

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**RESPUESTA DE LECHONES RECIEN NACIDOS A LA APLICACIÓN DE HIERRO
POR DOS VIAS EN TRES FASES DE CRECIMIENTO**

TESIS

QUE PRESENTA:

ANA DEYSY AGUIRRE ARRIAGA

Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

OCTUBRE, 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**RESPUESTA DE LECHONES RECIEN NACIDOS A LA APLICACIÓN DE HIERRO
POR DOS VIAS EN TRES FASES DE CRECIMIENTO**

TESIS

QUE PRESENTA:

ANA DEYSY AGUIRRE ARRIAGA

Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

ASESORES

M.C. Manuel Torres Hernández

Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

**RESPUESTA DE LECHONES RECIEN NACIDOS A LA APLICACIÓN DE HIERRO
POR DOS VIAS EN TRES FASES DE CRECIMIENTO**

TESIS

QUE PRESENTA:

ANA DEYSY AGUIRRE ARRIAGA

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial

Para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

Asesor principal

M.C Manuel Torres Hernández

Asesor

Asesor

Dra. Ana Verónica Charles Rodríguez

Dr. Jesús M. Fuentes Rodríguez

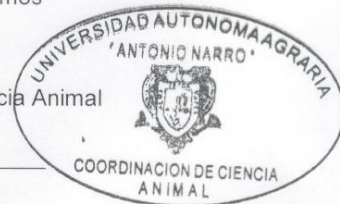
Asesor

Ing. Roberto A. Villaseñor Ramos

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Ramiro López Trujillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México



AGRADECIMIENTOS

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me permite construir otros mundos mentales posibles.

Quiero agradecer a mi "ALMA TERRA MATER" Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser un excelente espacio de formación y estudio. Por darnos el privilegio de tener clases con profesores y profesoras.

A mis padres, que nunca podré pagarle por todo el apoyo, cariño y comprensión que hubo hacia mi persona.

A mis hermanas, me han apoyado en toda mi vida.

A mis asesores, por su tiempo, empeño y dedicación, puestos a este trabajo.

A todo el personal técnico que trabajan en la granja porcina de la universidad por el apoyo recibido.

A la laboratorista de producción animal: LCN. Laura Maricela Lara López por apoyarme en la realización de los laboratorios y además de sus palabras de ánimo.

A mis compañeros de generación CXII, además de amigos que conocí en la universidad y fuera de ella, que de alguna forma me ayudaron a realizar este trabajo., a todos gracias por su apoyo y amistad.

Dar las gracias es un acto de justicia, pero requiere de esa memoria que en el intento puede ser traicionera y desleal, espero que aquellos a los que no cito no lo interpreten como falta de aprecio, quizá es que son demasiados, o yo demasiado agradecida.

DEDICATORIAS

Primeramente redacto este breve párrafo porque creo que es una parte importante de un texto que quedara para tiempos posteriores y a lo mejor mis hijos lo ven. Por otra parte, esta es la primera vez que hago un trabajo tan extendido y que representa el fin-comienzo de una nueva etapa de mi vida, vaya que me costo, por lo que quiero expresar mi gratitud a todos quienes, de una u otra manera, me han acompañado en esta largo periodo.

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre María Guadalupe, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre José Guadalupe, que aunque me lo diga se que está muy orgulloso de mi, se que estás conmigo siempre.

A mis hermanas Lilia Maricela y Karla Yazmin esta ultima que aun te falta bastante camino por recorrer, pero que vas a llegar, además que vas a ver que allí voy a estar siempre aunque no quieras.

A mi amigo Elías Camacho Calleja, ex compañero de generación, hoy ingeniero, quien siempre tuvo tiempo para platicar conmigo de lo académico y lo terrenal. Que me cuidó por un tiempo cuando fui foránea, lo cual le agradezco infinitamente pues la estancia no hubiera sido la misma sin el allá.

A mis amigos: Enrique Mejía, Facundo Garcieras, Kary por las vivencias al lado de ellos y demás casualidades. A Yess que si me hablaba aunque fuera de saltillo, en fin que han estado conmigo aun hasta ahora ya sea para regañarme o como siempre par estar allí simplemente. A Tere que ya no nos siguió la corriente pero que aun sigue echándome porras y que tanto a ella como a mí nos encanta “apestar a dinero” a si como ella dice, de corazón a todos ellos muchas gracias.

ÍNDICE

| | |
|---|------------|
| AGRADECIMENTOS | i |
| DEDICATORIA | ii |
| ÍNDICE | iii |
| INDICE DE CUADROS | iv |
| ÍNDICE DE CUADROS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | v |
| RESUMEN | vi |
| PALABRAS CLAVES | vii |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Objetivo..... | 3 |
| 1.2 Justificación..... | 3 |
| 1.3 Hipótesis..... | 3 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Anemia de los lechones..... | 4 |
| 2.2 Signos clínicos de la deficiencia de hierro..... | 7 |
| 2.3 Hierro dextrano..... | 8 |
| 2.3.2 Composición química..... | 8 |
| 2.3.2 Almacenamiento estabilidad, compatibilidad..... | 8 |
| 2.3.3 Farmacocinética..... | 8 |
| 2.4 Necesidades de hierro en cerdas gestantes..... | 9 |
| 2.5 Métodos para medir el control de niveles hematológicos..... | 10 |
| 2.6 Funciones del hierro en el organismo del lechón..... | 11 |
| 2.7 Absorción del Fe..... | 12 |

| | |
|---|-----------|
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 13 |
| 3.1 Localización del área de estudio..... | 13 |
| 3.2 Material experimental..... | 13 |
| 3.3 Materiales utilizados..... | 14 |
| 3.4 Metodología..... | 14 |
| 3.5 Diseño experimental..... | 15 |
| 3.6 Variables medidas..... | 15 |
| 3.7 Procedimiento experimental..... | 15 |
| 3.8 Tratamientos..... | 15 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 16 |
| 4.1 Niveles de hemoglobina (g/dl)..... | 16 |
| 4.2 Porcentaje de hemoglobina (%)..... | 16 |
| 4.3 Concentración media de hemoglobina (%)..... | 17 |
| 4.4 Nivel de glóbulos rojos (g/dl)..... | 17 |
| 4.5 Ganancia total de peso | 18 |
| 4.6 Ganancia diaria de peso..... | 18 |
| 5. CONCLUSIONES..... | 20 |
| 6. LITERATURA CITADA..... | 21 |

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1:

Valores hematológicos normales y anémicos en lechones.....6

Cuadro 2:

Niveles de hemoglobina, g/dl, porcentaje de hematocritos, concentración media de hemoglobina en suero, porcentaje de glóbulos rojos en los tratamientos.....16

Cuadro 3:

Ganancia total de peso, ganancia diaria de peso del nacimiento al destete.....18

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1:

Niveles de hemoglobina, g/dl, porcentaje de hematocritos, concentración media de hemoglobina en suero, porcentaje de glóbulos rojos en los tratamientos.....17

Figura 2:

Ganancia diaria de peso19

Figura 3:

Ganancia total de peso.....20

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Unidad Porcina y en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se determinaron valores de hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto), concentración media de hemoglobina (CMHb) para evaluar la mejor forma y el tiempo adecuado de administración de hierro, así como también el desempeño productivo de lechones. En esta medición se establecieron tres fases de crecimiento 3, 6 y 9 días, así como 2 vías de administración: oral e intramuscular. La crianza se efectuó en condiciones de control en la granja que cuenta con piso de cemento, lavadas diariamente y sin posibilidades de acceso a tierra, ni material vegetal. Fueron alimentados únicamente con leche materna durante 4 semanas. Cada animal permaneció con su respectiva madre hasta el final del experimento.

