

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
División de Ciencias Biológicas y de la Salud.
Departamento de Producción Agrícola y Animal.
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.

INFORME DE TÉRMINO DE SERVICIO SOCIAL

El Hierro (Fe) y su relación con los parámetros hematológicos en Cerdo Negro Entrepelado (*Ts'üdi Xirgo*) en el Estado de Hidalgo.

Prestador de servicio social
Rivera Medina Iván Uriel
Matrícula: 2143059038

Asesores:

Interno: Dra. Adelfa del Carmen García Contreras
Núm. Económico: 15716

Asesor externo:
M. en C. Silvia Guadalupe Estrada Barrón
Núm. Económico: 35913

Lugar de realización:

Laboratorio de Imagenología Zootécnica-Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco (UAM-X)

Fechas de inicio y terminación: 1 de abril 2020 al 1 de octubre de 2020.

Índice

1. Introducción

2. Justificación

3. Marco teórico

3.1. El cerdo criollo

4. Hemograma

4.1. Eritropoyesis

4.2. Eritrocitos

4.3. Hemoglobina

4.4. Hematocrito

4.5. Volumen corpuscular medio (VCM)

4.6. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

4.7. Concentración media de hemoglobina corpuscular (CHCM):

4.8. Leucocitos

4.9. Neutrófilos

5. Objetivos del proyecto

5.1. Objetivo general

5.2. Objetivos específicos

6. Metas

7. Materiales y métodos

7.1. Sitio de trabajo

7.2. Toma de muestras sanguíneas

7.3. Análisis de muestras sanguíneas

8. Cronograma

9. Resultados y Discusión

Resumen

Se evaluaron muestras de sangre de cerdos al destete, para caracterizar los valores hematológicos que presentan los cerdos negros Entrepelado (Ts'üdi Xirgo) nativos del Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo. Los valores encontrados para los parámetros hematológicos, no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), a excepción de la proteína plasmática en donde factores como la alimentación, salud y estado de deshidratación tuvieron probablemente un efecto ($P = 0.0053$). Por lo que los datos evidenciaron que los niveles de hemograma son similares a los cerdos comerciales "blancos", al menos en cerdos de entre 10 y 22 kg de peso vivo, así como en cerdos de ambos sexos. El cambio de los parámetros sanguíneos puede ser una respuesta a factores considerados como invasivos tales como estrés, manejo, estatus sanitario y transporte. Estos efectos se reflejan en los parámetros hematológicos alterando los indicadores metabólicos de los cerdos, además de tener un efecto la influencia de la nutrición y la raza.

Sin embargo, debido a la situación que se tuvo durante el desarrollo del proyecto (año 2020) no se pudo realizar todos los análisis de sangre en diferentes etapas. No obstante, los resultados dan luz de la condición que guarda la salud de los cerdos, a través de los análisis hematológicos al menos en cerdos destetados.

1. Introducción

La carne de cerdo es la de mayor consumo a nivel mundial, y a través de los años ha ido en aumento su producción al ser la principal fuente de proteína animal disponible tanto en países en desarrollo como en países desarrollados. Debido a que el cerdo es una de las especies que contribuye en cubrir esta demanda debido a su rápido crecimiento y alto índice de conversión alimenticia (Anchapanta, 2019). Principalmente en el medio rural, donde los cerdos han ocupado un lugar importante para el desarrollo económico de las comunidades campesinas (Tudupial, 2012).

Hoy en día, la importancia de las razas criollas o biotipos nativos se establece como una estrategia importante para los países en desarrollo, ya que se puede aportar proteína animal de buena calidad a las poblaciones rurales a un bajo costo, son animales que no requieren grandes estrategias de alimentación para poder subsistir, además de que son una alternativa de producción y diversificación económica en el sector pecuario (Montes y Mukul, 2010) en zonas donde las condiciones climáticas y sanitarias son extremas (Fernández de Sierra y Gómez, 2007).

Uno de los principales componentes de eficiencia de los sistemas de crianza porcina, son sus condiciones sanitarias, lo cual repercute directamente en parámetros como los reproductivos, productivos y de calidad de la carne, además de enfatizar en aspectos indicativos del metabolismo del animal (Colina *et al.*, 2010). Por lo que, para poder cumplir con las características que el mercado demanda, es de gran importancia identificar de manera práctica valores o características que permitan monitorear el estado sanitario de las poblaciones porcinas de manera individual o grupal.

Es por ello, que la medición de parámetros hematológicos resulta importante como método complementario de diagnóstico. Los valores hematológicos reflejan la respuesta del animal a su entorno, cada parámetro evaluado ya sea de manera individual o todos en conjunto permiten la formación de perfiles o patrones que corresponderán a un síndrome o enfermedad específica, permitiendo con ello identificar condiciones adversas (aunque los animales no muestren signos clínicos de enfermedad), lo que reduce la posibilidad de pasar por alto una enfermedad subclínica (Ježek *et al.*, 2017; Arauz *et al.*, 2020).

2. Justificación

En la actualidad una de las principales estrategias para los sistemas de producción animal es buscar la mejora y eficiencia en las características productivas del ganado, así como asegurar la salud y bienestar de los animales de producción primaria, y por ende la de los consumidores.

