

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ANEMIA

FERROPRIVA EN LECHONES

Por

René Castillo Espinoza

Tesis

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal Examinador, como requisito parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería

Managua, Nicaragua, C. A.

1965

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA ANEMIA
FERROPRIVA EN LECHONES

Por

René Castillo Espinoza

Tesis

Presentada a la consideración del Honorable Tribunal Examinador, como requisito parcial para obtener el Título de

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería
Managua, Nicaragua, C. A.

1965

Aprobada:

Fecha:

Juan Eguera
10. Abril 1965

Dedico este trabajo

a mi madre,

abuela

y hermanos.

Al Dr. Alejandro Dávila Bolaños

A mis viejos maestros de secundaria:

Dr. Leonte Pallais Tiffer
y Dña. Leonor García V. de Estrada.

INDICE

Introducción	1
Literatura Revisada	2
Materiales y Métodos	14
Resultados y Conclusiones	18
Resumen	21
Bibliografía	32

CUADROS, GRAFICAS Y FOTOGRAFIAS

Cuadro I.	Peso semanal e individual de los cerditos de las primeras siete camadas.....	22
Cuadro II.	Peso semanal e individual de los cerditos de las tres últimas camadas.....	24
Cuadro III.	Promedio semanal y por tratamientos de los valores de hemoglobina y hematocrito para -- las primeras siete camadas.....	25
Cuadro IV.	Promedio semanal y por tratamientos de los valores de hemoglobina y hematocrito para -- las tres últimas camadas.....	26
Cuadro V.	Supervivencia, mortalidad y causas de mortalidad para las primeras siete camadas.....	27
Cuadro VI.	Supervivencia, mortalidad y causas de mortalidad para las tres últimas camadas.....	28
Gráfica I.	Hemoglobina de las primeras siete camadas...	29
Gráfica II.	Hematocrito de las primeras siete camadas...	29
Gráfica III.	Hemoglobina de las tres últimas camadas.....	30
Gráfica IV.	Hematocrito de las tres últimas camadas.....	30
Fotografía I.	Pesando los cerditos.....	31
Fotografía II.	Sangrando los cerditos.....	31
Fotografía III.	Material usado en el laboratorio.....	31
Fotografía IV.	Hematocrito a las tres semanas.....	31

RECONOCIMIENTO

El autor agradece al Ing. José Wong-Valle, Jefe del Departamento de Industria Animal de la Estación Experimental "La Calera", las múltiples facilidades que le prestó para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Juan Lorenzo Eguaras por su labor de asesoramiento en el desarrollo del mismo.

Finalmente agradece al Sr. Víctor Varela-Díaz por su ayuda en la presentación del trabajo.

INTRODUCCION

La anemia de los lechones es una enfermedad que se manifiesta en los cerdos lactantes al criarlos en cochiqueras pavimentadas sin acceso a la tierra y en condiciones deficientes de alimentación. Sus efectos económicos en las explotaciones aún están sujetos a discusiones. Algunos autores afirman que esta enfermedad causa pérdidas en el aumento de peso de los lechones (30) así como un alto porcentaje de mortalidad. Hay quienes por el contrario alegan que, el efecto que la anemia de los lechones pueda tener en el aumento de peso de los cerditos, quizás no sea digno de tomarse en cuenta desde un punto de vista puramente económico (6).

El presente trabajo es un estudio del efecto de la administración de hierro en tres formas diferentes en cerdos lactantes para determinar el grado de anemia, reflejado por la concentración de hemoglobina y hematocrito en la sangre y por la mortalidad de los cerditos durante las ocho semanas de lactancia. También se midió el aumento de peso diario de los cerditos en estudio para determinar si la administración de hierro en tres formas distintas tenía un efecto real sobre él.

LITERATURA REVISADA

"LA VIDA ES UNA FUNCION QUIMICA", afirma Lavoisier en el siglo XVIII. Desde esa época hasta nuestros días, la química ha constituido un factor fundamental en el desarrollo y avance del campo de la nutrición. Su aplicación al estudio de la fisiología contribuyó a demostrar de una manera categórica que el valor nutritivo de la alimentación no residía, como antiguamente se creía, en un solo alimento (20), sino que por el contrario, muchas veces es más perjudicial la falta de un elemento mineral, por ejemplo, o la falta de una vitamina, que la escasez de toda una ración (23).

Hoy día se conoce bastante bien la importancia que en nutrición tienen las proteínas, los carbohidratos, las grasas, las vitaminas y los minerales como principios nutritivos (20).

Se sabe, por ejemplo, que las proteínas son parte principal en la formación de músculos, órganos internos, piel, caballos, pezuñas, etc. Los carbohidratos y las grasas proporcionan el calor y la energía requeridos por los animales, así como también, el material de engorde. Las vitaminas son muy importantes en la prevención de muchas enfermedades tales como la "pelagra" y el "escorbuto" (5).

En cuanto a los minerales, la importancia fisiológica de algunos de ellos es conocida desde hace mucho tiempo. No obstante, los actuales conocimientos en lo relativo a sus valores nutritivos son el resultado de las investigaciones hechas durante los últimos 35 años (20).

Generalmente para su estudio y al considerarlos en el caso particular del organismo animal, los minerales se suelen clasificar de acuerdo a su concentración en el mismo en Elementos Microconstituyentes,

y de acuerdo a la función que desempeñan, en Elementos Plásticos o Estructurales y Elementos Oligosinergicos (12).

Elementos Primarios son los que forman la mayor parte del peso corporal como el Carbono, Oxígeno, Hidrógeno, Nitrógeno, Calcio y otros.

Son Elementos Secundarios aquellos que se encuentran en proporciones menores que los anteriores, Magnesio, Potasio, HIERRO, etc.

Se consideran Elementos Microconstituyentes los que, a pesar de encontrarse en pequeñas cantidades, son imprescindibles, Cobre, Flúor, Iodo, etc.

Aquellos elementos que forman la materia orgánica e inorgánica que dan forma al organismo como el Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Calcio, y Fósforo entre otros, se clasifican como Elementos Plásticos o Estructurales.

Elementos Oligosinérgicos son: a) los electrolitos que en forma ionizada se encuentran disueltos en el agua del organismo y sirven para regular el equilibrio ácido-básico y para mantener constante la presión osmótica: Sodio, Cloro, Potasio, etc.; b) los elementos que están presentes en proporciones mucho menores que los anteriores, pero que son imprescindibles en la formación de sustancias necesarias para el funcionamiento normal del organismo: HIERRO en los hemos, Iodo en la tiroxina, Cobalto en la vitamina B12, etc.