Los controles hematológicos se efectuaron en sangre venosa obtenida por punción en la vena cava anterior. Las cerdas y los lechones evaluados mostraron un buen estado de salud general durante todo el tiempo en el que fueron evaluados.

Los valores numéricos de los resultados correspondientes a los controles hematológicos y los controles somáticos se analizaron estadísticamente con el programa de probabilidad estadístico de Olivares 1993 de la universidad de NL.

Sobre cada lechón se registraron las variables de desempeño al nacimiento, 15 días y destete. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$) para ninguna de las variables consideradas. Siendo los valores para hemoglobina de 10.7975 g/l para T3 que fue el más bajo y 14.6175 g/l para T5 que resultó el más alto. En cuanto a valores de hematocrito T3 alcanzó el valor más bajo 32.39 % y el T5 el valor más alto con 43.86 %.

La concentración media de Hemoglobina mostró valores muy similares (33.3%). Respecto de glóbulos rojos, se registraron valores para T3, que fue el más bajo de 3.779125 y el de mayor valor el T5 con 5.166.

Para la GTP, se encontraron valores de 7.250, 5.900, 5.075, 6.425, 6.250 y 4.225 kg para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 Y T6 respectivamente, que aún cuando no mostraron diferencia estadística significativa ($P>0.05$), puede observarse que el tratamiento T1 (aplicación de hierro a los 3 días de edad) alcanzó un valor más alto (7.250 kg); en tanto que el tratamiento T6 (aplicación de hierro a los 9 días) mostró el valor más bajo (4.225 kg). La GDP siguió una tendencia similar a la GTP, con valores de T1 181.25 g, T2 147.5 g, T3 126.88 g, T4 160. 63 g T5 156.25 g y T6 105.63 g observándose que al igual que en la GTP el valor más alto correspondió al tratamiento en que el hierro se aplicó a los 3 días de edad (181.25 g), mientras que el valor más bajo correspondió al tratamiento de aplicación de hierro a los 9 días (105.63 g). Se concluye que el hierro suministrado por vía oral o inyectada afecta el comportamiento productivo de los lechones a medida que avanza la edad de los mismos. Sin embargo, no se detectaron problemas de anemia, lo que pudiera sugerir que a los 9 días de edad se estuviera desarrollando anemia subclínica.

Palabras clave: anemia en lechones, controles hematológicos, ganancias de peso, hierro dextrano, ganancia de peso.

1.INTRODUCCION

La especie porcina se caracteriza por presentar un porcentaje de mortalidad neonatal muy elevado en comparación con otras especies como la bovina, ovina o equina, a pesar de que la producción porcina cuenta con una de las más modernas tecnologías en producción animal. La mortalidad neonatal se refiere básicamente a las muertes que acontecen en la primera semana de vida del lechón, durante la cual se presentan el 90% de las bajas. Las pérdidas asociadas a la mortalidad neonatal pueden representar alrededor del 10% de los costos totales de producción (Quiles, 2004).

La cría de cerdos en confinamiento ha motivado la puesta en práctica de una serie de técnicas de manejo, con el fin de disminuir la mortandad de los lechones en el período de lactación y lograr así un aumento en la productividad de la granja, máxime si se considera que la eficiencia de una granja porcina se mide por la cosecha de lechones al destete (Quiles, 2004).

A lo largo de los años se ha desarrollado una compleja serie de sistemas de alojamientos destinados a los diferentes períodos de producción, lo cual llevó a una elevada especialización productiva, donde el objetivo fundamental es conseguir destetar el mayor número de lechones por unidad de tiempo. Sin embargo, pese a las mejoras y cambios en los sistemas productivos desde el punto de vista tecnológico y de infraestructura, no se ha evidenciado una gran reducción de la mortalidad en el periodo pre-destete. Esto estaría asociado con la propia biología de la especie porcina, si se considera que la estrategia evolutiva del cerdo ha sido producir un número relativamente alto de lechones poco desarrollados. También se relaciona con la propia naturaleza del lechón, el cual nace con deficiencias fisiológicas muy marcadas, lo que dificulta su adaptación al nuevo medio en las primeras 24-72 horas de vida (Quiles, 2004).

Entre estas deficiencias se destacan el bajo peso al nacimiento en relación a su peso adulto (1%), la ausencia de una capa protectora de pelo, la cubierta de grasa subcutánea muy escasa, las pocas reservas energéticas corporales, la mayor superficie corporal relativa con respecto a su estado adulto y un sistema de

termorregulación inmaduro. Todo esto contribuye a ocasionar un importante número de muertes por pérdida de calor o enfriamiento y por hipoglucemia (Quiles, 2004).

Muchos compuestos de hierro inorgánico, orgánico, bivalentes y trivalentes, insolubles iónicos y quelatos se utilizan para la profilaxis y tratamiento de los estados carenciales del hierro. El compuesto ideal debería tener las siguientes características: buena absorción intestinal, tolerancia gástrica e intestinal, aceptación, estabilidad y economía (Theilkuhl, 1986).

Se recomienda el uso de sulfato ferroso por ser un compuesto barato que ha demostrado buena absorción y utilización. Sin embargo, tiene poca tolerancia, con frecuencia los animales presentan náuseas, vómito, diarrea y/o estreñimiento, lo que no lo hacen apto para preparación de formas farmacéuticas líquidas (Theilkuhl, 1986).

Es por esto que la búsqueda de un compuesto de hierro alternativo al sulfato ferroso para el tratamiento de la anemia ferropénica, se ha hecho muy necesario. La anemia ferropriva del cerdo lactante, ofrece un modelo experimental óptimo para animales experimentales fácilmente disponibles, estado carencial natural que son exactamente iguales a las características de la condición patológica para cuyo tratamiento se utilizan anti anémicos, establecimiento de este estado en una semana y especie animal con características fisiológicas muy parecidas a las del hombre (Theilkuhl, 1986).

El valor medio de hemoglobina en los cerdos neonatos es de 10 a 12 g por 100 ml de sangre y el contenido total medio de hierro en el organismo de 50 mg. Los lechones crecen rápidamente, de modo que en una semana duplican su peso y al final de la cuarta semana adquieren cuatro veces el peso que tenían en el momento en el que nacen (Venn *et al.*, 1974).

La leche de la cerda es muy pobre en hierro y el cerdito solo obtiene de ella 6 mg de hierro en la primera semana de vida. La necesidad en la primera semana es de 50 mg, por lo tanto el déficit es de 40 mg. La disminución de la reserva fisiológica de hierro afecta la producción de hemoglobina y su valor en porcentaje de la sangre desciende al 40 % de lo que inicialmente contenía. Es por esto que

si el lechón no consigue una fuente adicional de hierro, se vuelve anémico de una forma muy rápida y grave (atrofia, disminución de resistencia a enfermedades, fallecimiento) (Quiles y Hevia, 2009).

