA FLORES y

DELIA DOMINGUEZ DE CHAPA

Quienes con su apoyo y comprensión
hicieron posible que llevara a fe-
liz término la realización de mi -
carrera.

A mis Hermanos:

JAIME ENRIQUE

DELIA MARIA

DIANA MARIA

MARCO ANTONIO

MARIA GABRIELA

JESUS MARIA.

A mis Abuelitas:

ELVIRA FLORES VDA. DE CHAPA

GUDELIA VILLARREAL VDA. DE DOMINGUEZ.

A mis tíos, primos.

Mi agradecimiento sincero al
ING. ARNOLDO J. TAPIA VILLARREAL
Por su apoyo desinteresado para
el desarrollo y elaboración de
este trabajo.

INDICE GENERAL

PAGINA

1.- INTRODUCCION.	1
2.- LITERATURA REVISADA	3
2.1 Fisiología del hierro	3
2.2 Necesidades de hierro del cerdo	9
2.3 Disponibilidad de diferentes formas - químicas del hierro	22
2.3.1 Hierro dextran	24
2.4 Administración indirecta de hierro a través de la dieta de la cerda.	25
2.5 Efectos negativos del hierro en el -- lechón.	27
2.6 Administración intramuscular.	30
2.7 Administración oral	31
3.- MATERIALES Y METODOS.	34
3.1 Localización de la Prueba	34
3.2 Materiales.	34
3.3 Métodos	34
3.4 Manejo.	35
4.- RESULTADOS Y DISCUSION.	37
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	47
5.1 Conclusiones.	47
5.2 Recomendaciones	48
6.- RESUMEN	49
7.- BIBLIOGRAFIA.	52

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA Nº		PAGINA
1	Concentración de hierro en los tejidos del cuerpo de las diferentes especies.	13
2	Composición mineral del calostro y la leche de la cerda.	14
3	Tres semanas de valores de hemoglobina en cerdos, corderos y becerros bajo -- control e inyectados con hierro. . . .	17
4	Disponibilidad de hierro de diferentes formas químicas.	24
5	Ganancia de peso diario aplicando hierro oral y hierro inyectado a cerditos descolmillados y sin descolmillar. . .	32
6	Análisis de varianza para los pesos -- totales de los lechones a los 21 días de nacidos.	37
7	Análisis de varianza para los pesos <u>to</u> tales de los lechones a los 30 días de haber nacido.	38
8	Análisis de varianza para los pesos de las hembras a los 21 días de edad. . .	39
9	Análisis de varianza para el peso de -- los machos a los 21 días de nacidos. .	40
10	Análisis de varianza para el peso de -- las hembras a los 30 días de haber nacido.	40
11	Análisis de varianza para el peso de -- los machos a los 30 días de haber naci <u>do</u>	41

TABLA N°

PAGINA

12	Análisis de varianza para el peso al nacer de los lechones.	43
13	Peso promedio de los lechones.	44

FIGURA N°

1	Utilización del hierro oral e inyectado.	6
2	Ritmo relativo de crecimiento del cerdo, cordero, becerro, potrillo y niño antes del destete.	16
3	Prevención indirecta de la anemia en los cerditos	26



BI LOTECA
GRADUADOS

1.- INTRODUCCION

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

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

Posteriormente se demostró que era una deficiencia de hierro en los cerditos la causa de la alta mortalidad, debido a que las cerdas se alojaban en locales con suelo de cemento sin acceso a la tierra o pastos. Esta enfermedad no aparecía en condiciones de alojamiento menos restringidas, es decir, cuando los animales tenían acceso normal a los pastos. (21)

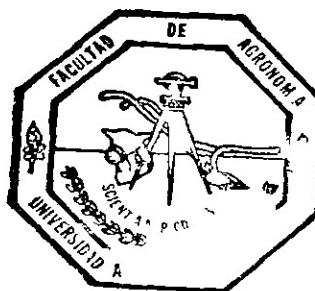
La necesidad de hierro suplementario de los cerditos lac

tantes para prevenir la anemia, viene siendo una de las más importantes facetas de la crianza de los cerdos en confinamiento.

Los investigadores han desarrollado métodos para suplementar a los cerditos con alguna forma de hierro. Todavía, la investigación sigue adelante en busca de mejores formas de satisfacer las necesidades de hierro de los cerdos lactantes.

Con la finalidad de conocer que tipo de suplementación de hierro es más efectivo en el crecimiento del lechón, se motivó este trabajo. Suponiendo que el inyectado ocasiona o puede ocasionar stress.

En este experimento se trató de evaluar los efectos de la suplementación oral e inyectado en el desarrollo de los cerditos hasta el destete, en las conveniencias económicas y prácticas de las dos aplicaciones.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

2.- LITERATURA REVISADA

2.1 Fisiología del hierro.

El valor nutritivo del hierro es conocido desde hace muchos siglos. En la mayoría de los animales adultos se encuentra en cantidades que oscilan desde 60 a 90 p.p.m. en tejidos exentos de grasa.

El hierro se absorbe mal; la cantidad que se almacena suele oscilar del 3 al 10% del que aparece en la dieta. Es absorbido primordialmente en el duodeno digestivo, incluido el estómago. El hierro se absorbe en gran parte en forma de compuestos ferrosos. Como el hierro aparece en forma férrica en la mayoría de los vegetales, casi todos los animales deben separarlo y reducirlo para facilitar su absorción. Los medios ácidos favorecen la reducción del hierro férrico y su posterior absorción. (9)

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

Los alimentos verdes son ricos en hierro, que parece ser completamente utilizable y con la excepción de la leche, la mayoría de los alimentos naturales, no manipulados, parecen contener el hierro suficiente para cubrir las necesidades -- del organismo animal. Como la mayoría de los alimentos de -- la granja contienen cantidades adecuadas de hierro, la ane-- mia nutritiva, debida simplemente a la falta de este elemen-- to, no se presenta frecuentemente entre los animales desteta-- dos. Entre las buenas fuentes de hierro en los alimentos de origen animal debemos alistar al hígado, corazón y yema de -- huevo. (1)

El hierro es elemento importante para la formación del -- pigmento rojo (hemoglobina), del pigmento muscular (mioglobi-- na) y de los fermentos que contienen este elemento (citocro-- mo, citocromoxidasa, catalasa).

En la mayoría de las especies animales el hierro se ab-- sorbe 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 herbíro-- ros ingieren hierro muy por encima de sus necesidades, lo -- que suele ocurrir con frecuencia, solo se absorbe el 5-10% del Fe de la ración. El hierro es retirado de la mucosa en combinación con la transferrina por la linfa, siendo luego --

transportado por el plasma sanguíneo. La tasa de F_e en el -- plasma sanguíneo de los mamíferos oscila normalmente entre 80 y 200 mg por 100 c.c. (Un esquema de como son usados los su-- plementos de hierro por los cerditos, tanto oral como inyecta do es presentado en la Figura 1).