Como puede verse, el hierro es un mineral que según la clasificación de Deulofeu y Marenzi, pertenece al grupo de los Elementos Secundarios por su concentración en el organismo, y al grupo de los Oligosi-

nérgicos imprescindibles para la formación de sustancias necesarias, por su función en el mismo. Por otra parte se sabe que de los minerales que existen en el organismo, el hierro es uno de los mejor conocidos (17). Su clasificación anterior atiende a que alcanza una proporción de 1 en 2000 como componente de la sangre (17) permitiendo mantener en circulación, de una manera constante, un mínimo de 2.5 grs. de hierro (22), así como también puede encontrarse en proporciones de 0.02% en el hígado, 0.01% en el músculo cardíaco y en proporciones menores en otros músculos, formando parte de la miohemoglobina (21, 22). Además al entrar a formar parte de la hemoglobina-compuesto proteico del grupo de las cromoproteínas que colorean la sangre- desempeña una importante función fisiológica en el transporte del oxígeno y del anhídrido carbónico (12).

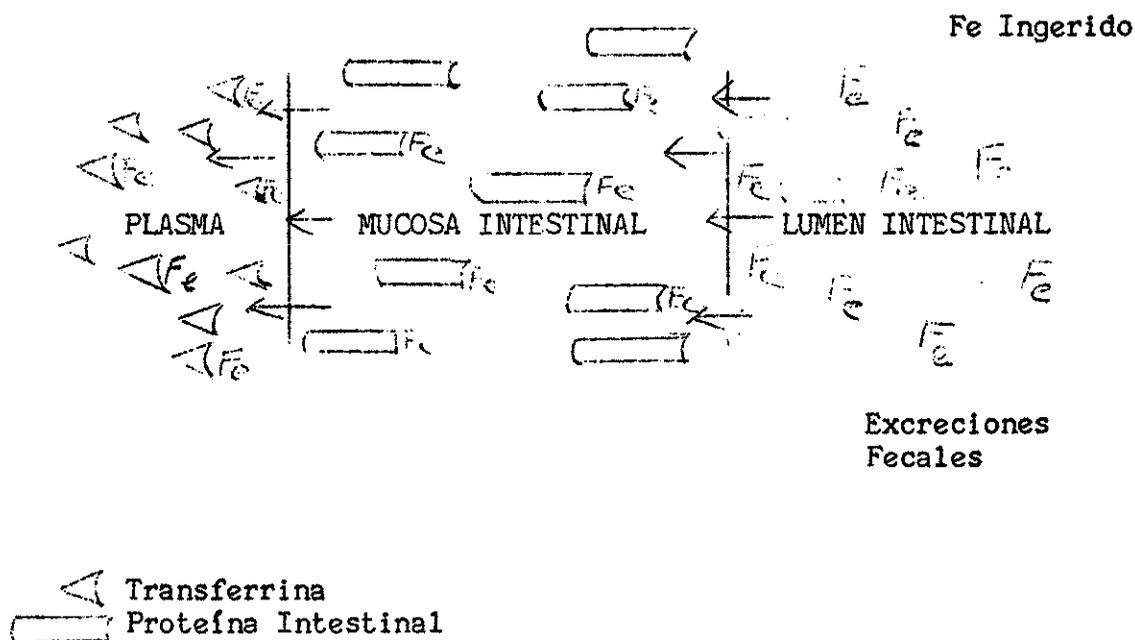
Para que una vez asimilado el hierro, entre a formar parte del complejo fisiológico del cuerpo, es necesario proporcionarlo al animal en sus alimentos al igual que cualquier otro nutriente, o bien puede ser aplicado por vía parenteral como complemento de la alimentación (19).

Tanto el hierro suministrado por vía digestiva como el hierro suministrado por vía parenteral, es perfectamente aprovechable, y muchas de las fases metabólicas son comunes a ambas aplicaciones (19).

El hierro administrado oralmente es absorbido perfectamente en forma inorgánica. El hierro de los compuestos orgánicos, una vez ya en el estomago por la acción del jugo gástrico, se convierte en hierro ionizable (iones ferrosos o férricos). Las sales ferrosas pue-

den mantenerse como tales si en el estómago o en el intestino se mantiene una reacción ácida, ya que al volverse alcalino el medio, dichas sales se transforman en férricas complejas, lo que dificulta su absorción (25).

El hierro ya inorgánico que se encuentra formando sales ferrosas puede ser absorbido a lo largo del intestino delgado, principalmente en el duodeno, por encontrarse ahí, numerosas proteínas encargadas de fijar el hierro ionizado al pasar a través de su membrana mucosa (11). Ese mecanismo que interviene en la asimilación del hierro ingerido se conoce como el bloqueo de Hanh y Granik, el cual aparece representado en el esquema I (19).



