

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE HIERRO PARA APLICACIÓN EN
LECHONES RECIÉN NACIDOS**

ERICK GIOVANNI CASTILLO ARROYO

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE HIERRO PARA APLICACIÓN EN
LECHONES RECIÉN NACIDOS**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

ERICK GIOVANNI CASTILLO ARROYO

AL CONFERIRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO: Lic. Zoot. MARCO VINICIO DE LA
ROSA MONTEPEQUE

SECRETARIO: Dr. M.V. MARCO VINICIO GARCÍA URBINA

VOCAL PRIMERO: Dr. M.V. YERI VELIZ PORRAS

VOCAL SEGUNDO: Dr. M.V. FREDY GONZÁLEZ
GUERRERO

VOCAL TERCERO: Dr. M.V. EDGAR BAILEY

VOCAL CUARTO: Br. ROCIO YADYRA PÉREZ FLORES

VOCAL QUINTO: Br. JOSÉ ABRAHAM RODRÍGUEZ
CHANG

ASESORES

Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
Lic. Zoot. Hugo Peñate
Dr. M.V. Yeri Velíz Porras
Dr. M. V. Jaime Silva

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

**En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la
Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a
Consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado**

**COMPARACIÓN DE DOS TIPOS DE HIERRO PARA APLICACIÓN
EN LECHONES RECIÉN NACIDOS**

**Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de
Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Como requisito previo a optar el título profesional de

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

**SAMUEL CASTILLO ORELLANA
GLORIA ARROYO DE CASTILLO**

A MIS HERMANOS

SAMUEL Y MARVIN

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS AMIGOS

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por el apoyo incondicional que me han dado

A mis asesores de tesis por ayudarme a elaborarla

A Azucena Morales por brindarme su apoyo incondicional

A la empresa Unipharm por el apoyo que me brindó para realizar el estudio

A la Granja Porkilandia y su personal por permitirme realizar el experimento

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

A mis amigos por su apoyo

A todas las personas que colaboraron con la realización de esta tesis

ÍNDICE

I	INTRODUCCIÓN	1
II	HIPÓTESIS	2
III	OBETIVOS	3
	3.1 General	3
	3.2 Específicos	3
IV	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 Deficiencia de hierro	4
	4.2 Suplementación de hierro	5
	4.3 Hierro aminoquelado	6
	4.4 Estudios realizados	7
V.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
	5.1 Localización	9
	5.2 Materiales	9
	5.3 Manejo del experimento	10
	5.4 Tratamientos y variables evaluadas	10
VI	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
	6.1 Variables productivas	12
	6.2 Análisis económico	13
VII	CONCLUSIONES	14
VIII	RECOMENDACIONES	15
IX	RESUMEN	16
X	BIBLIOGRAFÍA	17

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

TABLA No. 1 Estatus del hierro y su relación con la concentración de hemoglobina	4
CUADRO No.1 Tratamientos	10
No.2 Resultados y promedios de la prueba de t de Student	12
No.3 Presupuesto parcial para los tratamientos evaluados	13

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la industria porcina presenta una serie de cambios en la búsqueda del mejoramiento de la producción, con el objeto de incrementar tanto la calidad como la productividad.

Uno de los parámetros más correlacionados con el resultado productivo final en un plantel porcino es sin lugar a duda el de los cerdos destetados por año, ya que involucra el resultado de manejo de los animales reproductores, el manejo de la cerda y el lechón en lactancia, etapa donde se presenta mayor mortalidad debido a diversos aspectos, entre los que resalta un sistema inmune débil por parte del lechón.

El hierro es uno de los componentes más importantes en el cuerpo. El mayor porcentaje de hierro en el organismo es utilizado en el transporte activo de oxígeno en la sangre debido a que este mineral es el constituyente principal de la hemoglobina. También tiene una participación significativa en los procesos anaerobios como la contracción muscular donde desarrolla su función como parte de la mioglobina. (Unipharm de México, 2000)

Los lechones necesitan cantidades suplementarias de hierro debido a la tasa de crecimiento y la pobre dotación de hierro con que cuentan al nacimiento. De la misma manera, es necesario suplementar con minerales la dieta de las cerdas para evitar el desarrollo de la anemia ferropriva

El propósito del presente trabajo consiste en evaluar la eficacia del hierro aminoquelado sobre los parámetros productivos en lechones ya que el mismo ofrece una nueva herramienta para el desarrollo de la industria porcina.