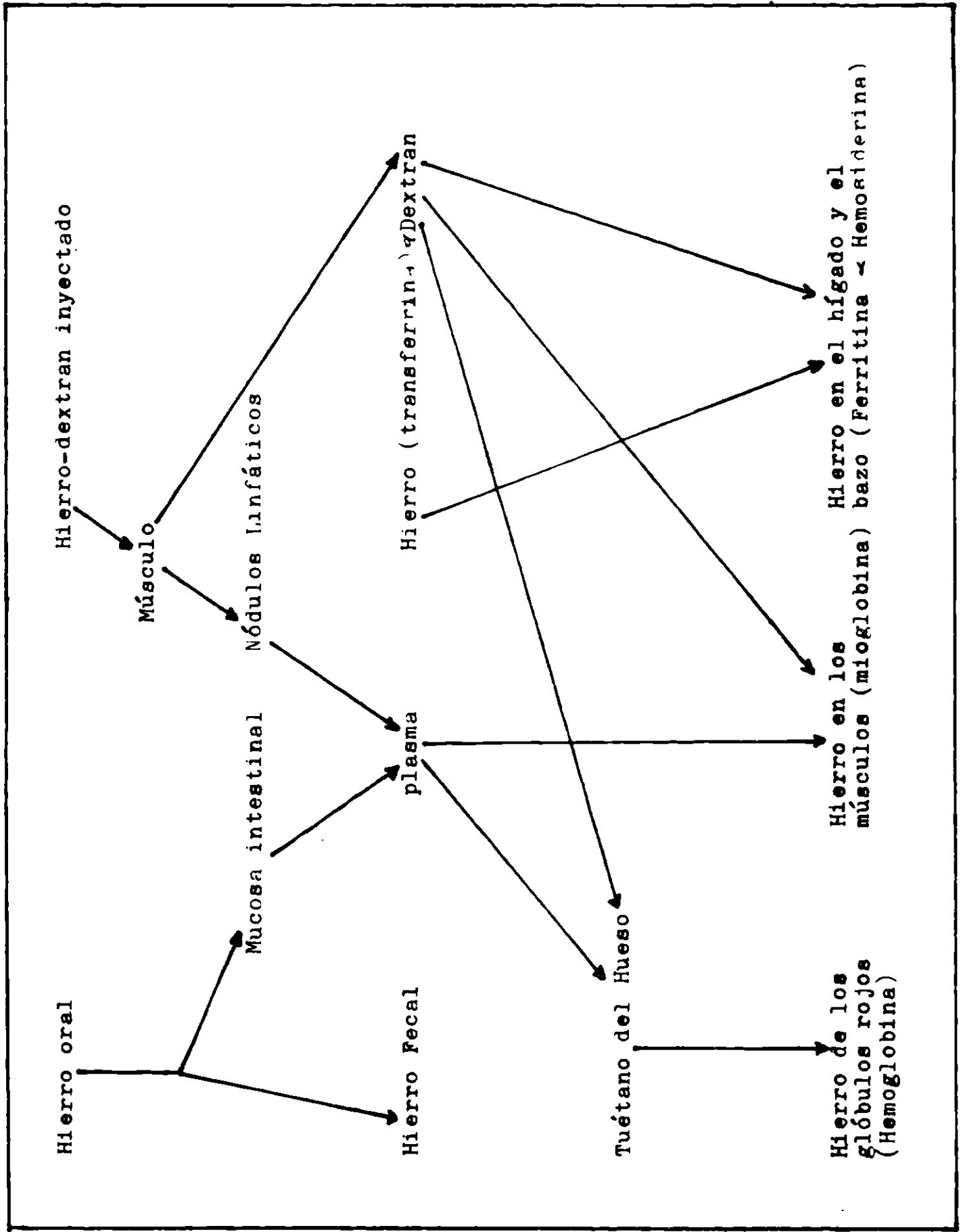
Desde el plasma sanguíneo pasa la mayor parte del hierro a la médula de los huesos, donde interviene en la síntesis de la hemoglobina; una parte sirve, además, para formar depósi-- tos de F_e en el hígado y bazo (Ferritina, Hemosiderina). El - consumo de hierro plasmático es en los cerdos jóvenes de 1.11 mg. Como consecuencia de la unión del hierro plasmático con proteínas específicas del plasma, resulta mínima la pérdida - de F_e por los riñones; también a través de las glándulas del canal gastrointestinal se eliminan solo cuantías muy reduci-- das de F_e , sobre todo en descamaciones epiteliales. Durante la gestación tiene lugar el ingreso de F_e en el feto, en cuyo hígado y bazo se forma cierto depósito. (12)

Aunque el hierro posee muchas funciones, una de las prin-- cipales es la de ser un componente del Hem (Ferro-protoporfi-- rina). El hem se combina con la globina para constituir la - hemoglobina. Cuando este compuesto está saturado, transporta hasta los tejidos 1.36 c.c. de oxígeno por gr. de hemoglobi-- na. (9)

Extraordinariamente importante es la misión del hierro en la hemoglobina, al permitir la unión reversible del oxígeno -

Figura 1

Utilización del Hierro oral e inyectado (Tomada de Miller) (15)



molecular a efectos de transporte. Alrededor del 70% del F_e 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 F_e , preferentemente en el bazo, hígado y mucosa intestinal) y la hemosiderina -- constituyen alrededor del 16% del total corporal.

La absorción del hierro es escasa si se compara con la -- de otros elementos minerales. La absorción solo puede reali-- zarse de la manera siguiente: en el intestino delgado se re-- duce 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 lleva el hierro por el organismo. Como consecuencia de este mecanismo, si exis-- te una deficiencia proteica, aun cuando sea suficiente el -- aporte de hierro, la absorción de este elemento es nula o in-- suficiente. 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 (solo tras -- hemorragias, enfermedades etc.). Los animales jóvenes, por lo contrario, deben producir hemoglobina, para lo cual nece-- sitan aportes supletorios de hierro. Especialmente sensi--- bles 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 titulo secundario motiva - un estado de debilidad ante las enfermedades y un retraso en el crecimiento. (3)

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

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

Las aparentes prioridades de funciones son notables. La depresión de las concentraciones del citocromo c hepático -- (rata) y la catalasa hepática del cerdo, recalcan que la --- característica principal post-mortem de los animales deficien-tes en hierro es una atrofia de las células centrales del hí-gado, quizás una adaptación a la reducida ingesta del nivel hemoglobínico, además, mientras que los primeros trabajos su

girieron que la miohemoglobina muscular se conservaba mejor que la hemoglobina sanguínea, este punto de vista no está -- apoyado por los recientes estudios en cerdos, donde la caída en las concentraciones de miohemoglobina del corazón y múscu los de los miembros fue igual que la de la hemoglobina. Y - como las concentraciones de citocromo c y miohemoglobina del tejido cardíaco disminuyen, esto es debido a la hipertrofia cardíaca (hasta el 50%), que no es solamente un aspecto de - la deficiencia absoluta de hierro en el cerdo, sino que acom paña a la anemia del ratón y rata cuando se utilizan demasia do libremente en la dieta sales de calcio relativamente inso lubles, por ejemplo carbonato. El conjunto de la evidencia sugiere una conservación de hierro para las funciones celula res vitales.

Como las ingestas altas de fosfatos y fitatos dificultan la absorción del hierro, el resultado total depende de la -- composición del alimento: así, la cistina facilita la absorción formando complejos férricos. (1)

2.2. Necesidades de hierro del cerdo.

La necesidad del cerdo joven en Fe, entre el nacimiento y el destete depende en algún modo de la reserva de Fe en su cuerpo. Se han hecho muchos intentos para incrementar el ni vel de hemoglobina de la sangre y el almacenamiento en el -- hígado de Fe en cerdos recién nacidos administrando a la cer da compuestos de Fe. Las consecuencias sobre la efectividad

de estas medidas están en desacuerdo y no pueden sacarse conclusiones.

Cualquiera que sea el almacenamiento al nacer, es probable que los cerdos que no reciben otro hierro que el suministrado por la leche de la madre, desarrollen una anemia a las pocas semanas del nacimiento; por consiguiente se debe administrar Fe suplementario, ya oralmente ya por inyección. No hay duda de que se puede administrar cantidad suficiente de Fe por cualquiera de estas vías para asegurar que la necesidad en Fe de los tejidos queda cubierta. (2)

La rapidez con que se manifiesta la deficiencia de hierro en los cerditos, en comparación con otros mamíferos jóvenes - puede explicarse por diversas características de la fisiología nutritiva del hierro que son peculiares de los cerdos. En primer lugar el contenido en hierro de la leche de la cerda, aunque superior a la de la leche de vaca u oveja, no es suficiente para cubrir las necesidades más altas de los cerditos, cuya tasa de crecimiento precóz es mucho más rápido que la propia de los terneros y corderos. Si los cerditos lactantes reciben una alimentación apropiada pueden alcanzar un peso -- cinco veces superior al de su nacimiento al final de su tercera semana de vida, y diez veces superior al de su nacimiento en ocho semanas. Esta elevada tasa de crecimiento les obliga a retener unos 7 a 11 mgr. diarios de hierro por cerdito si - no han de experimentar una reducción en la concentración de -

su hierro corporal. La leche les proporciona solamente 1 mg diario de hierro (Venn y Col. 1947). Por consiguiente, los cerditos que solamente ingieren leche dependen, en una buena parte, de las fuentes endógenas de hierro, que en ésta especie se caracterizan por ser reducidas. En primer lugar el cerdito nace con unos depósitos de hierro corporal y de hierro hepático que son muy pobres, en comparación con los que presentan los recién nacidos de casi todas las demás especies. Más aún, resulta tan escaso el paso de hierro a través de la placenta que éstos niveles no pueden elevarse mucho suministrando a la celda raciones ricas en hierro durante la gestación. Por último el cerdo no nace con un nivel inicialmente elevado de hemoglobina sanguínea, no presenta la policitemia que es corriente en los recién nacidos de otras especies animales. En realidad, el nivel de hemoglobina en sangre de los cerdos sanos resulta muy similar al nacer, al destete y durante su vida adulta. Los cerditos lactantes tampoco disponen de otra fuente endógena de hierro, es decir, del hierro procedente de la hemoglobina que se destruye al disminuir los excedentes de hemoglobina presentes al nacer, cosa que sucede en los animales jóvenes de otras especies. La combinación de las condiciones mencionadas permite asegurar la manifestación de la anemia en los cerditos que no disponen de fuentes externas de hierro.