Esquema I

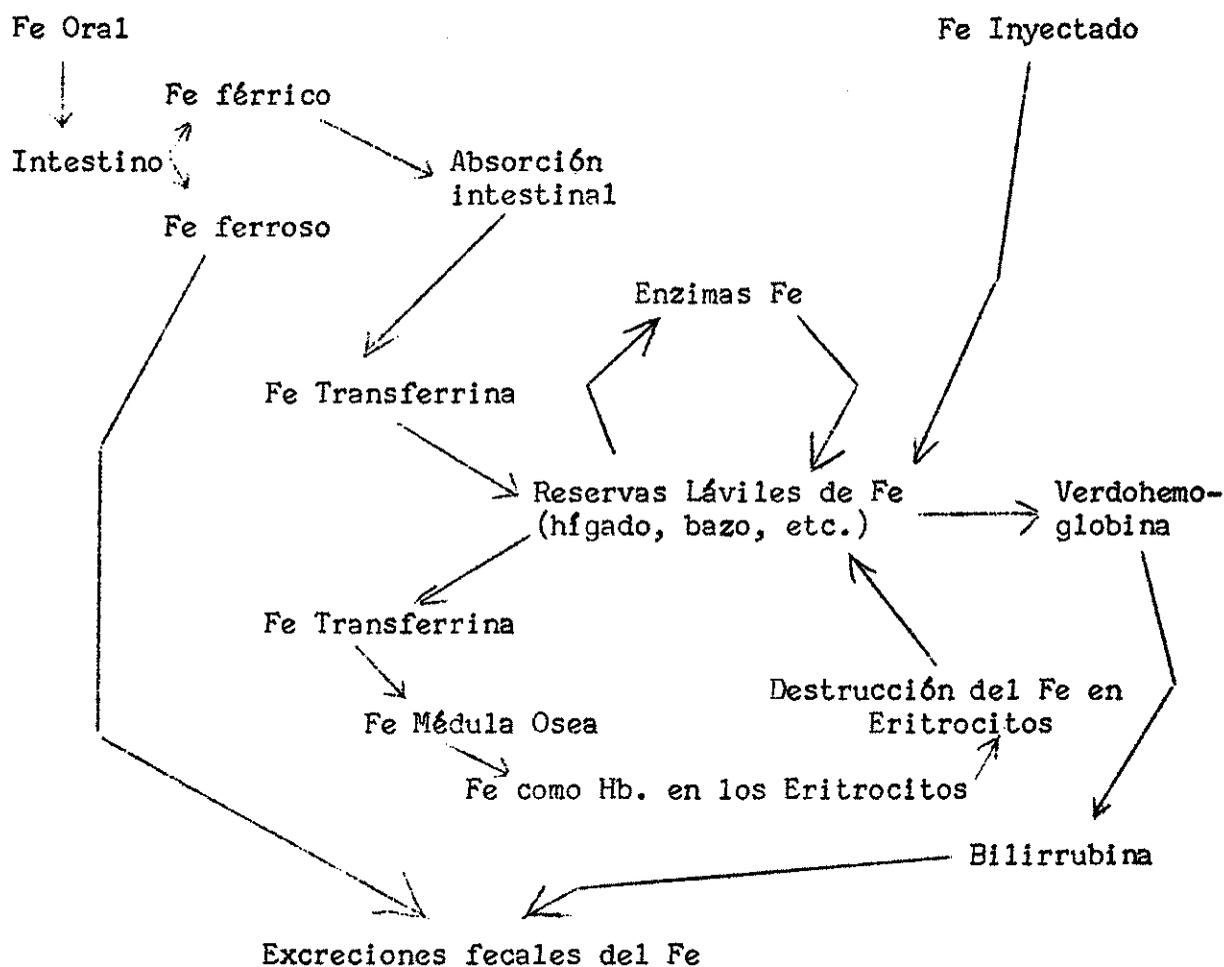
Ya que la absorción del hierro está regulada por la acidez del jugo gástrico, así como por las necesidades que el organismo tenga en este mineral y por la presencia de iones de cobre, clorofila, pigmentos biliares, moco y sales cálcicas en el intestino (24), únicamente de un 10 a un 30% del hierro ingerido es utilizado (19).

Una vez retenido en la mucosa intestinal, el hierro es oxidado pasando de ferroso a férrico y se combina con la proteína apoferritina transformándola en ferritina. La ferritina es un depósito temporal del hierro ya que el ion férrico es vuelto a reducir para abandonar el intestino y entrar al plasma sanguíneo, donde es nuevamente oxidado y transportado por la transferrina o siderofilina a sus depósitos de almacenamiento, (hígado, bazo, etc.), para ser distribuido de acuerdo a las necesidades del organismo y excretado en pequeñas cantidades (11).

El metabolismo del hierro inyectado carece de los primeros mecanismos que intervienen en el metabolismo del hierro ingerido, y es directamente movilizado de los sitios de aplicación hacia los depósitos de reservas para continuar luego por vías idénticas, como puede verse en el esquema 2 (19)

La hemoglobina es el pigmento coloreado de la sangre y está formado por el grupo prostético hem y la proteína globina. El grupo prostético hem no es más que una porfirina conteniendo hierro a la que se da el nombre de Ferroprotoporfirina IX (33), la cual puede originarse a partir de cuerpos nitrogenados de estructura pirrólica suministrados en los alimentos tales como la clorofila, cuyo núcleo tetrapirrólico es muy parecido al de la sangre. El organismo es capaz de sintetizar di-

chos grupos a partir de amino-ácidos cíclicos como la prolina y el triptófano. El momento en que el pigmento coloreado aparece en el eritrocito es muy difícil de precisar, admitiendo unos un origen nuclear del pigmento y otros una producción de los plasmosomas (25).



Esquema 2

Los eritrocitos tienen su origen en la médula ósea en los reptiles, pájaros y mamíferos superiores. En los anfibios intervienen como

órganos hematopoyéticos los riñones y el bazo, siendo en los peces el riñón, el principal órgano formador de glóbulos rojos (25).

En los mamíferos, cuando se están formando los glóbulos rojos, la circulación de ciertas partes de la médula ósea disminuye acentuando la anoxia y favoreciendo por tanto la eritropoyésis. El endotelio de estas partes de la médula se hincha, y sus células se van dividiendo continuamente hasta dar origen a eritrocitos completamente maduros, Entonces estos pierden el núcleo, la membrana superficial se altera y comienzan a separarse unos de otros, a la vez que el plasma se insinúa entre ellos hasta que finalmente los eritrocitos recién formados son expulsados de los capilares eritropoyéticos pasando a las venas de la médula y posteriormente a la circulación general (33).

Como la vida de los glóbulos rojos es relativamente corta, la formación de la hemoglobina que habrá de formar parte de los futuros eritrocitos es continua, teniendo el organismo, por tanto, una necesidad constante de los elementos constituyentes de aquella, incluyendo el hierro (22).

Para la mayoría de los animales domésticos (excepto el cerdo), la dieta de hierro en la alimentación no constituye un problema grave, ya que la disponibilidad de este mineral en el suelo y en el agua es muy abundante (14), y puede encontrarse en los granos y demás ingredientes de la ración (24). No obstante, es posible que en ciertas especies y en determinadas fases del desarrollo se presente la anemia por falta de hierro, sobre todo en los períodos de lactancia, ya que la leche contiene un muy bajo nivel de este mineral (17). Asimismo, este tipo de

anemia puede presentarse en cualquier momento de la vida cuando el aporte de hierro sea deficiente para cubrir las necesidades en la formación de la hemoglobina (17).

Debido al manejo de que son objeto las pjaras técnicamente explotadas, el cerdo es el animal que mayor padecimiento presenta por deficiencia de hierro (23). El uso de cochiqueras pavimentadas donde se alojan a las cerdas antes y después del parto, constituye un factor en el desarrollo de la anemia de los lechones (31).

Normalmente el lechón nace con reservas de hierro en el hígado, pero éstas son muy escasas. La leche de las cerdas únicamente suministra a los lechoncitos 1 mg. de hierro de los 15 que diariamente necesitan para su normal fisiología (13), y como aquel no ingiere otro alimento más que la leche materna durante las 3 ó 4 primeras semanas de edad, sobreviene una pobre producción de hemoglobina lo que se manifiesta en anemia (29).