El análisis de estos dos parámetros (hemoglobina y hematocrito) son los principales indicadores de la anemia ferropénica de los lechones.

1.1 Objetivos

El propósito de la investigación fue determinar el momento más apropiado para proporcionar hierro al lechón después de su nacimiento (3, 6, o 9 días de edad)

Determinar la forma más adecuada de suministro de hierro (vía oral o intramuscular). Todo ello medido a través de la valoración del nivel de hemoglobina (Hb) y hematocritos (Hto), glóbulos rojos (Gr) y concentración media de hemoglobina (CMHb), así como también la ganancia de peso de los lechones.

1.2 Justificación

Encontrar la mejor manera y el momento más oportuno para prevenir la presencia de anemia ferropénica en los lechones utilizados para este experimento, permitirá el logro de un mayor número de lechones que lleguen al destete, lechones más grandes y con mejores pesos, así se consigue el objetivo de obtener mayores ingresos en la granja porcina.

1.3 Hipótesis

La aplicación de hierro por vía oral o inyectada a la edad de 3 días de nacido el lechón, resolverá de manera efectiva la deficiencia de hierro en lechones recién nacidos, en tanto que de la aplicación tardía (6 o 9 días) por cualquiera de ambas vías de aplicación se manifestará en problemas de salud para los animales.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Anemia de los lechones

En México, la crianza de traspatio es la más común y la crianza tecnificada solo representa el 10%. En la crianza tecnificada, debido a que los lechones que nacen permanecen en el área de maternidad hasta el destete, en donde los pisos son de cemento, se hace necesario aplicar hierro para prevenir primeramente deficiencia y después en dado caso una anemia, pero en la crianza de traspatio esto no se hace tan necesario debido a que los lechones nacen en corrales con piso de tierra, lo cual supone la idea de que no presentarán anemia, puesto que podrán conseguir este mineral al hozar la tierra y no será necesario, por lo tanto, la aplicación de hierro. Es bueno tener presente que el aplicar hierro a los lechones también puede resultar desfavorable para el lechón debido a que: primeramente el estrés que se le genera al aplicar el hierro, actúa como inmunosupresor, es decir, que si el lechón tiene bajas defensas el hecho de que se le aplique hierro le provocará un mayor descenso en sus defensas; por lo tanto, lo hará más propenso a enfermedades, esto es, si un lechón tiene bajo peso o se ha detectado que tiene algún problema infeccioso no se le debe administrar hierro, sólo si no es criado en un sistema tecnificado (Alvetis, 2011).

Para que los lechones no se enfermen con anemia, se les debe proporcionar hierro untando los pezones de la madre con pasta de hierro o con una inyección intramuscular, siempre que esto sea posible (FAO, 2000).

El hecho de suministrar o no hierro, dependiendo del sistema de producción a utilizar, es un asunto que cobra importancia al saber que el consumo inadecuado de hierro y la renovación constante de hematíes conlleva a que se aumenten los requerimientos de este mineral en la etapa de lechón. En un sistema de explotación intensivo, esta situación es grave porque el periodo que el lechón pasa en maternidad se efectúa sobre piso de cemento y/o enrejillado, en donde no

tienen acceso a tierra, en donde por naturaleza hozarían y se cubriría el requerimiento (Quiles, 2004; Miller y Duane, 2004; Pechin, 1998).

Todas las especies, cuando son lactantes, presentan deficiencias de hierro, pero en el cerdo esta se hace más crítica (Iben, 1998; Izquierdo *et al.*, 2000). El lechón está predispuesto a presentar anemia, debido a su rápida tasa de crecimiento incluidos en su genética, es por ello que debe recibir hierro después de nacido ya sea por vía intramuscular u oral, dado que la absorción de hierro a los 10 días de nacido es insuficiente (Iben, 1998).

De tal forma que, cuando las deficiencias de hierro se hacen notorias en los lechones se le denomina anemia ferropénica, por lo cual se considera que un lechón está anémico cuando muestra, en un examen hematológico, niveles de hemoglobina de 80-140 g/dl y hematocrito de 15 - 40% (Kolb *et al.*, 1989; Underwood y Suttle, 2001). Sin embargo, Quiles(2004), Miller (2004), Campabadal (1991) señalan que niveles de 10 g/dl es adecuado y un lechón es considerado anémico cuando presenta niveles de Fe por debajo de los 8 g/dl. Esto quizá debido a quedado que en la absorción del hierro influyen diversos factores se propicia este amplio rango de variación.

La muerte de los lechones que se alimentan solo de leche materna, sobreviene una vez que las reservas de Fe en el organismo se han agotado. Menos de una decima parte de este hierro está en la reserva para la formación de sangre. En el lechón al nacer, el contenido total de Fe en su organismo es de 50 mg aproximadamente, con el que apenas alcanza a cubrir sus necesidades de Fe para los 2 o 3 primeros días de vida, además de que durante las semanas siguientes, el único alimento que recibe es de la madre que a su vez es pobre en hierro, esto es que solo cubre el 10 % de las necesidades de hierro del lechón; ahora bien, el lechón en este periodo aumenta su peso corporal 15 veces desde el nacimiento hasta los 30 días posteriores y sumado a esto que el lechón no tiene acceso a una fuente natural de hierro, se encuentra el porqué de la prevención de anemias en las explotaciones porcinas confinadas, que en resumen es la responsable de la mortalidad hasta en un 10 % de los lechones antes de que sean destetados(Quiles y Hevia, 2009).

Es por esto que el lechón necesita fuentes de hierro propias, es decir exclusivamente de lo que consume directamente de la leche materna, que como ya se ha mencionado es baja en hierro y por lo tanto requiere de una fuente externa en forma de hierro dextran a los 2 o 3 días de edad, ya sea por vía intramuscular (Parsons *et al*, 1979) u oral (Forsyth *et al.*, 1980).

A este tipo de anemia se le denomina ferropénica debido a que obedece a una carencia de hierro. El análisis de los parámetros hemoglobina y hematocrito (Cuadro 1) son los principales indicadores de la anemia ferropénica de los lechones.

| Cuadro 1. Valores hematológicos normales y anémicos en lechones | | |
|--|------------|-----------|
| | Normal | Anémico |
| Hemoglobina (g/l) | 120 | 50 |
| Hematocrito (%) | 35 | 17 |
| Eritrocitos(×10⁶/mm³) | 5 | 3 |
| Tamaño de eritrocitos(micras cubicas) | 5 | 55 |
| Concentración de hemoglobina en eritrocitos (%) | 70 | 30 |

(Fuente: Miller y Ullrey, 1990)

En la especie porcina la anemia es acompañada de un déficit de hierro, lo que complica su condición debido a la combinación de diversos factores como los siguientes (Furugouri, 1972):

- Si se compara al lechón con otras especies al nacimiento, este presenta depósitos de hierro muy bajos.
- La ausencia de policitemia al nacimiento, común en otras especies.
- Niveles muy bajos de hierro en la leche de la cerda.
- Tasa de crecimiento temprana muy alta, debido a que alcanza cuatro veces su peso a la tercera semana de vida, lo cual requiere de 7-11 mg de Fe/día que al tomar solo lo que le proporciona la leche de la cerda equivale a 1 mg/día.