El hierro procedente de una determinada fuente se absorbe mejor cuando las necesidades del organismo son superiores

a los suministros alimenticios. La capacidad del organismo para absorber el hierro depende así mismo de la forma química o combinación que presenta el hierro ingerido, de las condiciones del tubo gastrointestinal y de las cantidades y proporciones que presenta la dieta en otros componentes. (21)

Existen básicamente cuatro razones de porqué la anemia se desarrolla rápidamente en los cerditos lactantes criados en confinamiento, mientras no reciban hierro suplementado, ya sea en forma oral o por inyección. Ellas son:

- 1º.- Un bajo almacenamiento de hierro en el cuerpo del cerdito recién nacido.
- 2º.- Bajo contenido de hierro en el calostro y la leche de la cerda.
- 3º.- Eliminación del contacto con el hierro del suelo.
- 4º.- Un tremendo ritmo de crecimiento del cerdo lactante.

Desde luego, existen otras posibles causas de anemia, -- incluyendo la deficiencia de vitamina B6 o de cobre, o por hemorragia al nacer o debido a los parásitos, pero esas son situaciones anormales. Consideremos cada una de las cuatro arriba mencionadas separadamente. El bajo almacenamiento de hierro en el cuerpo del cerdo recién nacido: Los datos en la Tabla 1 son presentados para revelar que el cerdo tiene un nivel de hierro comparativamente bajo en los tejidos al na--

cer que otras especies y todavía así cuando madura, él tiene el más alto nivel de hierro en sus tejidos. Por eso, él tiene requerimientos de hierro más altos que muchas otras especies.

Los intentos para incrementar el nivel de hierro en los tejidos del feto y por lo tanto del cerdo recién nacido, ya sea administrándole altos niveles de hierro a la cerda durante la gestación o administrándole inyecciones masivas de -- hierro intramusculares a la cerda antes del parto, no han -- tenido éxito. (15) (13)

TABLA 1

Concentración de hierro en los tejidos del cuerpo de las diferentes especies

P.P.M. de hierro en tejidos libres de grasa.

ESPECIES	RECIEN NACIDOS	ADULTOS
Humanos	94	74
Cerdos	29	90
Gatos	55	60
Conejos	135	60
Ratas	59	60

Bajo contenido de hierro en el calostro y la leche de la cerda: una inspección de la composición mineral del calostro y la leche de la cerda (Tabla 2) revela que existe realmente, solo un elemento que falta para satisfacer las necesidades - del cerdo recién nacido y ese es el hierro.

Los intentos para incrementar el hierro en la leche de la cerda por suplementos de hierro en la dieta de lactancia o por medio de inyecciones intramusculares de hierro a la cerda, no han tenido mucho éxito. (13) (15)

TABLA 2

Composición mineral del calostro y la leche de la cerda P.P.M. de sólidos			
ELEMENTOS	REQUERIMIENTOS	CALOSTRO	LECHE
Calcio	8,000	3,000	10,000
Fósforo	6,000	5,000	7,000
Potasio	3,000	6,000	6,000
Sodio	1,000	3,000	2,000
Clorine	1,300	4,000	5,000
Magnesio	400	1,000	1,000
Hierro	100	10	5
Zinc	50	100	50
Cobre	2	5	2

(15)

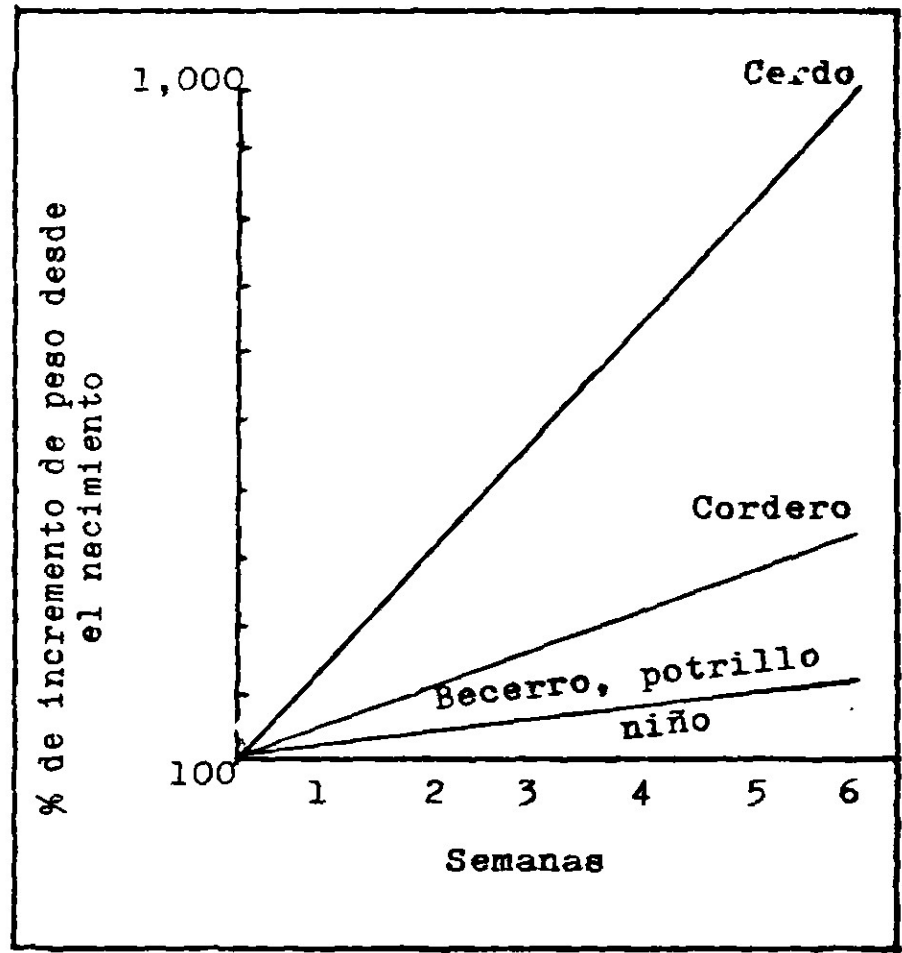
La eliminación del contacto con el hierro del suelo: Los porcicultores pronto reconocieron que ellos podían prevenir la

anemia, poniendo periódicamente tierra fresca en los corrales de los cerdos nacidos en confinamiento. A propósito, uno no necesita ser un observador muy meticoloso para notar que a los cerdos les encanta andar hociqueando en la tierra. Sin embargo, con todo el año pariendo en confinamiento, puede ser inconveniente y costoso en términos de trabajo el usar ese método continuamente.

Tremendo ritmo de crecimiento del cerdo lactante: una comparación de los ritmos relativos de crecimiento del cerdo lactante, el cordero, el becerro, el potrillo y el niño durante las primeras seis semanas de vida (Figura 2) ilustran que tan grande es el incremento de peso que tiene el cerdo desde que nace durante este período, comparado con el de otros mamíferos domésticos infantes. Como resultado, la anemia se desarrolla más rápidamente en los cerdos que en otras especies. (15) (13) (Ver Tabla 3)

Los cerdos anémicos muestran síntomas de un pobre crecimiento, tambaleo, pelos ásperos, piel arrugada y palidez de la membrana mucosa. Cerdos que crecen rápido pueden morir súbitamente de anorexia. Un signo característico es la dificultad al respirar o el encogimiento espasmódico de los músculos del diafragma, de lo cuál se originó el término "ruido sordo". Los hallazgos en la necropsia son: hígado alargado y gordo, sangre delgada y aguada, edema torácico y abdominal, dilatación del corazón y bazo alargado y firme.

FIGURA 2.- Ritmo relativo de crecimiento del cerdo, cordero, becerro, potrillo y niño antes del destete.



(15)

TABLA 3

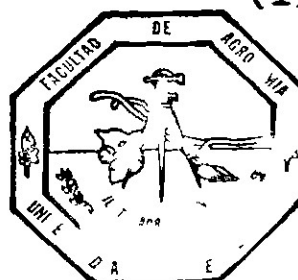
Tres semanas de valores de hemoglobina en cerdos, corderos y becerros^a bajo control e inyectados con hierro.

	Cerdo	Cordero	Becerro
Control	4.0	6.2	9.0
Inyectados ^b	10.7	10.8	9.8

a.- Valores de la hemoglobina en g/100 ml.

b.- 100 mg. Fe de hierro dextran intramuscularmente a los -- tres días de edad para el cerdo (Ullrey et. al., 1959); 375 mg. Fe de hierro dextran intramuscularmente a los -- 14 días de edad a los corderos (Ullrey et. al., 1965); - 500 mg. Fe de hierro-dextran intramuscularmente a los 7 días de edad a los becerros (Getty et. al. 1968).