Las anemias se clasifican en carenciales, hemolíticas y mielógenas, según su origen; en microcíticas, normocíticas y macrocíticas, según los cambios que sufra la naturaleza de los glóbulos rojos; y finalmente en hipocrómicas, normocrómicas e hiperocrómicas, según el índice de color de la sangre que está dado por la concentración de hemoglobina en ella (21, 15, 20). Según Samson Wright, basta clasificar las anemias a base del volúmen globular y de la concentración de la hemoglobina globular por ciento (33). La anemia por deficiencia de hierro, llamada también anemia ferropriva o ferropénica, puede estudiarse como una anemia carencial, microcítica e hipocrómica (20, 3).

Clinicamente la anemia ferropriva de los lechones se manifiesta por una palidez intensa de las mucosas, especialmente de las que rodean los ojos y la boca, por poca actividad de los animalitos enfermos, exhibiendo muchas veces trastornos respiratorios. Otras veces se presenta con diarrea blanquecina, cola y orejas caídas (8, 13), por alteración de los tejidos, ptialismo, atrofia lingual, dispepsia, y uñas planas y quebradizas (3). En casos muy agudos se puede apreciar hinchazón alrededor del cuello y en las paletillas. Si la enfermedad no se atiende a tiempo es posible que los puerquitos mueran entre la tercera y la sexta semana de edad. De no morir, serán lechones encienques que tardarán mucho tiempo en lograr aumentos normales de peso (23, 24, 26).

En el laboratorio esta enfermedad se reconoce por una baja considerable en el nivel del hematocrito (relación de globulos rojos y plasma), por una reducción del contenido de hemoglobina y por una disminución del tamaño normal de los eritrocitos (3).

Tomando en cuenta la importancia que para el desarrollo de la suicultura tiene la anemia de los lechones, los investigadores en el ramo de la zootecnia han realizado un buen número de estudios que tienden a conocer cada vez mejor todo lo relativo a esta enfermedad, incluyendo la forma más económica y efectiva de prevenirla o curarla.

En 1958, Brooks realizó en los Estados Unidos un estudio sobre las necesidades de elementos menores para el crecimiento de cerdos, comprobando que la ganancia media en peso y los valores de hemoglobina fueron mayores en los grupos que recibían suplementos de minerales

entre los que se incluía hierro y cobre (4).

Posteriormente Rydberg y sus colaboradores (28), comprobaron que al aplicar una inyección intramuscular de 10 cc. de hierro dextrán conteniendo 50 mgs. de hierro por cc., a cerdas gestantes en su cuarta o en su segunda semana antes del parto, se obtenían valores más altos de hemoglobina hasta los veinticinco días de edad, en las camadas procedentes de cerdas tratadas en la segunda semana antes del parto, en comparación con los valores obtenidos para las camadas procedentes de cerdas tratadas en su cuarta semana pre-parto. Aunque no se notó en las dos camadas tratadas diferencia significativa alguna, si se encontró una diferencia significativa entre los valores de la hemoglobina procedentes de estos grupos al compararlos con los de hemoglobina procedentes de camadas testigos, cuyas madres no habían sido tratadas previamente. Estos autores aplicaron a una parte de los lechones procedentes de las camadas antes mencionadas, de 2 a 3 cc. del mismo compuesto de hierro dextrano a los cuatro días de nacidos, dejando el resto de los cerditos sin tratamiento. Al alimentar ambos grupos exclusivamente de leche materna, comprobaron que no había diferencia significativa entre los valores de hemoglobina y las ganancias de peso para dichos grupos.

En 1959, Gwatkin y L. Ecuier ensayaron cuatro productos conteniendo hierro para comprobar la eficacia en la prevención de la anemia de los lechones destetados precozmente, usando los valores de hemoglobina como criterio. Ellos usaron dosis de 100 mgs. de hierro por cc. en forma de hierro dextrano; 50 mgs. de hierro por cc. en forma de hi-

dróxido férrico; 30 mgs. por cc. de citrato férrico amoniacal con vitaminas del grupo B; y finalmente, 10 mgs. de hierro y citrato de amonio con extracto hepático, cloruro de colina y algunas vitaminas del complejo B. Encontraron que la aplicación de 1 cc. de la preparación de hierro dextrano fue la que mantuvo más satisfactoriamente el nivel de la hemoglobina, siguiéndole después la aplicación de 2 cc. del preparado de hidróxido férrico. El hierro reducido, dado por la boca en cantidades de 0.3 gms. durante tres veces, con intervalos semanales, no fue tan efectivo como los preparados de hierro dextrano o hidróxido férrico. Ninguna de las preparaciones con citrato de amonio prevenía la anemia. También encontraron que las ganancias en peso fueron semejantes en todos los preparados (16).

En Gran Bretaña estudiando el problema de los cerditos desmembrados, se compuso un líquido "anti-anémico" a base de sales de hierro, cobre y un poco de cobalto, comprobándose que con la aplicación de esta solución en dosis de una cucharada cafetera por día, el nivel de hemoglobina no sufría ningún descenso considerable en lo que se conoce como el período crítico del cerdo (de la tercera a la sexta semana de edad). Sin embargo, este medicamento es incapaz de impedir que salgan siempre un buen número de puerquitos desmembrados (1).

En Puerto Rico se desarrolló una prueba con contaje de hemoglobina para cerdos tratados con hierro inyectable y oral y para cerdos no tratados, demostrándose que los cerditos que se crían en casetas sin acceso a corrales de tierra, necesitan que se les suministre hierro en alguna forma, y que el hierro inyectable parece utilizarse más eficientemente que el aplicado oralmente (27).

Al inducirse en lechones una anemia con la misma hematología, histología y cambios en las proteínas del suero, que las encontradas en casos naturales, el suplemento proteínico tiene mayor importancia en la terapéutica que el hierro (18).

Asimismo en un ensayo sobre el efecto del hierro en relación al aumento de peso y a la variación de hemoglobina en cerditos, desde el nacimiento hasta los 56 días de edad, se encontró que los lechones no tratados, mostraron un decremento en la hemoglobina hasta la cuarta semana de edad y un incremento después de la octava semana. Con respecto al peso se comprobó que los cerdos tratados con 50 mgs. de hierro aplicados en 2 cc. a los tres días de nacidos, alcanzaron un promedio de 29 libras a las ocho semanas, en tanto que los testigos, a la misma edad, sólo alcanzaron un peso de 24 libras. Este incremento variaba entre el 0.6 y el 43.2% en diferentes hatos, las ganancias más altas ocurrieron en hatos que comían la misma calidad de albumina - animal. Además se comprobó que las pérdidas por muerte en los primeros tres días antes del tratamiento, variaban entre el 0 y el 33%, y que las muertes después de los 56 días de edad, fueron iguales en cerdos tratados y no tratados (30).