II. HIPÓTESIS

No existe diferencia en términos de peso al destete, número de lechones destetados y niveles de hemoglobina al aplicar hierro inyectado o en forma oral (aminoquelado) en lechones recién nacidos.

III. OBJETIVOS

3.1 General

- Evaluar alternativas de aplicación de hierro en lechones

3.2 Específico

- Comparar el efecto de hierro aminoquelado y el hierro dextrano en términos de peso al destete, número de lechones destetados y niveles de hemoglobina en lechones al destete
- Comparar económicamente el uso de hierro aminoquelado contra la forma tradicional. (hierro dextrano)

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 DEFICIENCIA DE HIERRO

los lechones son particularmente propensos a la deficiencia de hierro por tres razones:

1. La leche de las madres contiene bajas concentraciones de hierro las cuales son insuficientes para las necesidades del lactante.
2. Debido a la llamada “barrera placentaria” la cual puede limitar la cantidad de hierro que la madre transfiere al feto, las crías generalmente nacen con reservas inadecuadas para sus necesidades.
3. los lechones crecen de forma acelerada, por lo que necesitan suministros de hierro para su crecimiento.(Ashmead, 1989)

Durante el nacimiento, el 47% del hierro de la cría se encuentra en la sangre, el 15% en el hígado, 1.6% en el bazo y el restante 46.4% en tejidos. Luego del periodo neonatal, aproximadamente el 70% al 80% del hierro esta presente en la hemoglobina, mioglobina, enzimas, cofactores y transportadores de hierro.(Campabadal, 2002)

TABLA No. 1 Estatus del hierro y su relación con la concentración de hemoglobina

HEMOGLOBINA EN LA SANGRE g/100ml	ESTATUS DE HIERRO
10 o más	Nivel normal, óptimo crecimiento
9	Nivel mínimo para no afectar los rendimientos
8	Empieza la anemia , se necesita tratamiento con hierro
7	Condición anémica que afecta los rendimientos
6	Severa condición anémica
4 o menos	Problemas de mortalidad

Fuente: Campabadal, 2002.

La deficiencia de hierro en cerdos representa uno de los trastornos más frecuentes para la especie. Los lechones son los más propensos a presentar síntomas de deficiencia de hierro, sobre todo los lechones negados al acceso de fuentes suplementarias de hierro. Esto conlleva a bajos niveles de crecimiento, falta de vigor, enfermedades de piel y pelo incluyendo palidez en mucosas, pulso acelerado del corazón, dificultad para respirar y una mayor susceptibilidad a enfermedades respiratorias y digestivas. Estos síntomas frecuentemente se presentan dentro de las 2-4 semanas del nacimiento debido al agotamiento de las reservas corporales. Las cerdas también pueden desarrollar la anemia ferropriva después del parto. (Ashmead, 1989; Unipharm de México, 1998)

Los lechones que sufren de deficiencia de hierro presentan respiración espasmódica y difícil, disminución de apetito y pobre crecimiento, la mayoría pierden peso y algunos mueren.

La anemia de los lechones esta normalmente asociada con infecciones por E. coli que induce en el lechón a la enfermedad del edema. (Unipharm de México, 1998)

4.2 SUPLEMENTACIÓN DE HIERRO

En cerdos, principalmente en lechones, se necesitan cantidades suplementarias de hierro debido a su tasa de crecimiento y la pobre dotación de hierro con que cuentan al nacimiento. De la misma manera, es necesario suplementar con minerales la dieta de las cerdas para evitar el desarrollo de la anemia ferropriva.

Las inyecciones de compuestos tales como el hierro dextrano, fumarato ferroso o el óxido de hierro dextrano normalmente se utilizan como tratamiento en los lechones que sufren de deficiencia de hierro para promover los niveles de hemoglobina máximos. (Unipharm de México, 2000)

La manera tradicional de prevenir la anemia a los cerdos recién nacidos, es el hierro dextrano, se aplica por medio de una inyección intramuscular profunda en el cuello detrás de la oreja o en los músculos caudales del muslo, la cantidad a aplicar es de 0.75 a 1 ml de hierro dextrano por lechón en una sola dosis; esto equivale a aplicar 200mg de hierro por lechón que es el requerimiento adecuado. (Valdez, 2002)

4.3 HIERRO AMINOQUELADO

Una buena alternativa para la terapia de la Anemia ferropriva es la administración de hierro aminoquelado que tiene ventajas enormes en comparación con las sales inorgánicas. Estos compuestos están constituidos por minerales ligados a moléculas de aminoácidos que ayudan a estabilizar la molécula.