(15)



B LO ECA
GRADUADOS

La cantidad total de hierro en los organismos de los lechones recién nacidos oscila entre 1.9 y 3.5 mgr. por 100 gr de peso vivo (Venn, McCance y Widdowson, 1947). La mayoría de las evidencias sugieren que la tasa no puede elevarse administrando hierro extra a la cerda madres, pero Buchanan -- (4), Lasley y Bolin (1949) llegaron a la conclusión de que, cuando se administraban 14 gr. de sulfato ferroso diariamente durante la gestación, tanto el nivel de hemoglobina como el peso vivo de los lechones recién nacidos resultaban aumentados. Aunque los datos presentados justifican la conclusión referente a la tasa de hemoglobina, apenas bastan para respaldar la afirmación concerniente a los pesos vivos.

Existe información procedente de Alemania (Neseni, 1957) en el sentido de que, dando a las madres 110 mgr. de hierro y 8.6 mgr. de cobre diarios durante un mes anterior y otro posterior al parto, no se influía sobre el número de lechones nacidos, ni sobre su peso vivo, pero fue menor el número de crías nacidas muertas, las bajas en la primera etapa de la vida eran inferiores y los pesos de las camadas a las 4 y a las 8 semanas siguientes al parto eran ostensiblemente mayores. Así mismo, en un experimento de los tres publicados por Venn et. al. (1947), el hierro administrado a las cerdas madres durante la gestación motivaba un ligero aumento en la cuantía total de hierro por 100 gr de peso vivo en el lechón. Venn et. al. (1947) observaron, sin embargo, que "incluso si la administración de hierro a las cerdas fuese la causa de -

la mayor concentración de hierro encontrado en algunos de los lechoncillos, los efectos eran tan pequeños que habrían hecho muy poco en la prevención de la anemia de los lechones lactantes". (14)

Sin embargo, en 1963, Chaney y Banhart (6) después, en -- 1964 Hansard y Clawson, indicaron que es posible aumentar el tenor de hierro de la leche de cerda en cantidad suficiente -- para evitar la anemia de los lechones incorporando fumarato -- ferroso ($C_4H_2O_4Fe$) a la ración. En 1963, Catron señaló igualmente que el fumarato ferroso suministrado a la cerda previene la anemia ferropénica de los lechones. Los tests posteriores efectuados por Hooks (1963) y Miller (1964) no han confirmado éstos resultados, lo cuál hace pensar que los resultados anteriormente obtenidos (aumento de la tasa de hemoglobina en la sangre de los lechones) eran debidos al consumo de la ración y materias fecales de la cerda por parte de los lactantes y no a un aumento de hierro en la leche materna. (18)

Para evitar la disminución del porcentaje de hierro de su cuerpo durante las tres primeras semanas de vida, el lechón -- joven precisa depositar alrededor de 7 mgr. de hierro diarios (Venn et. al., 1947), pero debe administrarse más cantidad -- que esa para compensar la incompleta utilización. Venn y colaboradores no compararon distintas tasas de hierro, pero comprobaron que el crecimiento y la concentración de hierro en -- la sangre y en el hígado eran satisfactorios con una asigna--

ción diaria de hierro de unos 11 mgr. por Kg de peso vivo, - en forma de sulfato ferroso. Esto equivale a 220 mgr. que - descienden a 187, por Kg de extracto seco de raciones para - cerdos en crecimiento desde los 2.2 a 9 Kg de peso. (14)

En un estudio comparativo entre las tasas de 10, 50, 100 y 200 P.P.M. de hierro agregadas en forma de sulfato ferroso al extracto seco de una ración líquida para lechones desteta dos a los 7 días, se obtuvieron valores máximos de crecimien to, índice de conversión de alimentos y concentración de hie rro sérico con 100 P.P.M. (\approx 110 mgr. por Kg de extracto se co), a cuyo nivel de absorción aparente del hierro era solo del 50% (Ullrey, Miller, Schmidt, Purkhiser, Hoefler y Luecke, 1958; Ullrey, Miller, Ackerman, Schmidt, Hoefler y Luecke, -- 1960). (20)

Braude y Col. llevaron a cabo experimentos en los que - se estudió la distribución de Fe en la sangre y tejidos de - cerdos jóvenes, de hasta cinco semanas. El Fe fue adminis-- trado bien oralmente como $FeSO_4$, bien por inyección como un compuesto específico de hierro dextrano. Los resultados de éstos experimentos demostraron que la pérdida endógena de -- hierro fué muy pequeña y que, en el caso de cerdos con nive-- les normales de hemoglobina, aproximadamente el 90% de Fe -- absorbido apareció en la hemoglobina.

Suponiendo que un nivel de hemoglobina de $8g/100$ ml de - sangre, es de desear durante el crecimiento y que los cerdos

jóvenes a esa edad tienen un volumen de sangre del 7% de su peso vivo, entonces como la hemoglobina contiene 0.34% de Fe, se deduce que se necesitan 19 mg de Fe por cada Kg de aumento de peso vivo, solamente para la formación de la sangre. Esta cifra debe ser aumentada hasta 21 mg/Kg de peso vivo -- ganado, puesto que solo el 90% apareció en la sangre. Si se desea un nivel más alto de hemoglobina de 8_g/100 ml. de sangre, los pesos de Fe necesarios serán proporcionalmente mayores.

Los valores del aprovechamiento del Fe no están bien establecidos. Pickett y Col. han demostrado que puede haber -- una considerable variación según la fuente, pero los datos -- disponibles sugieren que para el cerdito de un día el valor está alrededor del 60%. (2)

Un nivel de 80 P.P.M. de hierro ha establecido la National Research Council para las necesidades de los cerditos -- lactantes (6). Pero otros han encontrado necesario proporcionarles un nivel de 125 P.P.M. de hierro en las dietas de leche sintética de los cerditos anémicos (de una a 7 semanas) para restaurar los niveles de hemoglobina. (20)

De estudios en los cuáles fué determinado el hierro de -- cuerpos libres de grasa, los investigadores estimaron que -- los requerimientos dietéticos de hierro de los cerdos de 2 a 14 días para mantener el nivel de hierro en el cuerpo es de 150 a 300 P.P.M. suponiendo un 20% ó un 10% respectivamente,

de retención del hierro dietético. (15)

El ácido ascórbico en la dieta, mejora la absorción del hierro mientras que otros factores dietéticos incluyendo fosfatos, gosispol y altos niveles de zinc, magnesio, cobre y -- cadmio, pueden reducir la capacidad de absorción del hierro dietético. (17)

2.3. Disponibilidad de diferentes formas químicas del hierro.

La mayoría de los estudios sobre requerimientos orales - de hierro han usado el sulfato ferroso como fuente de hierro. Los requerimientos de los cerditos criados con dietas semi-purificadas conteniendo citrato férrico de amonio, es de 86 P.P.M., similar a lo reportado cuando el sulfato ferroso era la fuente del hierro. El clorido férrico puede usarse similarmente como el sulfato ferroso, mientras que el óxido ferroso era casi totalmente inexistente. El hierro del carbonato ferroso puede ser totalmente inexistente o de existencia variable, dependiendo de la solubilidad en ácido del carbonato ferroso de grado alimenticio. El citrato férrico es bien utilizado por los cerditos.

El hierro oral debe ser administrado en una variedad de formas desde líquidas hasta preparaciones sólidas. Para asegurar un consumo diario para todos los cerdos, es importante tener una preparación que sea sabrosa y rápidamente consumida. La colocación de la preparación oral en el lugar preciso del criadero es importante.

La forma química del hierro es importante, como se muestra en la Tabla 4. El óxido férrico y el carbonato ferroso han sido usados con frecuencia en mezclas comerciales de minerales trace para cerditos, pero son poco disponibles en formas de hierro. El sulfato ferroso es la forma más frecuentemente usada. La forma monohidrato del sulfato ferroso ($\text{FeSO}_4\text{H}_2\text{O}$) tiene propiedades físicas que lo hacen conveniente para mezclarlo con otros ingredientes dietéticos y el hierro está igualmente disponible para el cerdo como lo está de la forma heptahidrato. ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). (15)

El Dr. J.A. Froseth y otros investigadores de Purdue --- efectuaron recientemente la comparación del fumarato ferroso con el sulfato ferroso en una ración, a la que solo tenían acceso los cerditos, consumido 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 fué superior (11.4 frente a 9.7) cuando alcanzaron las tres semanas de edad por consiguiente, el sulfato ferroso parece ser, al menos, tan bueno como el fumarato ferroso y su costo es considerablemente inferior. (6)

TABLA 4

Disponibilidad de hierro de diferentes formas químicas ^(a)		
En existencia	Poca existencia	Inexistente
Sulfato ferroso (1,2 ó 7 hidratado)	Carbonato ferroso	Óxido Férrico
Sulfato de amonio ferroso	Hierro reducido	
Clorido Ferroso	Pirofosfato Férrico	
Fumarato Ferroso	Ortofosfato Férrico	
Gluconato Ferroso		
Citrato de amonio Férrico		
Clorido Férrico		
Glicerofosfato Férrico		
Citrato Férrico de Colina		
Sulfato Férrico		

(a) Como se juzgó de un número de estudios biológicos en cerdos, pollos y ratas.