Por otra parte, se debe considerar que la cantidad de hierro que absorbe el lechón va de entre un 10- 60 % de lo administrado, que depende principalmente de la fórmula química utilizada como fuente de hierro. La mayor absorción de hierro se produce cuando se utiliza en forma de metalosato de hierro y en menor proporción cuando se utiliza óxido de hierro. También puede influir que el nivel de ingesta sea diferente, el grado de maduración del tubo digestivo, las medidas de sanidad utilizadas en la granja y solubilidad del medio ácido (Quiles y Hevia, 2009).

También se debe considerar que en la etapa de destete y los días posteriores a este las necesidades de hierro se incrementan, ya que el lechón tiene grandes necesidades que deben ser atendidas. Quiles y Hevia (2009) señalan que la administración de hierro en forma oral satisface las necesidades de este mineral en etapas críticas, siendo las formas orgánicas mucho más aprovechadas debido a que son absorbidas sin digestión previa.

2.2 Signos clínicos de la deficiencia de hierro

Los síntomas que generalmente se presentan cuando existe deficiencia de hierro en los lechones son (Palomo, 2002; Quiles y Hevia, 2003; Miller y Duane, 2004):

- Ingesta de alimento reducida
- Aumento del índice de conversión alimenticia
- Retraso en el crecimiento .A partir de la semana de vida es más notable
- Palidez de las mucosas
- Pelo áspero y abundante
- Orejas y cola colgantes
- Piel arrugada y blanca
- Respiración dificultosa, con movimientos espasmódicos
- Temperatura corporal baja
- Debilidad
- Mayor susceptibilidad a padecer patologías como diarreas, parasitosis y enfermedades de tipo infecciosas
- Muerte súbita si esto va acompañado de avitaminosis o carencia de aminoácidos esenciales

2.3 Hierro dextrano

2.3.1 Composición química

Es un complejo de oxihidroxido férrico y un derivado dextrano parcialmente hidrolizado de bajo peso molecular, la inyección disponible a nivel comercial se presenta en forma líquida de color oscuro, algo viscoso pero completamente miscible en agua o solución salina normal, con un pH de 5.2 a 6.5 (Plump, 2002).

2.3.2 Almacenamiento, estabilidad y compatibilidad

Se debe almacenar a temperatura ambiental (15-30°C); y debe evitarse la congelación (Plump, 2002).

2.3.3 Farmacocinética

Después de que se ha administrado el hierro de forma intramuscular, el hierro es absorbido lentamente por vía linfática. Alrededor de un 60 % del hierro es absorbido en 3 días después de la inyección y 90 % de la dosis se absorbe después de 1- 3 semanas. El hierro remanente se absorbe a lo largo de varios meses (Plumb, 2002).

Después de que el hierro es absorbido, las células reticuloendoteliales del hígado, bazo y médula ósea limpian gradualmente el hierro del plasma. El hierro se aparta del componente dextrano, que a su vez se metaboliza o se excreta. Inmediatamente el hierro se une a elementos proteicos para formar hemosiderina, ferritina o transferrina. El hierro atraviesa la placenta y únicamente lo que se excreta son trazas de hierro en la leche (Plumb, 2002).

El hierro no se elimina fácilmente del cuerpo. Es liberado a partir de la descomposición de la hemoglobina, es reutilizado por el cuerpo y solo pequeñas cantidades se eliminan a través del crecimiento del pelo, uñas y descamación normal de la piel y pérdidas del tracto gastrointestinal (Plumb, 2002).

2.4 Necesidades de hierro en cerdas gestantes

Este es otro aspecto importante, debido a que los lechones se pueden retrasar en su crecimiento durante la etapa prenatal. Por lo que será conveniente que se cubran las necesidades de hierro durante la etapa de gestación para favorecer el crecimiento de los fetos. Una de las características de la especie porcina es que presenta alta prolificidad, por lo cual en ocasiones no se llega a cubrir el total de las necesidades en el alimento que se le suministra a la cerda madre (Quiles y Hevia, 2003).

Además de incluir en el alimento el hierro, este debe de cumplir con tres requisitos básicos:

- Debe de ser de buena absorción intestinal
- Debe mejorar la biodisponibilidad del hierro por parte de las células
- Debe ser capaz de atravesar la barrera placentaria

El aporte de hierro a través del alimento es muy variable, dependiendo de las materias primas utilizadas y su biodisponibilidad (Egeli, 1998).

Las fuentes habituales de hierro son sulfatos, citratos, fumaratos, proteínatos, carbonatos, oxidatos, etc. Los cuales no proporcionan un aumento en la transferencia de hierro a los fetos (uterotransferrina) ni tampoco a través de la leche materna (lactoferrina). Aun con todo ello, se debe ser consciente de que al suplementar dicho elemento en el alimento en la etapa de gestación, no anula el hecho de que los lechones recién nacidos presenten anemia, ya que el hierro suministrado a la cerda no es capaz de cubrir las necesidades del lechón en sus primeros días de vida y tampoco puede elevar el nivel de hierro en la leche de la cerda (Quiles, 2003; Doi, 1986).

El transporte de hierro es posible mediante una proteína llamada uteroferrina la cual sirve como vía de comunicación de la madre al feto, mediante la síntesis de hemoglobina. La cantidad de uteroferrina secretada por la placenta aumenta cuando comienza la síntesis de sangre fetal 41 veces en el día 10° al 13° de la gestación, y aumenta otras 25 veces alrededor del día 19° al 40° (Quiles y Hevia, 2009).

El hecho de que se suplemente con hierro a la cerda no implica que aumente el nivel de uteroferrina secretada, debido a esto el nivel de hierro en los fetos es muy poco, de modo que al suplementar la dieta de las cerdas la biodisponibilidad del hierro es más importante ya que se mejorarán en cierto nivel las reservas de hierro en los lechones, favoreciendo el crecimiento fetal y peso medio al nacer (Quiles, 2003; Doi, 1986).

Un aumento en la cantidad de hierro tomado de diferentes fuentes ocasiona solo el aumento en su excreción mediante la orina y heces, pero no porque sea mejor su biodisponibilidad, es decir, que se digiera, absorba y utilice de manera eficiente. Además, un aumento elevado en la utilización de fuentes inorgánicas de micro minerales, resulta contraproducente ya que interviene en la absorción de otros micro minerales y vitaminas e intervienen en el proceso de instauración de las grasas (Ettle, 2008).

Es asunto de gran importancia el hecho de aplicar 150 -200 mg de hierro a los lechones por diferentes vías exógenas ya sea en forma de hierro dextran, dextrin o gleptoferrón a los 2 o 3 días de edad. Pero el hecho de que se le inyecte al lechón el hierro, no necesariamente le cubre sus necesidades, debido a la cinética de absorción, es decir el proceso en sí, ya que un 10-50 % puede quedar atrapado en el lugar donde fue inyectado. Posteriormente, el hierro disponible que llega a circular sigue una cinética decreciente, es decir, tiende a disminuir a medida que pasan los días dependiendo de la calidad del hierro dextrano utilizado (Ettle, 2008).

2.5 Métodos para medir el control de niveles hematológicos

Para la determinación de los valores hematológicos normales existen varios controles ya establecidos, como lo son concentración de hemoglobina, hematocrito, recuento de eritrocitos, índices eritrocíticos, morfología de glóbulos rojos, recuento de leucocitos y determinación de valores plasmáticos (Wintrobe, 1961).