Un metal aminoquelado es el resultado de la reacción entre varios aminoácidos y un ión metálico de una sal soluble, obteniendo una relación molar de un ión metal por uno a tres aminoácidos (preferiblemente dos) formando enlaces covalentes coordinados. El peso promedio de los aminoácidos debe ser de aproximadamente 150 y el peso molecular del quelato resultante no debe de exceder de 800 D. (Unipharm de México, 2000)

Las moléculas de hierro aminoquelado son capaces de resistir cambios en el pH a lo largo de su travesía por el tracto gastrointestinal; su absorción no es afectada por los inhibidores naturales de la dieta debido a su estructura en la que los aminoácidos ocupan todas las cargas eléctricas en el ion metálico protegiéndolo de reaccionar con otras sustancias. El hierro aminoquelado casi no produce efectos gástricos indeseables cuando es administrado en dosis terapéuticas ya que solo produce el obscurecimiento de las heces. El tratamiento puede ser lo suficientemente corto y efectivo para no provocar molestias y llenar sus reservas de hierro. Además, los fármacos hechos con hierro aminoquelado son absorbidos

al menos tres veces más que aquellos que se derivan de las sales de sulfato ferroso ya que los minerales aminoquelados se absorben de manera muy similar a los aminoácidos esenciales por lo que su absorción en el organismo ocurre de forma natural. (Unipharm de México, 2000)

La absorción del hierro aminoquelado es en el yeyuno y no es afectado por la acción de los componentes normales de la dieta. La absorción del hierro es limitada por la cantidad de mineral en las reservas, es decir, si hay una cantidad apropiada de hierro en el organismo, el hierro aminoquelado absorbido es almacenado en las células del lumen que son posteriormente exfoliadas junto con su contenido de hierro y eliminadas mediante la defecación. (Unipharm de México, 2000)

4.4 ESTUDIOS REALIZADOS

Se ha determinado que cuando el hierro aminoácidoquelato, compuesto que presenta una mayor biodisponibilidad, se incluye a una dosis de 200 ppm en la dieta de las cerdas gestantes en las últimas etapas de la gestación, hay una parte importante de este hierro aminoácidoquelato que atraviesa la placenta de la madre y se incorpora a los fetos, lo que da a lugar a un significativo descenso de la mortalidad de los lechones y a un incremento del peso de los mismos al destete. (Ashmead, 1998)

Se realizó un estudio en cerdas gestantes donde se utilizó en la dieta hierro dextrano y hierro aminoquelado (200 ppm), se concluyó que con la inclusión en la dieta de hierro aminoquelado, existió un mayor peso al nacimiento en los lechones; el % de lechones destetados fue mayor; disminuyó el % de mortalidad y aumento el peso al destete (1.36 kg, 93.5%, 6.5%, 7.91 kg respectivamente) mientras que con la inclusión en la dieta de hierro dextrano los resultados fueron los siguientes; peso al nacimiento 1.28 kg; % de lechones destetados 81.7; % de mortalidad 18.3%; peso al destete 7.50% (Ashmead, 1998)

En un experimento realizado *in vitro*, donde se demostró la absorción intestinal a nivel del yeyuno, se realizó una exposición intestinal agregando 50 mcg de hierro en varias formas. Los resultados demostraron que hubo 4.9 veces mayor absorción del hierro quelatado que el oxidado, 3.8 veces más que el sulfatado y 3 veces más que el carbonatado. (Ashmead, 2000)

V MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en la granja “Porkylandia” ubicada en el departamento de Zacapa; el cual se encuentra dentro de la zona de vida “Monte Espinoso Subtropical”, a una altura de 180 a 400 msnm, una precipitación pluvial que oscila entre 400 a 600 mm y temperaturas entre 24 y 26 grados centígrados. (De la Cruz S, 1982)

Esta granja cuenta con 450 vientres de la línea genética Dalland, en un sistema de producción tecnificado; se utiliza el destete temprano (21 días), el peso promedio al destete es de 5.5 Kg con un promedio de 12 lechones totales por parto, 10.5 lechones vivos promedio, obteniendo actualmente un número de lechones destetados de 9 en promedio.