En un estudio realizado por Caldwell y sus colaboradores se concluyó que el hierro inyectable no fue beneficioso al suministrárselo a cerdos libres de enfermedades, cuando su desarrollo fue comparado con el de cerdos que no recibieron tratamiento, y que los cerdos tratados con hierro inyectable, respondían mejor que los tratados oralmente, cuando ambos grupos eran descendientes de cerdas con historial de enfermedades. Concluyeron también que desde un punto de vista puramente económico, el incremento en peso que los cerdos trata-

dos con hierro inyectable mostraron sobre los cerdos tratados con hierro oral, pueda no tener ningún valor para el productor (6).

MATERIALES Y METODOS

Una parte del presente estudio se realizó en el campo y otra parte en el laboratorio. El trabajo de campo se realizó en las cochiqueras de la sección de Suicultura, departamento de Industria Animal, Estación Experimental "La Calera".

Se tomaron diez camadas, nacidas entre el 14 de julio de 1964 y el 4 de enero de 1964, de las razas Duroc Jersey y Poland China, comprendiendo un total de 61 cerditos. Al nacer se identificaban por medio de muescas en las orejas, se les quemaba el ombligo, se pesaban y se procedía a la obtención de muestras de 2 cc. de sangre mediante punción en la vena cava anterior. Estas muestras se vertían en tubos de ensayo con anticoagulante. Este fue "Anticlot" (CLINTON), que es una solución estable de heparina, a razón de una gota por muestra.

Después de haber obtenido la primer pesada y muestra de sangre, los cerditos de cada camada se sorteaban al azar para dividirlos en cuatro grupos a los cuales se les asignaba también al azar los tratamientos a seguir. En el mismo día se le suministraba por vía oral con una jeringuilla, 6 cc. de una solución de sulfato de hierro, a un grupo. Este tratamiento se repetía semanalmente las ocho semanas que duraba el ensayo. La solución que se daba a tomar estaba compuesta de 500 gms. de sulfato de hierro, 75 gms. de sulfato de cobre, 500 gms. de azúcar y 3 litros de agua caliente.

Un segundo grupo era inyectado, a los dos días de nacidos, con 2 cc. de un compuesto a base de óxido férrico coloidal por vía muscular. Para esta operación se eligió la región del muslo por presentar ahí mayor facilidad al inyectar. El compuesto que se usó en este tratamiento, fue una solución estéril que contiene óxido férrico coloidal en cantidades equivalentes a 100 mgs. de hierro elemental por cc., y que ha sido estabilizado con una dextrina de baja viscosidad, a la que se ha agregado 5 ppm de fenol como preservativo (9).

El tercer grupo se sacaba al potrero por treinta minutos, tres veces al día después de la primera semana de edad. Este procedimiento se repetía diariamente durante las siete semanas restantes.

Se usó un último grupo como control.

Todos los cerditos de la misma camada recibieron la misma alimentación, la misma aplicación de medicamentos y el mismo cuidado en general. Asimismo estos se pesaron y sangraron semanalmente como puede apreciarse en las fotografías 1 y 2.

La alimentación que recibieron las primeras siete cerdas que comprendió el ensayo, estaba compuesta de los siguientes ingredientes: maíz 30 lbs., sorgo 32 lbs., harina de semilla de algodón 10 lbs., harina de carne 12 lbs., melaza 10 lbs., sal, hueso y concha molida 2 lbs., olotes molidos 3 lbs., Dohifral 45 gms.

Las tres últimas cerdas que completaron el ensayo fueron encerradas, quince días antes del parto, en cochiqueras pavimentadas y durante todo el ensayo se les dió como alimento únicamente maíz molido.

Tanto las primas siete camadas como las tres últimas tenían acceso al alimento de sus respectivas madres.

A excepción de los cerditos que debían recibir el tratamiento de tierra, todos los demás eran encerrados en las cohiqueras de las madres y ninguno salió de ellas hasta la terminación del estudio.

Durante el transcurso de las ocho semanas correspondientes a cada camada, se anotaron los siguientes datos: identidad de la madre y del padre; identidad de cada cerdito; raza de la lechigada; fecha de nacimiento; fecha al comenzar y al finalizar el tratamiento; peso de cada cerdito al nacer y semanalmente; muerte por anemia y por otras causas y observaciones generales.

Una vez obtenida la muestra de sangre con anticoagulante se llevaba al Laboratorio de Veterinaria de la Estación Experimental "La Calera" para hacer determinaciones de hematocrito y de hemoglobina.

Para determinar el hematocrito (volumen de glóbulos rojos en sangre) se siguió el método Wintrobe (2). Los tubos de hematocrito se rotulaban, se llenaban con las muestras pertinentes y se centrifugaban durante treinta minutos. Luego se sacaban para tomar la lectura del volumen de eritrocitos compactados en el fondo del tubo.

Para determinar la concentración de hemoglobina en gramos por 100 cc. de sangre en los cerdos problemas, se siguió el método de la hematina ácida (7).

La resultante formación de hematina ácida tiene un color castaño, el cual se compara con una tabla con colores estandarizados.

El aparato que se usó para esta determinación fue el de Haden-Hauser.

La muestra de sangre se succionaba con una pipeta para recuento de glóbulos blancos (con tres graduaciones: 0.5, 1.0 y 11.0). Se llenaba de sangre hasta la marca de 0.5 y luego se completaba hasta la marca de 11 con HCl 0.1 N. Se agitaba por uno o dos minutos, y luego se dejaba en reposo durante treinta minutos, al cabo de los cuales se cogía nuevamente la pipeta, se agitaba, se desechaban las dos o tres primeras gotas del capilar de la pipeta y con el resto se llenaba la placa de la escala de estándares de colores. Preparada de esta manera, la placa era observada a través de un lente, donde se leía directamente el valor de hemoglobina en esa muestra, atendiendo a la casilla donde coincidían los colores de la placa con el de la hematina ácida.

Como la escala de la placa tiene valores únicamente entre 7.5 y 18, para determinar valores de hemoglobina menores de 7.5, se llenaba la pipeta hasta la marca de 1.0 con sangre y hasta la marca de 11.0 con HCl 0.1 N., continuando luego con la metodología antes descrita. Esto hacía que se obtuviera una concentración doble de hemoglobina, por lo que después de leído el valor se dividía entre dos para obtener la verdadera concentración de hemoglobina. Los valores así obtenidos de peso, hematocrito y hemoglobina fueron computados en tablas para tal efecto. Al final del ensayo los resultados de hematocrito y hemoglobina se promediaron por grupos tratados y se compararon entre sí y con valores establecidos de hematocrito y hemoglobi-

na en la sangre del cerdo (7), los resultados aparecen representados en las gráficas I, II, III, y IV y en los cuadros III y IV.