2.6 Funciones del hierro en el organismo del lechón

Para la mayoría de las células y organismos es necesario el hierro para llevar a cabo procesos celulares básicos. Por decir algunos, en la respiración, las proteínas del hierro capturan la energía liberada de la oxidación del alimento, sintetizando compuestos de alta tecnología como el NADH (Nicotinamida-Adenina- Dinucleotida) que actúa como cofactor o ayudante de las enzimas en la producción de energía, importantes para el metabolismo celular. También permite que la hemoglobina de los eritrocitos una y transporte oxígeno a los tejidos por todo el cuerpo. Para que el hierro se transporte a las células es necesario que se una a la transferrina sérica, logrando acceso a la sangre circulante (Furugoiri, 1980).

En el organismo del lechón se encarga de la fijación, transporte y la oxigenación a través de la hemoglobina y la mioglobina, ambas se conjugan con el hierro y mantienen funciones de transporte de oxígeno, además de actividad respiratoria en el metabolismo celular. En conjunto, este hierro representa el 70% del total del organismo (el 60 % en la hemoglobina y de un 3 a 8 % en la mioglobina muscular) (Braude *et al.*, 1962).

Tiene participación en el sistema inmune del organismo. Hace que se activen varias enzimas que interviene en procesos inflamatorios, además de favorecer la hiperplasia de los leucocitos, fabrica anticuerpos. Es por esto que un aporte de hierro mayor representa mejoría del sistema inmunitario y por consecuencia mayor resistencia a infecciones (Jacobs, 1973; Shan, 2007).

Además, estimula la producción de ácido clorhídrico en el estómago y promueve el desarrollo de las micro vellosidades intestinales, que promueven la maduración del aparato digestivo y así contribuye a que el lechón se adapte mejor y más pronto a una alimentación a base de sólidos (Jacobs, 1973).

El hierro también actúa como cofactor con determinadas enzimas (citocromos, catalasas, peroxidasas) para la síntesis de bases púricas, componentes básicos del ADN y ARN importantes para la síntesis de proteína a nivel celular y como consecuencia crecimiento celular (Agrovet, 2008).

La mayor parte del hierro se encuentra en la hemoglobina, representando el 0.34 % aproximadamente de esta molécula. También aparecen concentraciones elevadas de mioglobina, transferrina y hemosiderina. El hierro se almacena principalmente en forma de ferritina y hemosiderina. En el hígado se almacena la ferritina hasta alcanzar un nivel de 400 a 600 mg de ferritina por cada 100 g de tejido, posteriormente se mantiene constante este nivel, mientras aumentan los depósitos de hemosiderina (Conrad *et al.*, 1999)

2.7 Absorción del Fe

Después de la aplicación de hierro, este empieza a ser absorbido primeramente sin cambios por vía del sistema linfático, liberándose en el sistema reticuloendotelial, se incorpora y es transportado a los depósitos por la transferrina a la médula ósea. Tiene lugar en la porción superior del duodeno, donde es la máxima influencia de la secreción ácida del estómago (Hernández ,1993).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

El trabajo de campo se llevó a cabo en la Unidad Porcina y en el laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila, a 1700 msnm, a la altura del km 7, al sur de la ciudad de Saltillo; su localización geográfica se encuentra en las coordenadas 25° 22' 44" latitud norte y 100° 00' 00" longitud oeste; clima de tipo Bs0Kx '(W) (e), es decir, templado con verano cálido extremo, seco semicálido, con escasas y erráticas precipitaciones estacionales, con régimen de lluvias entre verano e invierno que acumulan 386 mm de precipitación pluvial anual y temperatura media anual de 20.7°C (CONAGUA, 2009).

3.2 Material experimental

Se utilizaron 24 lechones recién nacidos, provenientes de 6 camadas, con su respectiva madre confinadas en jaulas con suelo enrejillado, sin acceso a tierra en donde poder hojar, previamente desinfectadas y alimentadas con raciones comerciales similares. Las crías provenían de cerdas cruzas de Duroc, Landrace, Yorkshire.

A los lechones de todas las camadas se les aplicó un manejo rutinario desde el nacimiento, que consistió en la limpieza de mucosas, corte de colmillos, corte de cola, corte y desinfección de cordón umbilical e identificación mediante muescas. Se les extrajo una muestra de sangre por venopunción en tubos vacutainer con anticoagulante EDTA determinándoseles parámetros hematológicos a los 14 días de edad. Los lechones fueron pesados al momento del nacimiento, a los 21 días y al destete.

La aplicación de hierro se realizó a los 3, 6 y 9 días de edad de dos maneras, siendo una de ellas la inyección intramuscular en los músculos de la pierna o el cuello y la vía oral que se administró por instilación es decir verter el hierro diluido en agua por vía pre faríngea, mediante jeringa plástica. El hematocrito se determinó por el método de micro hematocrito con tubo capilar.

3.3 Materiales utilizados

Agujas para extracción de sangre, conector plástico, pared fina 21 x 1-1/2 ATW tubos para hematología en plástico de 4 ml con EDTA BD Vacutainer® Holder "PRONTO"™

Complejo de hierro elemental (Hierro Dextran), solución estéril no pirógena, de baja viscosidad y rápida absorción a base de hierro dextran, especialmente formulado para su administración parental como auxiliar en la prevención y tratamiento de la anemia hipocrómica microcítica (ferropriva) de los lechones.

3.4 Metodología

Los lechones fueron sometidos a manipulaciones habituales, como ser pesados al nacer, procurando que todos mamaran el calostro de la cerda y colocándolos en la lechonera con la debida fuente de calor artificial.

La aplicación de hierro se hizo en el día correspondiente conforme a tratamiento tomando 4 lechones por tratamiento, dos repeticiones en cada uno de estos. La aplicación de Fe se hizo a los 3, 6 y 9 días de nacidos, todos los lechones permanecieron en las jaulas de maternidad hasta los 15 días de edad.

A los 14 días de nacidos, se realizó la extracción de sangre mediante punción de la vena cava anterior, con aguja y tubo vacutainer de 4 ml, para los controles hematológicos. Las muestras de sangre fueron depositadas en los tubos con EDTA. Se procuró que al momento de la extracción la solución de EDTA se mezclara perfectamente con la sangre balanceando suavemente los tubos. A las muestras de sangre se les realizaron pruebas hematológicas, las cuales se analizaron en el laboratorio de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que consistió en la cuantificación del nivel de hemoglobina (Hb) y hematocritos (Hto), glóbulos rojos (Gr) y concentración media de hemoglobina (CMHb).

3.5 Diseño experimental

Para el análisis de los datos se utilizó el método de análisis probabilístico con el paquete de diseños experimentales de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1993), bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial combinatorio 3x2, con 6 tratamientos y 2 repeticiones por tratamiento.