(15)

2.3.1. Hierro Dextran.-

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

Una sola dosis oral de tartarato de hierro (150 mg.Pe) a los tres días de edad, mantuvieron un nivel adecuado de hemoglo-

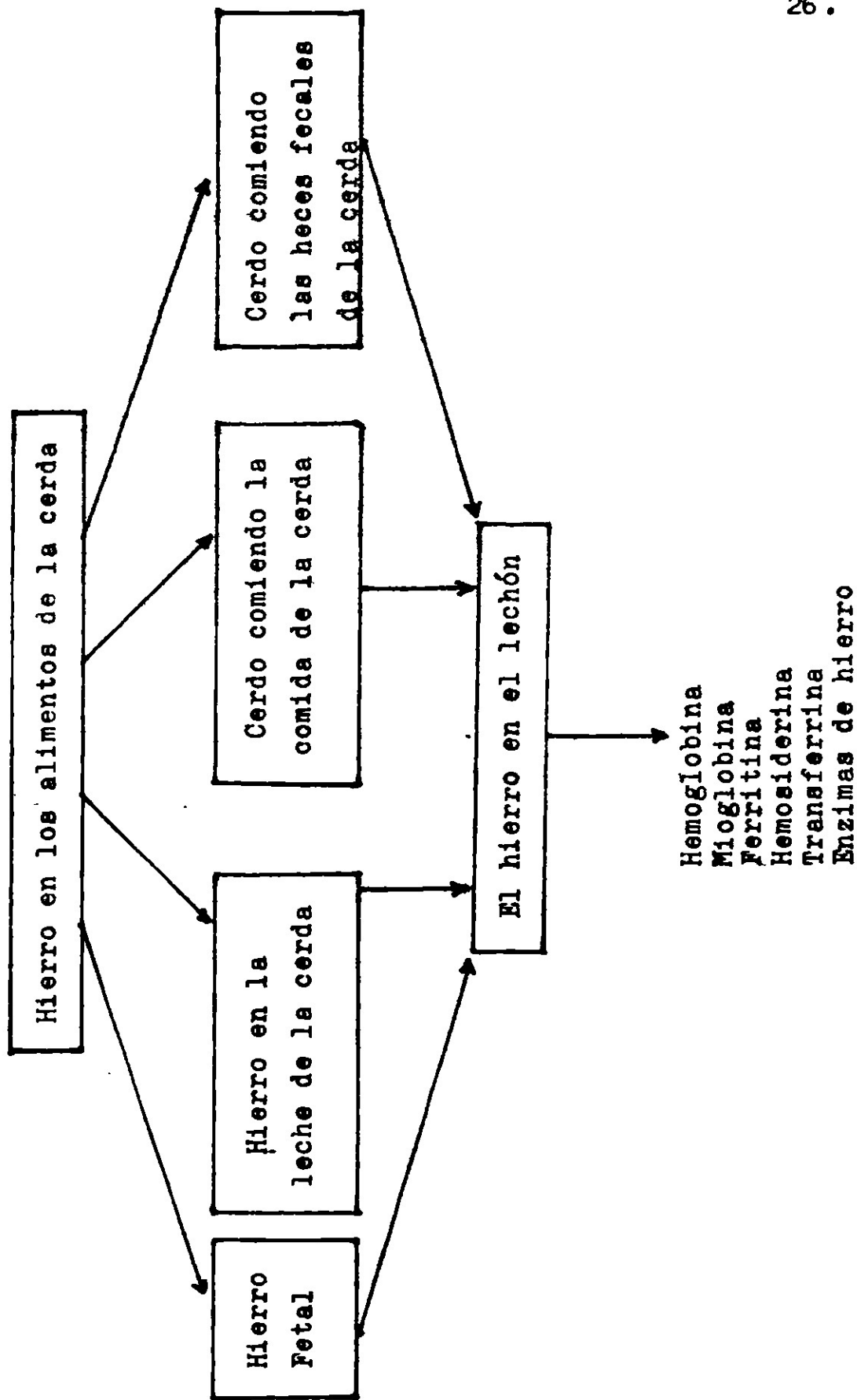
bina a través de tres semanas de edad de cerdos lactantes.

Administración parenteral: numerosos estudios han mostrado la efectividad de una sola inyección intramuscular de 100 a 200 mg. de hierro del hierro-dextran en prevenir la anemia en los cerdos lactantes. Más del 90% del hierro de una sola inyección de hierro-dextran (100 mgFe) puesta en los primeros días de vida es utilizada por el cerdo lactante para la síntesis de hemoglobina. (15)

2.4. Administración indirecta de hierro a través de la dieta de la cerda.

Recientemente ha habido una renovación del interés en la administración indirecta del hierro a través de la dieta de los cerdos. En la Figura 3 presento esquemáticamente lo que me parece ser la posible senda de la transferencia del hierro de la dieta de la cerda al cuerpo del lechón, proporcionándoles las seis más importantes categorías de sus necesidades de hierro para prevenir la anemia. Cierta número de pruebas con un quelato de hierro producido por la combinación de hierro con un hidrolisato de proteína y llamado proteinato de hierro, fueron conducidas para valorar la importancia relativa de esos caminos como un medio de transferir el hierro de la dieta de la cerda a los lechones. Se le dió un alto nivel de quelato de hierro en la primera prueba a las cerdas que fueron experimentadas durante las últimas 4 semanas de gestación y durante las primeras tres semanas de lactancia.-

FIGURA 3.- Prevención indirecta de la anemia en los cerditos.



En éste experimento hubo un incremento consistente en el almacenaje fetal de hierro, la leche de las cerdas y en los niveles de plasma de los cerdos por darles este alto nivel de proteinato de hierro a las cerdas.

Sin embargo, si suponemos que el lechón requiere 7 mg. de hierro absorbido diariamente para mantener un crecimiento normal y la hematología, entonces el incremento del almacenamiento de hierro en el recién nacido (63.1 mg. contra 55.3 mg) -- contará solamente por aproximadamente los requerimientos de un día.

Todavía más, si suponemos el doble de hierro en la leche de la cerda y suponemos que cada cerdo consume un litro de -- leche de su madre diariamente, él seguirá obteniendo únicamente 2 mg. diariamente de esta fuente y no habrá manera de que continúe con su rápido crecimiento y todavía mantener un nivel adecuado de hemoglobina sin obtener hierro de alguna otra fuente, tal como la comida de la cerda o sus heces fecales.

(15)

2.5. Efectos negativos del hierro en el lechón.

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

La mortalidad usualmente ocurre dentro de las tres a 12 - horas después de la administración de hierro, pero puede tar-

darse hasta 3 días. Los signos clínicos quizá no sean observados, pero cuando se notan, incluyen apatía, mareo, diarrea y coma.

Los hallazgos en la autopsia son: edema alrededor y extendiéndose del lugar de la inyección, palidez de los músculos esqueléticos, riñones inflamados, hemorragia hepicardial, hidropericardio, hidrotórax y necrosis del hígado. Microscópicamente, existe severa degeneración de músculos y nefrosis. El ión de amonio puede contribuir al incremento de la mortalidad, cuando se les da citrato de amonio férrico parenteral u oralmente al cerdo recién nacido. (15)

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

Histopatológicamente, había edema en la pared del estómago y necrosis extensa de la mucosa e hiperemia. Se ha postulado que el daño a la mucosa intestinal conduce al shock o permite que un nivel tóxico de plasma suelte hierro sin límite para ser absorbido. (8)

Las dietas continuas conteniendo 5,000 P.P.M. de hierro de sulfato ferroso a los cerdos jóvenes producen raquitismo

a las 4 semanas. Esto puede prevenirse elevando el nivel de fósforo en la dieta a 0.6%. A menores niveles de fósforo, - la formación de fosfato de hierro insoluble, resulta en niveles de suero de fósforo inorgánico de menos de 4 mg./100 ml. (15)

Con niveles de hierro en la dieta de sulfato ferroso de 5,102 a 7,102 P.P.M. el efecto inicial del exceso de hierro en la dieta es una deficiencia de fósforo y ésto ocurre muy adelante de la saturación de transferrina. (16)

Del examen de varios estudios, aparece que el hierro (de sulfato ferroso) a niveles menores de 5,000 P.P.M. no es --- tóxico y que a niveles de hierro arriba de ésto, el primer - efecto es la producción de deficiencia de fósforo. Una gran dosis oral de sulfato de hierro (600 mg. Fe/Kg del peso del cuerpo) a los cerditos resulta en daños a la mucosa gastrointestinal permitiendo al plasma de hierro exceder la capaci--dad de resistencia.