Las ganancias en peso promedio diarias fueron agrupadas por tratamientos y analizadas clasificando los datos en un cuadro de entrada simple (Single Way Classification) (32).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En el cuadro I se presentan los pesos individuales de aquellos cerditos sometidos a estudio, cuyas madres recibieron un alimento balanceado el cual incluía complemento vitamínico y mineral. En la última columna aparecen las ganancias promedio diarias expresadas en libras,

El análisis estadístico de estos datos (ganancias promedio diarias en peso) no mostró diferencia estadística significativa.

El análisis estadístico de las ganancias promedio diarias en peso incluyendo únicamente cerditos que al nacer presentaron pesos similares, tampoco indicó diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

El análisis estadístico de las ganancias promedio en peso diarias de los cerditos incluidos en la segunda parte del experimento: aquellos cuyas madres fueron encerradas en cochiqueras de cemento desde las dos semanas antes del parto hasta la terminación del ensayo, sin que salieran a potreros de tierra durante ese período. Estas recibieron como único alimento maíz molido. Igualmente enseñó la ausencia de diferencia significativa entre los tratamientos.

De los tres análisis anteriores se puede concluir que en el presente trabajo, al considerar el peso de los cerditos al nacer y la alimentación recibida por las madres durante el período de lactancia, el aumento de peso promedio diario no fue significativo para ninguno de los tratamientos incluyendo los testigos.

Las curvas de las gráficas I y III representan los valores promedio de la hemoglobina -expresados en gramos por 100 cc, de sangre- para cada tratamiento durante las ocho semanas del ensayo.

Las curvas representadas en las gráficas II y IV se basan en los valores promedios de hematocrito para cada tratamiento de ambas partes del ensayo -expresados en porcentajes-.

Al comparar los resultados ilustrados en las gráficas I, II, III y IV se puede concluir:

- a) Que el hierro suministrado por vía parenteral parece haber sido aprovechado con más prontitud por el organismo de los lechones, comparado con el hierro que los cerditos ingirieron. El hierro en su forma de sulfato parece ser mejor aprovechado que el hierro ingerido al hociquear la tierra, pues aquel mantuvo el nivel de hemoglobina y hematocrito más alto que este.
- b) Que los cerditos pueden autoabastecerse de hierro (aunque quizás no en forma suficiente), al empezar a ingerir pequeñas cantidades del alimento suministrado a la madre, pues aún el grupo que sirvió como testigo en la primera parte del ensayo, presentan

en su curva de hemoglobina y hematocrito un ascenso a partir de la cuarta semana de edad, con tendencia a nivelarse con los grupos que recibieron hierro hacia el final del ensayo. En cambio los testigos de la parte final del estudio no presentan recuperación alguna pues el alimento que se dió a estas madres no contenía suplemento mineral.

- c) Que los valores de hemoglobina en sangre y los del hematocrito están íntimamente ligados entre sí, ya que sus variaciones siguieron la misma tendencia.

De los resultados presentados en los cuadros V y VI en las gráficas I, II, III y IV, puede concluirse que aunque la anemia se haya manifestado en los valores de hemoglobina y hematocrito no tuvo ningún efecto en cuanto a la mortalidad de los lechones por esta causa.

RESUMEN

Se estudió el efecto de tres tratamientos de hierro en forma de óxido férrico coloidal inyectable, sulfato de hierro ingerido en forma de solución y hierro en forma de compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el suelo, en cerdos lactantes para determinar el grado de anemia reflejado por la concentración de hemoglobina y hematocrito en sangre y por la mortalidad de los cerditos durante las ocho semanas de lactancia. Asimismo se determinó la no significancia de las diferencias en el aumento de peso diario debido a las diferentes normas de administrar hierro a los cerditos en estudio.

Se tomaron diez camadas de las razas Duroc Jersey y Poland China, cada una de las cuales se dividió en cuatro grupos dejando siempre uno como testigo.

Se encontró que la anemia de los lechones se manifestó únicamente en una baja en el contenido de hemoglobina y hematocrito. La mortalidad por esta enfermedad no se manifestó a lo largo del estudio. Las diferencias en el aumento de peso promedio diario no fue significativo para ninguno de los tratamientos incluyendo los testigos.

CUADRO I

Peso semanal e individual de los cerditos de las primeras siete camadas cuyas madres recibieron alimentación completa.

Tratamiento	Identificación	Nacimiento	Semanas de Edad								Ganancias Diarias Promedio
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Inyectados	H-11-1	3.31	6.19	9.75	13.00	16.18	19.25	23.37	27.25	32.75	0.52
	H- 2-2	3.06	4.00	5.06	7.50	10.12	13.00	16.56	21.44	25.56	0.40
	H-77-3	3.75	5.31	7.37	9.31	11.56	13.37	15.25	17.25	20.25	0.29
	M-28-7	3.50	5.12	7.50	9.87	12.63	14.25	15.56	20.25	24.94	0.38
	H-32-4	4.00	5.94	7.56	9.75	11.00	14.18	16.56	21.25	25.00	0.37
	H-81-4	4.00	6.31	6.37	6.75	6.94	12.87	13.56	15.18	16.18	0.22
	M-90-5	2.94	5.50	9.50	12.00	16.18	20.00	24.06	27.50	30.50	0.49
Sulfate de hierro	H-12-1	3.18	6.06	9.44	12.44	15.87	18.44	22.56	27.81	32.25	0.51
	H- 3-2	3.12	5.00	7.44	9.57	13.50	17.06	21.50	25.50	29.75	0.47
	H-94-5	3.50	7.00	9.81	11.81	13.56	15.31	17.18	17.00	20.50	0.29
	H-83-3	3.12	4.18	5.75	9.56	9.93	11.00	13.25	16.50	19.69	0.29
	H-36-4	3.44	6.81	9.18	11.87	12.75	15.81	19.44	25.18	29.62	0.46
	H-26-4	3.50	7.31	9.56	10.50	11.25	12.81	16.56	19.18	25.81	0.39
	M-18-3	2.75	5.26	8.18	10.62	13.75	15.50	20.31	19.37	35.50	0.58
	H-31-7	2.56	5.00	7.25	9.06	10.87	13.44	16.31	20.81	24.00	0.38

CUADRO I (Continuación)

Peso semanal e individual de los cerditos de las primeras siete
camadas cuyas madres recibieron alimentación completa.