3.6 Variables medidas

- 1.- Hemoglobina (g/dl)
- 2.- Hematocritos (%)
- 3.- Concentración media de hemoglobina (%)
- 4.- Ganancia diaria de peso (GDP) de los lechones desde el nacimiento hasta destete
- 5.-Ganancia total de peso (GTP) de los lechones desde el nacimiento hasta destete
- 6.- Problemas de salud en lechones durante el periodo experimental

3.7 Procedimiento experimental

Cuando se procedía al manejo de los lechones de acuerdo al día de nacido y designado por el tratamiento correspondiente se tomó una camada por tratamiento eligiéndose los lechones al azar

3.8 Tratamientos

- T1 Aplicación de hierro vía intramuscular día 3 de nacidos
- T2 Aplicación de hierro vía intramuscular día 6 de nacidos
- T3 Aplicación de hierro vía intramuscular día 9 de nacidos
- T4 Aplicación de hierro vía oral 3 días de nacidos
- T5 Aplicación de hierro vía oral 6 días de nacidos
- T6 Aplicación de hierro vía oral 9 días de nacidos

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en los análisis de laboratorio se consignan en el cuadro 2.

4.1 Niveles de hemoglobina (g/dl)

Como se observa en el cuadro 2, para la variable niveles de hemoglobina no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P>0.05$) con valores de 10.7975 g/l para T3 que fue el más bajo y 14.6175 g/l para T5 que resultó el más alto, lo que arrojó 3.8200 g/dl de diferencia entre ambos tratamientos. Sin embargo, esta diferencia no se tradujo en problemas de salud para los lechones de estos tratamientos. De acuerdo con lo señalado por Miller y Ulrrey (1990) estos valores serían críticos, dado que ellos indican como valor mínimo para el nivel de hemoglobina 5g/dl. Sin embargo, Dal Masseto *et al.* (2012) señala que el nivel mínimo crítico para Hb es de 7.0 g/dl.

Cuadro 2. Niveles de hemoglobina, % de hematocritos, CMHb (concentración media de hemoglobina) en suero y % de glóbulos rojos en los tratamientos.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|-------------------------------|--------|----------|----------|---------|---------|----------|
| Niveles de hemoglobina (g/dl) | 12.415 | 14.1175 | 10.7975 | 14.1700 | 14.6175 | 10.8425 |
| Hematocritos (%) | 37.252 | 42.36 | 32.395 | 42.505 | 43.86 | 33.145 |
| CMHb en suero | 33.325 | 33.3225 | 33.3275 | 33.335 | 33.325 | 33.33 |
| Glóbulos rojos | 4.345 | 4.941125 | 3.779125 | 4.9595 | 5.1665 | 3.882375 |

(No significancia estadística entre tratamientos ($P>0.05$))

4.2 Porcentaje de hematocritos (%) En las muestras obtenidas de sangre para la variable de hematocrito, no se encontró diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos, en donde el T3 alcanzó el valor más bajo 32.39 % y el T5 el valor más alto con 43.86 %, lo que arroja una diferencia entre ambos valores de 11.46 %. Estos valores son similares a los mencionados por Vecchionacce *et al.* (2011) quienes indican que al realizar la extracción de sangre a los 7 días el resultado para hematocrito registró valores de 26.43%. Así mismo, Góngora-Manzanero *et al.* (2004) señalan haber obtenido como valores de 35% de hematocrito en muestras de sangre de lechones que se les extrajo la muestra de sangre a los 10 días de edad.

4.3 Concentración media de hemoglobina (%)

Para la variable concentración media de hemoglobina se encontró que en todos los tratamientos mostró valores muy similares (33.3%), lo que no arrojó diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados. Que de acuerdo con Miller y Ulrrey(1990) el valor de concentración de hemoglobina es de 30-35 %, así que este valor se encuentra dentro del rango establecido por ellos. Es también acorde con lo señalado por Colina *et al.* (2001) en donde se utilizaron machos castrados registrando valores de 33.73- 34.49%, valores que son muy similares a los detectados en este experimento.

4.4 Nivel de glóbulos rojos (g/dl)

No se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en cuanto a la variable de glóbulos rojos. El valor del T3 con 3.779 g/dl mostró el menor con valor y el de mayor valor fue el T5 con 5.166 g/dl, arrojando una diferencia numérica entre ambos valores extremos de 1.3 gr/dl. Valores que son parecidos a los reportados por Dal Masetto *et al.* (2012) quienes señalan valores de 4.6 g/dl de glóbulos rojos en lechones muestreados a los 14 días de vida. Las tendencias registradas por las variables señaladas se aprecian con objetividad en la figura 1.

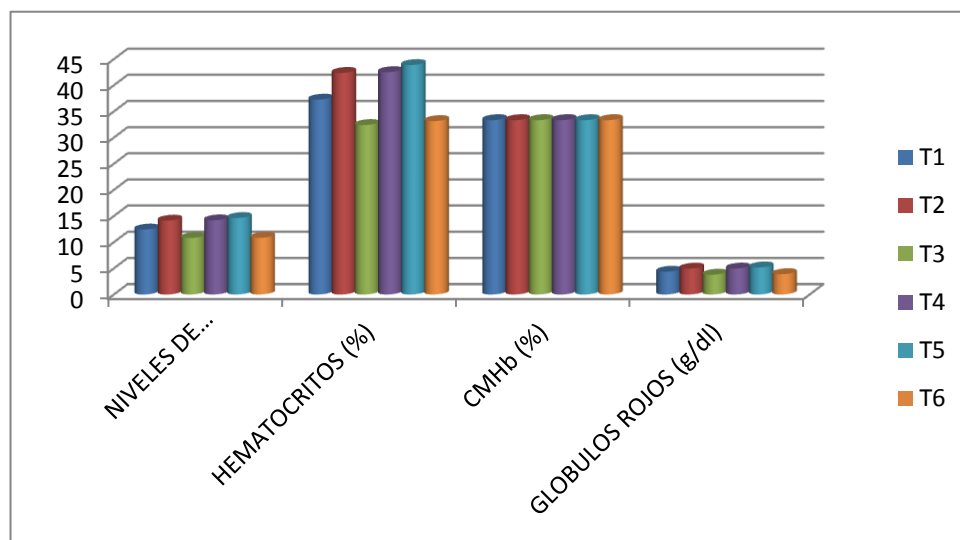


Figura 1. Niveles de Hemoglobina, Hematocrito, Concentración Media de Hemoglobina, Glóbulos rojos

4.5 Ganancia Total de Peso (GTP)

Por lo que concierne al comportamiento productivo de los lechones en el periodo nacimiento destete, en el cuadro 3 se observa que no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos, siendo los valores encontrados de 7250, 5.900, 5.075, 6.425, 6.250 y 4.225 kg de ganancia total para los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 Y T6 respectivamente.

En el trabajo realizado por Vecchionacce *et al.* (2011) en un periodo de 7 a 30 días no encontrando diferencia significativa en cuanto a ganancia total de peso. Pickett *et al.* (1960) señalan que lechones que recibieron una dieta adicionada con 60 mg de Fe/kg de ración mostraron reducción en su desarrollo. El comportamiento de estas variables se puede observar en la figura 2, donde se aprecia claramente que la aplicación de Fe a los 9 días post nacimiento marca una tendencia a reducir las ganancias de peso.