5.2 MATERIALES

Para realizar el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales:

- 40 lechones de tres días de edad, de la misma línea genética
- 4 jaulas de maternidad
- bebederos y comederos automáticos
- lámparas para dar calor a las camadas de las respectivas cerdas
- hierro aminoquelado
- hierro dextrano
- jeringas para inyectar hierro y extraer la sangre
- tubos de ensayo con anticoagulante
- tira reactiva de papel
- hojas de control
- hielera
- balanza

5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El estudio se realizó con 40 lechones provenientes de 4 diferentes vientres; 20 que fueron parte del grupo testigo o **tratamiento 1** (aplicación de 1 ml de hierro dextrano, vía parenteral), y los otros 20 fueron el **tratamiento 2** (aplicación de 2 ml de hierro aminoquelado, vía oral) los tratamientos se aplicaron al tercer día de edad. Luego de la aplicación se les dio seguimiento a los lechones mediante una hoja de registro que incluía los datos de los lechones y al tratamiento al que pertenecen. Los lechones se evaluaron semanalmente con respecto a las variables a medir y visualizar si presentaban algún síntoma, hasta que se llevó a cabo el destete. Para realizar la prueba de niveles de hemoglobina se extrajo 1.5 ml de sangre al lechón, de la vena yugular en el momento del destete, luego se depositó en un tubo de ensayo con su respectivo anticoagulante y se realizó el análisis por medio del método de Reflotrón, en el Laboratorio Clínico del Hospital de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

5.4 TRATAMIENTOS Y VARIABLES EVALUADAS

CUADRO No. 1 tratamientos evaluados

TRATAMIENTO	CANTIDAD DE HIERRO
Tratamiento 1	1 ml de hierro dextrano (inyectado)
Tratamiento 2	2 ml de hierro aminoquelado (oral)

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Peso al destete de los lechones (peso en kilogramos por lechón)
- Número de lechones destetados
- Niveles de hemoglobina en la sangre (expresado en gramos de hemoglobina por 100 ml de sangre)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variables productivas

El análisis estadístico para las variables anteriormente mencionadas fue una prueba de hipótesis para dos tratamientos independientes y los resultados fueron los siguientes:

CUADRO No. 2 RESULTADOS Y PROMEDIOS DE LA PRUEBA DE t STUDENT.

	PESO AL DESTETE (Kg)	NO. LECHONES DESTETADOS	NIVELES DE HEMOGLOBINA (g/dl)
Tratamiento 1	5.47	20	10.63
Tratamiento 2	5.02	20	7.13
Gl	6	6	6
P	N.S.	N.S.	0.01

gl : grados de libertad

P: nivel de confianza.

En el cuadro No.2, se observan los promedios de los resultados de las variables evaluadas, donde no se encontraron diferencias significativas en la variable de peso al destete y número de lechones destetados entre los tratamientos de hierro aminoquelado y hierro dextrano.

ASHMEAD (2000) reportó que la adición de hierro aminoquelado en la dieta de cerdas gestantes mejoró el peso al nacimiento de los lechones, este resultado demuestra lo contrario al presente estudio, que no reportó diferencias en cuanto a la variable peso.

Para la variable niveles de hemoglobina en la sangre se detectó diferencia significativa ($P > 0.01$) con un valor promedio de 10.63 en el tratamiento de hierro dextrano, superior al tratamiento con hierro aminoquelado que presenta 7.13 como promedio.

De acuerdo con CAMPABADAL Y NAVARRO (2002), Los lechones deben tener una concentración de hemoglobina de 9 o más para que no afecte sus rendimientos y no entren en condición anémica.

A pesar de que el tiempo de aplicación en los dos tratamientos fue similar, se pudo observar dificultad por parte de los lechones en la ingestión del hierro aminoquelado oral, por su densidad, aunque pareciera ser menos traumático el tratamiento oral. Deberá tomarse en cuenta la dificultad al momento de ingerir el hierro aminoquelado.

6.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro No. 3 PRESUPUESTO PARCIAL PARA LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS.