La capacidad de sujeción del plasma de hierro también se excede rápido cuando se inyecta 500 mg. de hierro de sulfato ferroso por Kg. del peso del cuerpo intramuscularmente, re--sultando rápidamente en daños musculares y muerte. Las in--yecciones masivas de hierro dextran podrán ponerse intramus--cularmente sin incidentes, porque el hierro es llevado en el plasma y limita el dextran y no es destructivo para los músculos, mientras que no estén desprotegidos contra la piroxida-

ción lípida de los músculos (deficiencia de las vitaminas E-Se).

La anemia de los cerditos puede prevenirse actualmente - por la administración directa de hierro, oral o parenteral.

(15)

2.6. Administración intramuscular.

Según Miller (15) la administración parenteral de hierro dextran es la forma más eficiente para prevenir la anemia en los cerditos; más sin embargo se ha observado que este tipo de administración de hierro requiere especial cuidado con -- las prácticas de higiene al someterse a los cerditos a este manejo. Se ha recomendado la desinfección completa de agu-- jas al aplicar una inyección el uso de aguja por animal, sin embargo, en grandes explotaciones ó en los muy pequeñas ésto no se realiza; en las primeras por resultar muy poco prácti-- co y en las segundas por no justificarse a los ojos del pro-- ductor la compra de tantas agujas. (5)

Ha habido varios reportes concernientes a que la inyec-- ción de hierro dañaba el flanco o jamón del cerdo. Behrens (1958) fué el primero en reportar envenenamiento de cerdos - por inyección de hierro. Taylor (1964) notó definitivamente descoloraciones en jamones frescos, posiblemente debido al - hierro. Más recientemente Skelley, Handlin y Leslie, inicia-- ron un estudio para determinar la influencia de la inyec----

ción de hierro sobre el jamón en el lechón y en el cerdo adulto y la aceptación de éste por el consumidor y encontraron -- que la inyección de hierro en lechones de 3 días de edad causa muy poco daño en el jamón, y que en jamones inyectados a los 45, 55 ó 65 Kg de peso vivo exhibieron dos tonos de color rojizo en el sitio de inyección y un aspecto blando. (19)

Danielson y Noonan (7) realizaron un estudio sobre suplementación inyectada de hierro dextran, tratándolos a las 12 hrs. de nacidos hasta los 53 días de edad, para obtener amentos de peso y niveles de hemoglobina y resultó que los machos respondieron mejor en aumento de peso que las hembras a la -- inyección de hierro.

2.7. Administración oral.

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

El uso del hierro dextrano oral previene la formación de abcesos u otros problemas similares ocasionados por deficiencias en las prácticas higiénicas al aplicar la inyección, así como el gasto de agujas hipodérmicas, favoreciéndose además para facilitar su aplicación de parte de individuos cuya preparación

técnica sea mínima.

Si el animal se descolmilla la diferencia de peso ganado por el animal aplicando el hierro de forma oral o intramuscular no es significativa. Sin embargo si el animal no se descolmilla la aplicación del hierro por vía oral es superior - al inyectado. (Ver Tabla 5)

La explicación que le damos a lo anterior es que el traumatismo provocado por el descolmillado ejercerá un efecto negativo sobre la productividad del lechón. (5)

TABLA 5

Ganancia de peso diario aplicando hierro oral y hierro inyectado a cerditos descolmillados y sin descolmillar. (en grs.)

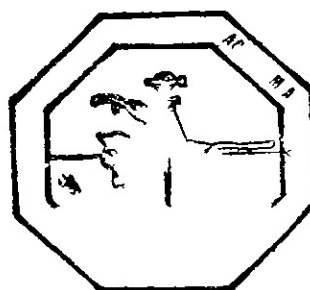
Descolmillado	Hierro	
	Oral	Intramuscular
SI	158	160
NO	175 ^a	153 ^b

a, b Cifras en el misma línea con diferente literal son significativas ($P < 0.05$)

N.A. C.E.P.A. -77
I.N.I.P.

(5)

Harman, Cornelius, Totsch, Baker and Jensen (10) encontraron niveles adecuados de hemoglobina en cerditos criados en corralitos especiales con piso de acero sin suplementarles hierro. Ellos explican que es debido a los procesos de oxidación del acero y algunas formas químicas que pueden ser biológicamente disponibles. La influencia de gases emitidos por el excremento mantenido debajo de la parrilla de acero puede tener alterada la tasa de oxidación y los productos de intermedio producido en la superficie del piso de acero. El continuo andar de los cerditos puede causar una constante erosión del acero y una exposición de más formas disponibles de hierro. En éste estudio los cerditos criados en corralitos con piso de parrilla de acero obtuvieron adecuadas cantidades de hierro, suficientes para prevenir anemia sin tratamiento alguno.



LA
DOS

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización de la Prueba.

El presente trabajo se llevó a cabo en una granja porcina en el municipio de Marín, N.L., ubicado en el kilometro 41 de la carretera a Miguel Alemán.

Se inició La Prueba el 29 de Marzo de 1980 y concluyó el 5 de Agosto de 1980.

3.2. Materiales.

Se emplearon 22 camadas F₂ con un total de 208 lechones, de los cuáles 103 lechones fueron machos y 105 lechones fueron hembras, además se utilizaron:

Jeringas, agujas hipodérmicas, alcohol, hierro dextran - azul de metileno, básculas, muesqueador, bisturí.

3.3. Métodos.

Cada camada se dividió, ordenándose los lechones de mayor a menor de acuerdo al sexo (igual número de hembras y machos en cada mitad de camada) y peso al nacer. A la mitad de cada camada se le aplicó 1cm³ de hierro dextran oral y a la otra mitad se le aplicó 1cm³ de hierro dextran inyectado (1 cm³ por cada lechoncito).

Las suplementaciones de hierro fueron a los 2 y a los 21

días de haber nacido.

Se castraron a los 12 días de edad.

Se les puso iniciador a los 14 días de edad.

Se destetó a los 30 días.

Se obtuvieron pesos al nacer, por sexo, a los 21 días y a los 30 días.

Se midió el % de mortalidad y posible stress causado -- por el hierro.

El diseño empleado fué el de bloques al azar con dos -- tratamientos: oral e inyectado.

El número de repeticiones fué el número de camadas que - se utilizaron.

3.4. Manejo.

La suplementación oral de hierro dextran se hizo directa mente al hocico del lechón con una jeringa.

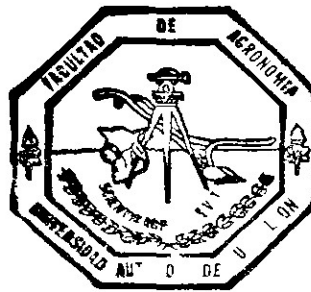
La suplementación inyectada de hierro dextran se hizo en el muslo del lechón.

El pesaje al nacimiento fué en una báscula con aproximación de un gramo.

El pesaje a los 21 días y a los 30 días de nacidos fué - en una báscula con aproximación de 5 gramos.

Se mantuvieron los lechones hasta el destete en jaulas - usadas para parto y lactancia. Estas jaulas tenían tarima - de madera y estaban a una altura de aproximadamente 20 centí - metros de nivel del suelo.

Los lechones al nacer se muesquearon, se les desinfectó el cordón umbilical y se les cortó la cola.



BIBLO ECA
GRADUADOS

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

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

Tabla 6.- Análisis de Varianza para los pesos totales de los lechones a los 21 días de nacidos. Marín, N.L. 1980

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada
Bloques	21	709.891	33.804		.01 8.02
Tratamiento	1	94.704	94.704	6.949*	.05 4.32
Error	21	286.208	13.628		
Total	43	1090.83			

*diferencia significativa C.V.=8.97%

Como podemos observar en el análisis de varianza, hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) entre el tratamiento oral y el tratamiento inyectado.

Los lechones que fueron suplementados con hierro oral -- fueron más pesados que los lechones que fueron suplementados con hierro inyectado a los 21 días.

La diferencia en el peso por lechón entre los dos tratamientos es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 (\text{oral}) T_1 &= 4.946 \text{ Kg} \\
 (\text{inyectado}) T_2 &= \frac{4.774}{.172} \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Cada lechón que se le suministró hierro en forma oral -- pesaron 172 gr. más que los lechones que se les suministró -- hierro inyectado.