Cuadro 3. Ganancia total (GTP) y Ganancia diaria (GDP) de peso del nacimiento al destete.

| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 |
|----------|--------|-------|---------|---------|--------|---------|
| GDP (gr) | 181.25 | 147.5 | 126.875 | 160.625 | 156.25 | 105.625 |
| GTP (kg) | 7.250 | 5.900 | 5.075 | 6.425 | 6.250 | 4.225 |

(No hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P>0.05$))

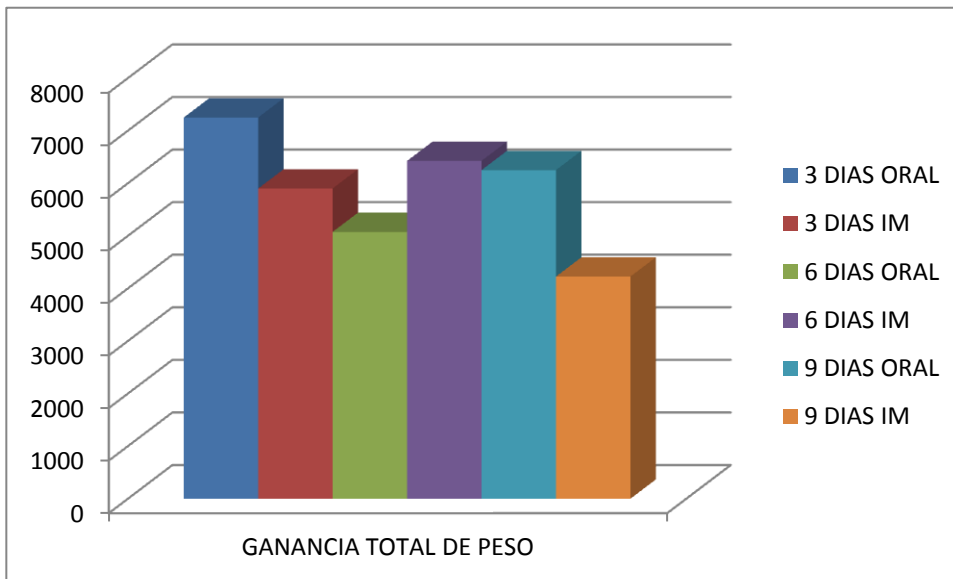


Figura 2. Ganancia Total de Peso

4.6 Ganancia Diaria de Peso

Por lo que concierne a la GDP, esta siguió un comportamiento similar a la GTP, obteniéndose valores de 181.25, 147.5, 126.88, 160.63, 156.25 y 105.63 g en los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5 y T6 respectivamente, sin detectar diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, al igual que en el caso de la GTP, la tendencia fue decreciente en esta variable, con un valor máximo de 181.25 para el tratamiento T1 (aplicación de Fe a los 3 días de edad de los lechones, contra solamente 105.63 gr alcanzados por el tratamiento T6 (aplicación de Fe a los 9 días de edad). Este comportamiento concuerda con lo señalado por Rincker *et al.* (2004), en el sentido de que es necesaria una adecuada cantidad de Fe disponible en la ración oportunamente para lograr un buen desarrollo de los lechones predestete.

Así mismo, Velazco (1984) y Suárez (1986) indican no haber encontrado efecto de la aplicación de Fe dextrano sobre la ganancia diaria de peso en lechones predestete en condiciones de trópico.

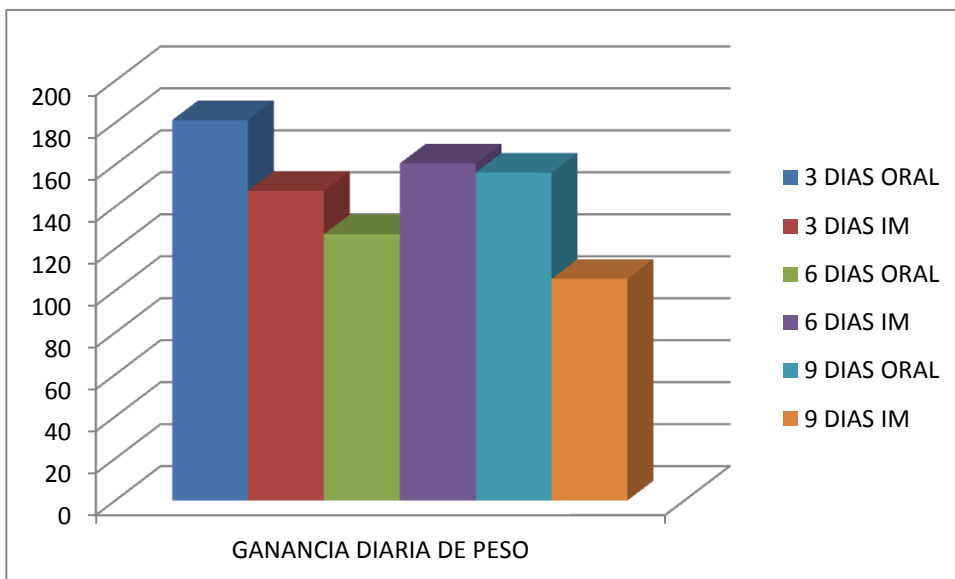


Figura 3. Ganancia Diaria de Peso

5. CONCLUSIONES

Conforme a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye que:

- a) La Vía de aplicación de Fe dextrano no tuvo efecto sobre los parámetros hematológicos de lechones. Esto es, que el Fe se puede suministrar por vía oral o inyectada.
- b) La aplicación de Fe en los días 6 y 9 de edad de los lechones no mostró efectos negativos sobre los niveles de hemoglobina, hematocritos y glóbulos rojos; Sin embargo, si se registró una tendencia decreciente en el comportamiento productivo de los animales cuando la aplicación del Fe se hizo en los días 6 y 9, lo cual sugiere que posiblemente se haya generado una anemia subclínica que propició la tendencia a una reducción en la ganancia de peso, sin que se hayan manifestado signos típicos de anemia ferropriva-microcítica.

6. LITERATURA CITADA

- Anónimo, 2004. Importancia del calostro en el desarrollo del sistema inmune del lechón. *Porc. Magazine* No. 4. Consultado en febrero de 2011. Disponible en: www.3tres3.com La página del cerdo.
- Alvetis, A.M. 2011 ¿Se debe o no usar hierro en cerdos criados en tierra? Artículo técnico disponible en www.ergomix.com .Porcicultura Autor/es: Manuel AlbetisApolaya, Médico Veterinario. Ica, Perú
- Braude, R., A. G. Chamberlain, M. Kotarbinska, y K. G. Mitchell. 1962. The metabolism of iron in piglets given labeled iron either orally or by injection. *Brit. J. Nutr.* 16:427.
- Brugere, H. 1988. Role biologiques du fer. *Recueil de MédecineVétérinaire*, 164(5): 347-348.
- Calvillo, F. y E. Morales. (S/F). Comportamiento productivo de lechones al destete, comparando dos dosis diferentes de hierro dextrano. Consultado en febrero de 2011. Disponible en: http://www.calier.es/pdf/productividad_calidex200.pdf
- Cornelius, S. G. y B. G. Harmon. 1973. Absorption of oral iron dextran in neonatal pigs. *J. Anim. Sci.* 37:277 (Abstr.).
- Conrad, M., J. Umbreit, y E. Moore. 1999. Iron absorption and transport. *Am J Med Sci.* 318:213-229.
- Cronwell, G. L., Monegue, H. J. y Herkelman, K. L. 1992. Sources of oral iron and levels of injectable iron for nursing pig. *J. Anim. Sci.* 70 (Supl 1), 63A, abstr.
- DalMasetto, M.L., G. Vidales, L.Echevarriay J. Bérèterbide. 2012. *Veterinaria Argentina*, 29: (289). Universidad Nacional de Luján .Disponible en : www.produccion-animal.com.ar
- Elloit, J. I. 1976. Ironsupplementation of pigletmilk replacers. *Can. J. Anim. Sci.* 56:611.
- Egeli, A. K. y T. Framstad. 1998. Evaluation of the efficacy of parentally administred glutamic acid-chelated iron and iron – dextran injected subcutaneosly in Duroc and Norwegian Landrace piglets. *Zentralbl Veterinarmed* 45 (1): 53.
- Furugouri, K., y A. Kawabata. 1976. Iron absorption by neonatal pig intestine in vivo. *J. Anim. Sci.* 42:1460.
- FAO, 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. DISPONIBLE EN: <http://www.fao.org/DOCREP/V5290S/V5290S00.HTM>
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2da. ed. Instituto de Geografía. UNAM. Pp. 46-52.
- Góngora, M.M., F. Sarmiento, L., J. Segura y R. H. Santos. 2004. Evaluación de la pertinencia de aplicar hierro a lechones criados en un sistema de producción en exterior. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad autónoma de Yucatán. Departamento de Nutrición Animal. Consultado en febrero de 2011. Disponible en: www.revistaveterinaria.fmvz.unam.mx/fmvz/revetmex/a2004rumv35n4/rvm35401.pdf