	TRATAMIENTO 1 (HD)	TRATAMIENTO 2 (AA)
Peso promedio kg.	5.47	5.02
Precio/ kg. (Q)	52.80	52.80
Ingreso	288	265.20
Precio/ dosis de hierro (Q)	1.10	0.90
Beneficio neto	286.9	264.3

A pesar que el tratamiento donde se utilizó hierro dextrano tiene un mayor costo, los beneficios netos obtenidos son mayores que el obtenido con hierro aminoquelado

El valor obtenido en la tasa de retorno marginal (TRM) entre los tratamientos con hierro aminoquelado y hierro dextrano indican, que el tratamiento con hierro dextrano, presentó la mayor tasa de retorno marginal con 113, esto nos quiere decir que por cada quetzal invertido en la aplicación de hierro dextrano se recuperó ese quetzal más ciento trece quetzales.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento donde se utilizó hierro dextrano fue más efectivo que el tratamiento con hierro aminoquelado.
2. De acuerdo a la variable peso al destete y número de lechones destetados se determinó que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que se comprueba la hipótesis planteada en este estudio
3. Sobre los niveles de hemoglobina en la sangre se determinó que sí hubo diferencia significativa entre los tratamientos, ya que el tratamiento donde se aplicó hierro dextrano mostró valores superiores al tratamiento donde se aplicó hierro aminoquelado por lo que se rechaza la hipótesis planteada en este estudio
4. Desde el punto de vista económico, el tratamiento donde se aplicó hierro dextrano fue más eficiente, comparado con el tratamiento donde se aplicó hierro aminoquelado.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar hierro dextrano ya que se tienen mayores niveles de hemoglobina y se obtienen mayores beneficios económicos.
2. Evaluar el efecto de la aplicación de hierro aminoquelado al tercer día de edad a lo largo del período de engorde.

IX. RESUMEN

CASTILLO ARROYO, E. G. 2006 Comparación de dos tipos de hierro para aplicación en lechones recién nacidos. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Con el objeto de mostrar una nueva alternativa para la aplicación de hierro en lechones se realizó este experimento con 40 lechones provenientes de 4 diferentes vientres; 20 que fueron parte del grupo testigo o **tratamiento 1** (aplicación de 1 ml de hierro dextrano, vía parenteral), y los otros 20 fueron el **tratamiento 2** (aplicación de 2 ml de hierro aminoquelado, vía oral) los tratamientos se aplicaron al tercer día de edad. Luego de la aplicación se les dio seguimiento a los lechones mediante una hoja de registro que incluía los datos de los lechones y el tratamiento al que pertenecen. Los lechones se evaluaron semanalmente con respecto a las variables a medir y visualizar si presentaban algún síntoma, hasta que se llevó a cabo el destete. Para realizar la prueba de niveles de hemoglobina se extrajo 1.5 ml de sangre al lechón en el momento del destete, luego se depositó en un tubo de ensayo con su respectivo anticoagulante y se realizó el análisis por medio del método de Reflotrón, en el Laboratorio Clínico del Hospital de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Las variables a evaluar fueron Peso al destete, Número de lechones destetados, Niveles de hemoglobina.

Dentro de los resultados se observó que en las variables de peso al destete y número de lechones destetados no existieron diferencias estadísticas significativas, en cambio en la variable niveles de hemoglobina en la sangre se determinó que si existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.01$)

En el análisis económico se determinó que el tratamiento donde se aplicó hierro dextrano posee una mayor tasa de retorno marginal. Económicamente el tratamiento donde se utilizó hierro dextrano es mas efectivo.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Ashmead , H. 1989. The roles of amino acid chelates in animal nutrition. Estados Unidos, Noyes Publications. 229 p.
2. _____. 1998. Mejora del potencial reproductivo de la cerda con metalaminoacidoquelatos. Revista de porcicultura .Anaporc. ES. 18 (174) : 24-42.
3. Campabadal , C ; Navarro , H . 2002. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. México , United Soybean Board. 279 p.
4. Cruz S., JR de la 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. Guatemala , Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Alimentación. 42 p.
5. Valdez , E. 2002. Utilización de hierro dextrano. Revista APOGUA. GT. no. 10:18.
6. Unipharm de México, S.A. de C.V. 1998. Hierro Biglicinoquelado. México, Unipharm. 6 p.
7. _____. 2000. Información Científica. México, Unipharm. 13 p.

Br. Erick Giovanni Castillo Arroyo

Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas
Asesor principal

Lic. Zoot. Hugo Peñate
Asesor

Med. Vet. Yeri Veliz Porras
Asesor

Med Vet. Jaime Silva
Asesor

IMPRIMASE

Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa
Decano