Tabla 7.- Análisis de varianza para los pesos totales de lechones a los 30 días de haber nacido. Marín, N.L. 1980.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.Tabulada
Bloques	21	1036.478	49.356		.01 8.02
Tratamiento	1	120.812	120.812	5.743*	.05 4.32
Error	21	441.717	21.034		
Total	43	1599.007			

*diferencia significativa C.V. =8.82%

El análisis de varianza nos muestra que hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) entre los dos tratamientos.

Los lechones a los cuáles se les aplicó hierro oral fueron más pesados que los lechones a los que se les aplicó hierro inyectado al final de la prueba.

La diferencia entre los pesos promedios individuales de los lechones entre los dos tratamientos es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{(oral)} \quad T_1 &= 6.270 \text{ kg} \\ \text{(inyectado)} T_2 &= \frac{6.080}{.190} \text{ kg} \end{aligned}$$

Los lechones que se les suministró hierro oral pesaron 190 gr. más que los lechones que se les suministró hierro inyectado.

Se consideraron pesos por sexo, obteniéndose el peso de las hembras y el peso de los machos, a los 21 días y a los 30 días de nacidos en los siguientes análisis de varianza.

Tabla 8.- Análisis de varianza para los pesos de las hembras a los 21 días de edad, Marín, N.L. 1980.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada	
					.01	.05
Bloques	21	490.778	23.37		8.02	4.32
Tratamiento	1	68.294	68.294	6.282*		
Error	21	228.282	10.87			
Total	43	787.354				
*Diferencia Significativa			C.V. =16.31%			

Las hembras a los 21 días de nacidas tuvieron una diferencia en su peso en los tratamientos oral e inyectado.

El análisis de varianza, nos muestra que hubo diferencia significativa a $P \leq .05$ entre los dos tratamientos. Las hembras que fueron suplementadas con hierro oral fueron más pesadas que las hembras suplementadas con hierro inyectado.

La diferencia en el peso individual de cada hembra en cada uno de los tratamientos es el siguiente:

Hembra tratada oralmente pesó:	4.895 kg
hembra tratada en forma inyectada pesó:	$\frac{4.428 \text{ kg}}{.467 \text{ kg}}$

Las hembras que fueron tratadas con hierro en forma oral tuvieron un incremento de 467 gr. en su peso más que las hembras tratadas con hierro inyectado.

Tabla 9.- Análisis de varianza para el peso de los machos a los 21 días de nacidos. Marín, N.L. 1980

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada	
					.01	.05
Bloques	21	752.244	35.821		8.02	4.32
Tratamiento	1	2.153	2.153	.228		
Error	21	197.619	9.410			
Total	43	952.016				
C.V.=14.65%						

Como podemos observar no hay diferencia entre los tratamientos oral e inyectado. Los pesos obtenidos de los machos de cada tratamiento fueron semejantes a esta edad.

Tabla 10.- Análisis de varianza para el peso de las hembras a los 30 días de haber nacido (destete), Marín, N.L. 1980

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada	
					.01	.05
Bloques	21	822.645	39.173		8.02	4.32
Tratamiento	1	104.971	104.971	6.538*		
Error	21	337.167	16.055			
Total	43	1264.783				
*diferencia significativa			C.V.=15.54%			

El análisis de varianza de esta tabla, nos indica que hubo diferencia significativa a $P \leq .05$ en el peso de las hembras entre el tratamiento oral y el tratamiento inyectado. El peso obtenido por las hembras con tratamiento de --

hierro oral fué superior al peso obtenido por las hembras con tratamiento de hierro inyectado.

La diferencia en el peso por cada lechón entre los dos -- tratamientos es el siguiente:

Hembra tratada oralmente: 6.227 kg

Hembra tratada en forma inyectada: $\frac{5.673 \text{ kg}}{0.554 \text{ kg}}$

.Cada hembra tratada en forma oral pesó 554 gr. más que - cada una de las hembras tratadas en forma intramuscular a --- esta edad.

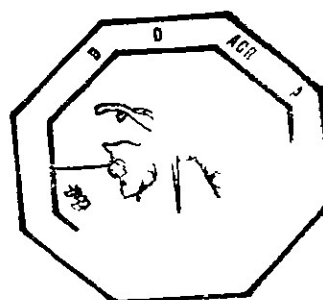
Tabla 11.- Análisis de varianza para el peso de los machos a los 30 días de haber nacido. (destete). Marín, N. L. 1980.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada	
					.01	.05
Bloques	21	1069.593	50.933		8.02	4.32
Tratamiento	1	.556	.556	.042		
Error	21	271.798	12.942			
Total	43	1341.947				

C.V.=13.73%

Como podemos observar en el análisis de varianza no se - encontró diferencia de peso significativa entre el tratamiento de hierro oral y el tratamiento de hierro inyectado. Los pesos obtenidos de los machos a ésta edad fueron semejantes

en los dos tratamientos. Esta semejanza en los pesos de los machos entre los dos tratamientos a los 21 y a los 30 días - comparada con la diferencia de peso en las hembras en los -- dos tratamientos, en las mismas fechas, nos indica que los - machos responden igual con cualquiera de los dos tratamien-- tos, en cambio las hembras responden mucho mejor con el tra-- tamiento oral que con el tratamiento inyectado, sobre esto - no hay literatura que diga que existe mayor demanda de hie-- rro en la hembra en forma oral. Danielson y Noonan (7) obtu-- vieron mayores aumentos en el peso de los machos que en el - peso de las hembras con inyección de hierro.



A
GR DU DOS

Tabla 12.- Análisis de varianza para el peso al nacer de los lechones, donde el tratamiento 1 fueron los machos y el tratamiento 2 fueron las hembras, Marín, N.L. 1980.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.cal.	F.tabulada	
					.01	.05
Bloques	21	77.101	3.671		8.02	4.32
Tratamiento	1	.0017	.0017	.0001		
Error	21	263.351	12.54			
Total	43	340.453				

C.V.=23.89%

Como se puede observar en esta tabla, el análisis de varianza muestra que no hubo significancia en el peso de los lechones al nacimiento en los dos tratamientos. Esto indica que hubo semejanza en el peso de los machos al peso de las hembras al nacer. Esto lo podemos achacar a que los lechones dentro de cada camada tuvieron un peso desigual al nacer, ya que algunos lechones hembras o machos nacían o muy chicos o muy grandes, pudiendo influir también esto a que las madres de las camadas que se utilizaron en este experimento eran de distintas razas.

Según Johansson y Rendel (11) Generalmente los machos pesan más que las hembras al nacimiento. En la raza landrace sueca los cerdos machos pesan alrededor de 50 gr. más que las hembras al nacer.

Tabla 13.- Peso promedio de los lechones.

	Peso al nacer		Peso a los 21 días		Peso a los 30 días	
	Número de Lechones	Peso Promedio	Número de Lechones	Peso Promedio	Número de Lechones	Peso Promedio
Hierro oral (T ₁)	105	1.564	98	4.946	97	6.270
Macho	50	1.566	47	5.002	46	6.317
Hembra	55	1.562	51	4.895	51	6.227
Hierro inyectado (T ₂)	103	1.570	88	4.774	88	6.08
Macho	53	1.599	44	5.121	44	6.492
Hembra	50	1.539	44	4.428	44	5.673

Se destetaron un total de 185 lechones de los cuáles 90 lechones fueron machos y 95 lechones fueron hembras todos ellos con un peso promedio de 6.180 kg cada uno.

La mortalidad total durante el experimento fué de 11.1% siendo los primeros días donde hubo más muertes con un total de 10.6%, -- después de los 21 días hasta el destete hubo un .5% de mortalidad. Las causas de más mortalidad fueron debido a que lechoncitos recién nacidos murieron aplastados por sus madres, y la diarrea, ésta última afectó a 45 lechones de los 208, aunque la mayoría de los afectados se curaron usando antibiótico oral..

Podemos observar en la Tabla 13, que los machos que fueron tratados en forma intramuscular fueron ligeramente más pesados que los machos tratados en forma oral. A los 21 días de nacidos los machos con el tratamiento oral tuvieron un peso promedio de 5.002 Kg cada uno, en tanto que los machos con el tratamiento inyectado tuvieron un peso promedio de 5.121 Kg cada uno, habiendo una diferencia en el peso de 119 gr. entre cada lechón de los dos tratamientos. Esto mismo sucedió a los 30 días de edad, los machos tratados oralmente tuvieron un peso promedio de 6.317 Kg cada uno, en tanto que los machos tratados en forma intramuscular tuvieron un peso promedio de 6.492 Kg cada uno, habiendo una diferencia de 175 gramos entre cada lechón de los dos tratamientos, indicando ésto que los machos respondieron ligeramente más con el tratamiento inyectado que con el tratamiento oral, aunque ésto no implica en los pesos totales, ya que en las hembras a los 21 y a los 30 días de edad tuvieron un peso de casi medio kilo cada una de diferencia más pesadas con el tratamiento oral que con el tratamiento inyectado en ambas fechas.