Hernández G., M.1993. Anemia Ferropénica. *Medicine*. 10:545-554.

Izquierdo, P.N., L. Saavedra, M. Alonso, Z. Atanay B., E. Marín L., N. Nieto. M., R. Olazabal, P. y L. Duarte, V. 2000. Ferrivet en cerdos lactantes (II). Inmunosueros en ovejas. Consultado en febrero de 2011. Disponible en <http://www.reduc.edu.cu/147/00/14NELS-1.pdf>

Janeth J. Colina, J.J., D. Rico, E. Humberto, E. Araque, E. Rueda de A., M. V. León, C. L. Tovar y M. Rossini. 2010. Hematología, metabolitos sanguíneos y peso de órganos de cerdos en crecimiento alimentados con harina de pijiguao (*Bactrisgasipaes* H.B.K.) y lisina. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua. Venezuela.

Jubb, K.V.F. y P.C. Kennedy. 1973. Patología de los animales domésticos 1ra. ed. Ed, Ciencia y Técnica. La Habana, Cuba. Pp. 394-397.

Ledesma, B.V. 2006. Evaluación de tolerancia y eficacia de una solución inyectable sobre la base de Hierro Dextrano y Cianocobalamina (Iron-Dex 200 B₁₂) en lechones lactantes en la primera semana de vida. Agroveter market. Consultado en febrero de 2011. Disponible en: www.agrovetermarket.com/pdf/suplemento/iron/EFICACIA%20y%20TOLERANCIA%20iron-dex.

Manual Merck de Veterinaria. 1993. 4ta. ed. Ed. Oceano/Centrum. España. Pp. 20-21.

M.J. Rincker, G.M. Hill, J.E. Link y J.E. Rowntree. 2004. Effects of dietary iron supplementation on growth performance, hematological status, and whole-body mineral concentrations of nursery pigs. *Journal Animal Science*. Disponible en: www.animal-science.org

Machuca, J.A., O. Leyva y L. García. 1993. La salud animal y el empleo de tecnologías apropiadas. Editado por el Centro Universitario de Guantánamo. Cuba. Pp. 156-158.

Miller, E.R., G.L. Waxler, P.K. Ku, D.E. Leery y C.K. Whither. 1982. Iron requirements of baby pigs reared in germ-free or conventional environments on condensed milk diet. *J. Anim. Sci.* 54:106.

Miller, E.R. y D.E. Ullrey. 1999. Baby pig anemia. Ed. *Pork Industry Handbook*, Cooperative Extension Service, Universidad de Purdue, Indiana.

N.R.C. 1968. Nutrient Requirement of Domestic Animals. No. 2. Nutrient Requirement of Swine. National Research Council. Washington, D.C. p. 31.

Parsons, M.J., K.D. Case, P.K. Ku y E.R. Miller. 1979. The iron requirement of the neonatal pig from parental iron dextrin. *Michigan Swine Res.* 386:14.

Pieneda, O. 1995. The use of iron amino acid chelate in the treatment of iron deficiency and iron deficiency anemia. Proc. Albion Laboratories. Inc. International Conference on Human Nutrition. 1995. Salt Lake City, Utah.

Pickett, R. A., M. P. Plumlee, W. H. Smith, y W. M. Beeson. 1960. Oral iron requirement of the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.* 19:1284. (Abstr.)

Quiles, A. y M. Hevia. Anemia Ferropénica del lechón Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo.

- Quiles, A. 2004. Factores que inciden en la mortalidad neonatal en los lechones. Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30071 -Murcia. España.
- Roura, E. y J. Homedes. 1997. El hierro: un micro-mineral clave en la alimentación de cerdas de alta prolificidad. The International Animal Nutrition Conference. 1997. Salt Lake City, USA.
- Sohn, K. S., T.M. Fakler y C.V. Maxwell. 1993. Effect of oral and injectable iron source on pre-weaning performance, hematological status, and post-weaning performance of young pigs. J. Anim. Sci. 71 (Supl 1) 51, abstr.
- Suárez, O. 1986. Efectos del hierro inyectable en lechones utilizando dos productos comerciales a tres dosis. Trabajo de grado, UCV. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 29 pp.
- Toro, G.C.A. 2008. Comparación del cerdo criollo vs mejorado en la capacidad de digestión y fermentación de dietas con diferentes tipos de materias primas fibrosas. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias. Con énfasis en producción animal tropical. Universidad Nacional de Colombia. Consultado en febrero de 2011. Disponible en: <http://www.bdigital/unal.edu.co/704>.
- Theilkuhl, J. F., F. Lozano y B.M. de Góngora. 1986. Estudio comparativo del sulfato ferroso y del citrato férrico amónico en el modelo de la anemia hipocromica del cerdo lactante. Disponible en <http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/farmacia/revista>
- Ulrey, D.E., E.R. Miller. O.A. Thompson, I.M. Ackerman, D.A. Schmidt, J.A. Hoeffler y R.N. Luecker. 1968. The requeriment of the baby pig from rally administered iron. J. Nutr. 70:187.
- Vecchionacce, H.E.Vera, E.,Marin, R.Gonzalez,C.Figueroa,R. e I. Diaz. 2004. Comportamiento productivo de lechones predestete en granjas comerciales ,de acuerdo con suministro de hierro dextrano y gleptoferron. Publicación disponible en: www.sian.info.ve/publicaciones/unellez/vecchionacce.htm
- Venn, J. A., R. A. McCance, y E. M. Widdowson. 1947. Iron metabolism in piglet anemia. J. Comp. Pathol. Ther. 57:314–325.
- Velazco, G. 1984. Efectos de hierro inyectable en lechones de diferentes edades. Trabajo de grado. UCV. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 26 pp.
- Wintrobe, M.M. 1961. Clinical Hematology. 5ed., Lea & Fabiger, Filadelfia, cap.14.