Tratamiento	Identi- ficación	Nacimiento	Semanas de Edad								Ganancias Diarias Promedio
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Tierra	M-79-3	2.75	3.81	4.38	6.06	8.50	9.94	12.00	17.50	20.56	0.31
	M-29-7	4.06	6.44	10.50	12.18	14.44	19.12	23.50	29.31	35.38	0.55
	M- 8-2	3.31	4.56	6.25	8.00	9.12	10.50	13.94	18.12	23.06	0.35
	H-93-4	3.06	5.81	8.00	8.75	11.00	13.81	17.00	17.06	18.50	0.27
	H-82-3	2.18	4.56	6.44	10.62	12.25	15.31	18.94	25.06	29.75	0.49
	M-27-4	4.06	6.81	9.18	11.31	13.38	17.12	21.00	24.06	30.87	0.48
Testigo	M-10-1	3.75	6.38	10.06	13.25	17.25	21.50	26.06	33.00	37.94	0.61
	M- 3-4	3.56	5.00	6.06	9.44	10.81	13.84	14.00	15.94	15.94	0.22
	M-92-4	3.25	4.94	6.00	6.56	7.56	7.56	6.56	6.56	5.44	0.04
	H-30-7	3.00	6.06	10.12	12.00	14.44	19.56	20.00	23.00	33.06	0.53
	M- 5-2	1.44	2.50	3.50	5.00	8.75	10.94	13.75	16.00	19.12	0.31
	M- 7-2	2.00	3.06	4.18	5.06	7.94	10.18	12.50	15.56	18.18	0.29
	M-76-3	4.00	6.44	8.81	11.44	12.94	14.62	16.12	17.62	20.75	0.30
	M-78-3	2.75	5.31	7.31	8.25	9.62	12.00	14.18	19.31	23.31	0.37

CUADRO II

Peso semanal e individual de los cerditos de las tres últimas
camadas cuyas madres fueron alimentadas a base de maíz molido

Tratamiento	Identificación	Nacimiento	Semanas de Edad								Ganancias Diarias Promedio
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Inyectados	M-96-8	3.50	4.62	7.18	10.00	12.25	13.94	16.12	15.25	18.12	0.26
	M-111-9	4.00	7.25	10.25	14.56	17.62	14.50	24.44	27.56	29.68	0.46
	H-107-10	3.44	5.31	7.56	11.25	13.75	15.62	18.18	20.75	24.44	0.37
Sulfato de hierro	H-100-8	3.56	5.44	9.72	11.56	14.06	16.37	18.31	18.12	30.12	0.29
	M-103-10	3.44	4.81	6.87	9.75	11.94	13.94	15.56	18.25	20.44	0.30
	H-113-9	3.75	5.44	6.81	9.12	11.25	21.12	16.12	18.25	21.00	0.30
Tierra	M-110-9	4.00	6.62	8.44	11.56	14.55	17.25	20.50	24.37	28.00	0.43
	M-104-10	4.00	4.12	5.06	8.31	10.06	11.94	14.06	17.50	18.62	0.26
	M-105-10	3.94	6.00	8.50	12.44	15.06	17.75	21.00	25.00	27.87	0.43
Testigo	M-112-9	4.12	6.12	7.75	10.50	12.25	14.87	17.00	19.75	21.50	0.31
	H-102-8	3.44	4.00	6.44	8.62	10.50	12.44	13.50	13.12	18.25	0.26
	H-108-10	3.25	5.56	7.62	11.66	14.06	16.18	18.94	23.87	25.25	0.39
	H-106-10	3.87	6.44	8.62	12.06	14.00	16.06	17.00	20.87	20.06	0.28

CUADRO III

Promedios semanales y por tratamiento de los valores de hemoglobina y hematocrito para las primeras siete camadas.

Edad	HEMOGLOBINA				HEMATOCRITO			
	Inyectados	Tratamientos			Inyectados	Tratamientos		
		Sulfato	Tierra	Testigo		Sulfato	Tierra	Testigo
Al Nacer	10.57	10.50	10.50	10.50	40.85	40.50	41.16	40.37
Semana -1	9.50	9.06	9.16	9.06	36.00	37.12	37.16	36.25
Semana -2	10.00	8.37	8.00	7.81	38.85	34.25	33.50	31.12
Semana -3	10.07	8.25	7.33	6.62	39.71	32.87	30.16	26.62
Semana -4	9.92	8.75	7.66	6.25	39.85	34.25	30.50	24.75
Semana -5	10.00	9.00	8.25	6.37	39.85	36.25	33.33	26.62
Semana -6	10.14	9.32	8.91	7.68	39.85	37.50	36.66	30.25
Semana -7	9.78	9.56	9.00	8.37	39.71	38.50	37.33	32.62
Semana -8	10.00	9.68	9.16	8.50	39.85	39.37	38.33	34.25

CUADRO IV

Promedios semanales y por tratamientos de los valores de hemoglobina y hematocrito para las tres últimas camadas,

Edad	HEMOGLOBINA				HEMATOCRITO			
	Inyectados	Tratamientos			Inyectados	Tratamientos		
		Sulfato	Tierra	Testigo		Sulfato	Tierra	Testigo
Al Nacer	9.50	9.30	9.30	9.30	37.00	37.30	37.30	37.50
Semana -1	8.80	8.60	8.30	8.50	36.30	35.30	33.60	32.00
Semana -2	8.30	8.00	7.80	7.50	32.26	31.30	29.60	27.50
Semana -3	8.50	7.80	7.50	6.70	32.60	28.60	27.30	25.20
Semana -4	8.80	7.50	7.30	6.50	36.30	29.00	26.30	23.00
Semana -5	9.00	8.10	7.80	6.30	37.30	29.60	26.00	22.70
Semana -6	9.30	8.30	8.00	6.50	37.60	30.30	26.60	22.50
Semana -7	9.30	8.60	8.30	6.70	38.00	32.00	27.60	22.70
Semana -8	9.30	8.80	8.50	7.00	38.30	34.60	29.30	23.00

CUADRO V

Supervivencia, mortalidad y causas de mortalidad
de las primeras siete camadas.

Tratamientos	# total de cerdos utilizados	cerdos que terminaron	muertos por anemia	muertos por Pnemonía	muertos por otras causas
Inyectados	11	7	0	4	0
Sulfato	10	8	0	1	1
Tierra	12	6	0	5	1
Testigo	11	8	0	3	0
Totales	44	29	0	13	2

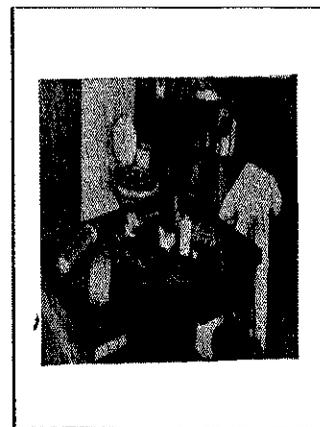
CUADRO VI

Supervivencia, mortalidad y causas de mortalidad
de las primeras siete camadas.