Los resultados que aquí se presentan vienen de acuerdo a un tipo de manejo en el cuál se muesquea, se desinfecta el cordón umbilical y se les corta la cola a los lechoncitos recién nacidos, este tipo de manejo junto con el descolmillado se ha venido discutiendo ultimamente que puede o no afectar el desarrollo del lechón, puede quizá la sangre causarle un trauma y evitar su completo desarrollo, aunque ésto no --

está debidamente comprobado.

Cuarón y Shimada (5) hicieron un experimento sobre suple-
mentación oral y suplementación inyectado de hierro en lecho-
nes dentro de las primeras 12 hrs. a lechones descolmillados
y sin descolmillar para obtener pesos al destete, y los re--
sultados que obtuvieron fueron que las suplementaciones ora-
les sobre lechones descolmillados tuvieron un efecto menor -
en el peso que las mismas suplementaciones sobre animales no
descolmillados, y que la suplementación intramuscular fue --
más efectiva en los lechones descolmillados que en los no --
descolmillados.

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- 1.- En el peso general a los 21 días de edad, el tratamiento oral fué superior al tratamiento inyectado. Los lechones suplementados con hierro oral fueron más pesados que los lechones suplementados con hierro inyectado.
- 2.- En el peso general a los 30 días (destete) también se observó una diferencia en el peso de los lechones, siendo más pesados los lechones suplementados con hierro oral que los lechones suplementados con hierro inyectado.
- 3.- En hembras a los 21 y a los 30 días de edad hubo diferencia significativa de peso entre el tratamiento oral y el tratamiento inyectado. Fué más efectivo el tratamiento oral.
- 4.- En machos a los 21 y a los 30 días de edad no hubo diferencia significativa de peso entre los dos tratamientos.
- 5.- Los machos desarrollaron más peso que las hembras en los dos tratamientos.
- 6.- No hubo diferencia significativa de peso entre los machos y las hembras al nacer.
- 7.- Hubo mayor índice de mortalidad en el tratamiento inyec

tado que en el tratamiento oral.

8.- No se encontró una incidencia fuerte de diarrea, ni alta mortalidad en los dos tratamientos.

5.2. Recomendaciones.

Se recomienda aplicar hierro oralmente debido a que es -- más higiénico, más efectivo y más sencillo de aplicar que el inyectado.

Se evita la compra de agujas hipodérmicas y el uso de alcohol, y se ejecuta con la misma rapidez que el inyectado, -- además lo pueden aplicar individuos de poca preparación técnica.

6.- RESUMEN

El presente estudio se realizó en una granja porcina localizada en el kilómetro 41 de la carretera a Miguel Alemán - en el municipio de Marín, N.L.

En éste estudio se trató de evaluar que tipo de suplementación es más efectiva en aumentos de peso en lechones, si el oral o el inyectado.

Se obtuvieron pesos al nacimiento, a los 21 días y a los 30 días.

A la mitad de cada camada se le suplementó 1cm^3 de hierro dextran oral y a la otra mitad se le suplementó 1cm^3 de hierro dextran inyectado (1cm^3 por cada lechoncito). Las suplementaciones se hicieron a los dos días de nacidos y a los 21 días de haber nacido. Se determinó la existencia de diarreas y otras enfermedades que puedan detectarse por el efecto de la aplicación de hierro en los lechoncitos.

Se emplearon 22 camadas F_2 con un total de 208 lechones, a 105 lechones se les aplicó hierro oral y a 103 lechones hierro inyectado.

En métodos estadísticos se utilizó el diseño por bloques al azar con dos tratamientos: oral e inyectado. El número de repeticiones fué el número de camadas. Los lechones se bloquearon de acuerdo al sexo y peso al nacer.

Al obtener los pesos al nacimiento se utilizó a los machos como tratamiento 1 y a las hembras como tratamiento 2. El número de repeticiones fué el número de camadas. Los lechones se bloquearon de acuerdo al peso.

En los análisis de varianza para los pesos generales a los 21 y a los 30 días de edad hubo diferencia significativa ($P \leq .05$) en los pesos de los lechones de ambas edades en los dos tratamientos. Los lechones suplementados en forma oral fueron más pesados que los lechones suplementados en forma intramuscular.

En el análisis de varianza para los machos a los 21 días de nacidos no hubo diferencia significativa en el peso en el tratamiento oral y el tratamiento inyectado. En hembras si hubo diferencia significativa de peso ($P \leq .05$) en el análisis de varianza a ésta misma edad. Fueron más pesadas las hembras tratadas oralmente que las tratadas en forma intramuscular.

En el análisis de varianza para los machos a los 30 días de edad (destete) no hubo diferencia significativa de peso en los dos tratamientos. En hembras si hubo diferencia significativa de peso ($P \leq .05$) en el análisis de varianza a ésta misma edad. Fueron más pesadas las hembras tratadas en forma oral que las hembras tratadas en forma intramuscular.

En el análisis de varianza para pesos al nacimiento no se encontró diferencia significativa entre los machos y las hem--

bras recién nacidas.

El índice total de mortalidad del nacimiento al destete
fué de 11.1%.

7.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- ABRAMS, JOHN T. Nutrición Animal y Dietética Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1965 p.p. 199, 200. 695, 696
- 2.- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. Necesidades Nutritivas de los Animales Domésticos. CERDOS. Editorial Academia Leon (España). 1969 p.p. 220, 221
- 3.- BERGNER, HANZ. Elementos de Nutrición Animal, Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1970, p.p. 68, 69
- 4.- CHANEY, C.H. AND BARNHART, C.E., Effect of Iron Supplementation of sow rations on the prevention of baby pig anemia. Journal Nutrition, 81: 1963 p.p. 187-191
- 5.- CUARON I. JOSE A., SHIMADA ARMANDO. Revisión de las --- prácticas de descolmillado y aplicación de hierro - dextrano en lechones. Revista Porcira, año 6, vol. VI Nº 65. p.p. 5-10 Feb. 1979
- 6.- CUNHA T.J., Recientes avances en nutrición del cerdo, Editorial Acribia, Zaragoza, (España), 1968, p.p. 24,25
- 7.- DANIELSON DAVID M., NOONAN JOHN J., Supplemental iron - for the artifically reared piglet. Journal of animal science, vol 40, Nº 4, 1975, p.p. 621-623
- 8.- FURUGOURI K., Effect of elevated dietary levels of iron on iron store in liver, some blood constituents and phosphorus deficiency in young swine. Journal of -- animal science, vol. 34, Nº 4, 1972. p.p. 573-577
- 9.- HAFEZ E.S.E., DYER I.A., Desarrollo y nutrición animal, Editorial Acribia, Zaragoza (España) 1972, p.p. 395-397

- 10.- HARMON B.G. et.al., Oral iron dextran and iron from steel slats as hematinics for swine. Journal of Animal ---- Science. 1974, vol. 39, Nº 4. p.p. 699-701
- 11.- JOHANSSON I., RENDEL J. Genética y mejora animal. Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1972 p.p. 349-350
- 12.- KOLB E., Microfactores en nutrición animal, Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1972. p.p. 209-214
- 13.- KOLB E., Fisiología Veterinaria. Editorial Acribia, Zaragoza (España) 1975, p.p. 148, 149
- 14.- LUCAS I.A.M., LODGE, G.A. Alimentación de lechones Editorial Acribia, Zaragoza (España) 1967 p.p. 91, 92
- 15.- MILLER E.R. ¿Que papel juega el hierro? Ganado Porcino, 1978, Vol. I, Nº 4, p.p. 63-70
- 16.- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Necesidades nutritivas - del cerdo. Editorial Hemisferio Sur Buenos Aires. 1973. p.p. 15, 16
- 17.- POND G. WILSON, WALKER F. EARL, KIRTLAND DAVID AND Jr. "Cadmium-induced anemia in growing Pigs: Protective effect of oral or parenteral iron", Journal of -- animal science vol. 36, 1973, p.p. 1122-1124
- 18.- PORCIRAMA.- Prevención de la anemia de los cerdos año 6, Vol. VI, Nº 70, p.p. 18-24
- 19.- SKELLEY G.C., HANDLIN D.L., LESLIE E.E. "Iron injection and ham acceptability". Journal of animal science, vol. 27, 1968 p.p. 1261-1265
- 20.- ULLREY D.E., et.al. The requirement of the baby pig for

orally administered iron.

Journal Nutrition, 70, 1960, p.p. 187-192

- 21.- UNDERWOOD E.J. Los minerales en la alimentación del ganado.
Editorial Acribia, Zaragoza (España), 1968,
p.p. 131-146