Tratamientos	# total de cerdos utilizados	cerdos que terminaron	muertos por anemia	muertos por Pneumonía	muertos por otras causas
Inyectados	4	3	0	1	0
Sulfato	4	3	0	1	0
Tierra	5	3	0	2	0
Testigo	4	4	0	0	0
Totales	17	13	0	4	0



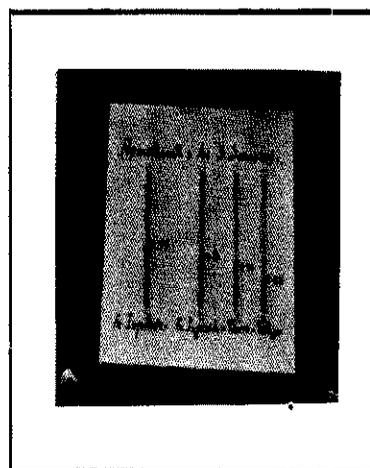
I Pesando



III Materiales de Laboratorio.



II Sangrando.



IV Hematocrito a las 3 semanas.

BIBLIOGRAFIA

- 1/ Anónimo: La crisis de la tercera semana. Agricultura y Ganadería, #54, (1955), pp. 9-10.
- 2/ Benjamin, Maxine M.: Compendio de patología clínica veterinaria. Editorial Continental S. A., (1962), 354 pp.
- 3/ Børshieder, Max: Guía diagnóstica. Editorial El Ateneo, (1959), 416 pp.
- 4/ Brooks, C. C.: Comunicación preliminar sobre un estudio de las necesidades en elementos menores para cerdos en crecimiento en Virginia. Avances en Alimentación Animal, Vol. 1, #3, (1960), pp. 30.
- 5/ Bundy, Clarence E., Y. Diggins, Ronald V.: Producción porcina. Editorial Continental, S. A., (1961), 379 pp.
- 6/ Caldwell, James D.: Comparative Growth Response of "Disease-Free" and Diseased Swine to Iron Administration. Journal of the American Veterinary Medical Association, Vol. 134, #6, (1959), pp. 287-90.
- 7/ Coffin, David L.: Laboratorio Clínico en Medicina Veterinaria. La Prensa Médica Mexicana, (1959), 335 pp.
- 8/ Concellón, Antonio: Porcinocultura, explotación del cerdo y sus productos. Editorial AEDOS, (1961), 399 pp.
- 9/ Cyanamid: Nueva dosis recomendada para el Cerdex-100 hierro inyectable. Noticiario Veterinario Internacional, Vol. 4, #1, (1962), pp. 1.
- 10/ De La Loma, J. L.: Experimentación Agrícola. UTEHA. (1955), 430 pp.
- 11/ Delgadillo Bermúdez, Nidia: Modificación de los métodos de Schde y colaboradores en comparación con otros métodos, e influencia de la lipemia, ictericia y hemólisis, sobre los resultados. Tesis, Universidad de Motolinia, Mexico, (1962), 30 pp.
- 12/ Deulofeu, V., y Marenzi, A. D.: Curso de Química Biológica. Editorial El Ateneo, (1955), 788 pp.
- 13/ Escamilla Arce, L.: El Cerdo, su cría y explotación. Editorial Continental, S. A., (1960), 356 pp.

- 14/ Ehlers, Victor M., y Steel, Hermes W.: Saneamiento Urbano y Rural. Editorial Interamericano S. A., (1961), 493 pp.
- 15/ Gallo Ortega, José M.: El síndrome anémico de los lechones y cerdas gestantes. Noticias Neosan. #92 (1958), pp 37-62.
- 16/ Gwatkin, R., y L'Ecuyer, C.: Ensayo de algunos productos inyectables en cerdos. Avances en Alimentación Animal. Vol. 1, #2, (1960), pp 29.
- 17/ Hammond, John: Avances en fisiología zootécnica. Vol. 1, Editorial Acriba, (1959), 530 pp.
- 18/ Köhler, H.: The hemogram in pig anemia. Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 134, #1, (1959), pp 41.
- 19/ Linkenheimer, Wayne H.: El hierro, su metabolismo y aplicación en la anemia de los lechones. Cyanamid Internacional, Boletín Veterinario. Tomo 2, #2, (1960), pp 24-33.
- 20/ Maynard, Leonardo A.: Nutrición Animal. UTEHA. (1955), 530 pp.
- 21/ Mitchell, Ph. H.: Bioquímica. Salvat Editores S. A. (1956), 738 pp.
- 22/ Mitchell, Ph. H.: Tratado de fisiología general. Editorial Labor, S. A. (1936), 804 pp.
- 23/ Morrison, Frank B.: Alimentos y alimentación del ganado, Tomo I. UTEHA. (1951), 722 pp.
- 24/ Morrison, Frank B.: Alimentos y alimentación del ganado, Tomo II. UTEHA. (1951), 648 pp.
- 25/ Morros Sardá, Dr. José: Elementos de fisiología. Editorial Científica médica. (1943), 1153 pp.
- 26/ Nortoft Thomsen, R. y Nielsen, H. E.: Cerdos, su crianza y alimentación. Span. Vol. 6, #3, (1963), pp 135-39.
- 27/ Pagán Padró, Julio: La crianza del cerdo en Puerto Rico. Gufa Técnica para Extensionistas. (1961), pp 22-31.
- 28/ Rydberg, M. E. et al: Efecto del tratamiento de las madres antes del parto con hierro intramuscular sobre los niveles de hemoglobina de las camadas. Avances en Alimentación Animal. Vol. 1, #3, (1960), pp 39.

- 29/ Sardán, A. de Juana: Manejo de la explotación porcina. Avances en Alimentación Animal. Vol. 3, #3, (1962), pp 25-30.
- 30/ Schoop, G., y Zetti, K.: Effect of an iron dextran complex on young pigs. Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 134, #3, (1959), pp 142.
- 31/ Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Puerto Rico. Crianza de cerdos con técnica moderna en Puerto Rico. Agricultura de las Américas. #11, (1963), pp 58-60.
- 32/ Snedecor, George W.: Métodos de Estadística, su aplicación a experimentos en agricultura y biología. ACME Agency, Soc. Resp. Ltda. (1948), 557 pp.
- 33/ Wright, Samson: Fisiología Aplicada-patología funcional. Manuel Marín y Cía., Editores. (1959), 1008 pp.

--- oooOooo ---