Una práctica cada día más utilizada en la medicina veterinaria es la medición de parámetros hematológicos, los cuales sirven como un indicador importante del estado de salud o la presentación de condiciones patológicas tanto clínicas como subclínicas. Sin embargo, en el caso de los cerdos en muy pocas ocasiones se utiliza como una evaluación rutinaria, derivado de la dificultad en la toma de muestras, el gran volumen de animales en los sistemas de producción y, sobre todo la dificultad de encontrar rangos de valores de referencia estandarizados ya que, los valores reportados en la literatura son variables interviniendo factores como la edad, raza, sexo, nutrición, climatología, sistema de producción, o estados sanitarios, por señalar algunos (Cooper *et al.*, 2014; Ježek *et al.*, 2018).

En los cerdos uno de los signos más comúnmente reportados como trastorno circulatorio es la anemia, ya que afecta principalmente en las primeras semanas de vida. Esta anemia es comúnmente relacionada a una deficiencia de hierro (Li *et al.*, 2018), sin embargo, la anemia no se considera una enfermedad, si no un signo de diversas enfermedades, por lo que se puede clasificar de acuerdo a la base de la morfología celular eritrocítica y al contenido de hemoglobina (Svoboda y Drabek, 2005; Esquivel y Mayorga, 2008; Ventrella *et al.*, 2017).

Por otra parte, en el caso de los cerdos criollos, existe una reducida información que brinde valores hematológicos en diferentes grupos de edad, motivo por el cual resulta de gran interés poder identificar los valores hematológicos de cerdos criollos que puedan contribuir al desarrollo de valores de referencia para evaluar el estado sanitario de diferentes razas de cerdos.

3. Marco teórico

3.1. Los cerdos criollos

Los cerdos criollos son una especie de cerdos poco conocida, analizada y valorada en distintos países, uno de los motivos que ha llevado a la casi desaparición de esta variedad de cerdos es el establecimiento de sistemas de producción altamente tecnificados, en los cuales las razas utilizadas son aquellas que prometen mejoras productivas, iniciando por la prolificidad.

Sin embargo, los cerdos criollos, nativos o autóctonos, tienen un valor científico, cultural, nutricional, industrial y gastronómico, además son considerados como reservorios de variabilidad genética, debido a su gran capacidad de aprovechar los recursos naturales disponibles en su lugar de origen (Hurtado y González, 2001).

La deficiente valoración económica, falta de estrategias y ausencia de inversión financiera para su conservación y utilización, han sido factores para que estos cerdos criollos se encuentren poco valorado en el mercado. Comúnmente, son pequeños y delgados, con una capa de pelo más gruesa y densa, generalmente oscura. Presentan una gran adaptación al medio y requieren caminar largas distancias para buscar alimento. Estos cerdos se encuentran alojados en sistemas de traspatio o en

extensivo de baja densidad (Hurtado y González, 2001; Lemus y Alonso, 2005; Arredondo *et al.*, 2011; Pérez, 2014; Solis *et al.*, 2018).

De acuerdo a lo descrito en la literatura, se asume que estos cerdos debido a sus características y por su propia genética, han sobrevivido a distintas limitaciones nutricionales, así como a factores infecciosos lo cual supone una alta tolerancia a enfermedades, ya que algunas investigaciones de tipo molecular han demostrado que los criollos tienen mayor porcentaje de heterocigocidad, lo cual podría determinar esa posible resistencia (Mejía, 2007).

Existen una gran diversidad de investigaciones que describen rangos de valores sanguíneos para razas comerciales en diferentes etapas productivas, no obstante, en el caso de los cerdos criollos al ser considerados como biotipos no mejorados y sin atributos de interés comercial, son muy pocos aquellos estudios que caracterizan hematológicamente a estos cerdos. Por lo que, resulta de gran interés poder conocer los valores sanguíneos normales que estos animales presentan en diferentes etapas productivas, ya que nos permitiría identificar estados inmunológicos, niveles metabólicos, estado nutricional, procesos infecciosos, así como distintos factores que rodean la producción porcina (Gallo, 2014).

3.2. Perfil hematológico o Hemograma

Conocido también como cuadro hemático, biometría hemática, perfil hematológico o recuento de células sanguíneas, es definido como un análisis cuantitativo y cualitativo de los componentes celulares de la sangre periférica, es una de las pruebas que más se solicita al laboratorio clínico, ya que aporta una valoración general de un individuo para establecer un diagnóstico clínico. Para ello, se realiza la evaluación de tres líneas celulares (eritrocitos, leucocitos, plaquetas), mismas que se producen en la medula ósea, y que cada una tiene funciones diferentes entre sí (Reyes, 2009; Alfaro, 2012; Roldan, 2016).

Resulta de gran interés poder definir los valores hematológicos medios o valores de referencia correspondientes a cada especie animal o por raza, para la estandarización de estos parámetros, ya que expresan tanto condiciones fisiológicas y ecológicas distintivas de cada especie animal, las cuales serán dependientes de su etapa fisiológica, sexo, edad, actividad, sistema de producción o estatus sanitario, y con ello,

poder identificar animales clínicamente sanos, o que sirva como guía para determinar anomalías que pueden indicar una infección o enfermedad (Alfaro, 2012; Solis *et al.*, 2018).

En el examen hematológico se analizan diversos parámetros, como el número de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas, así como tamaño, forma y coloración de estas células. El **hemograma** también puede revelar otros cambios en la sangre que son comunes en la panleucopenia, como una disminución en los hematocritos (porcentaje de glóbulos rojos en la sangre), la presencia de anemia, alteraciones en las plaquetas y aumento de los niveles de proteínas y enzimas hepáticas.

Los principales componentes del hemograma son: eritrograma y leucograma (Coppo *et al.*, 2016; Bernardes *et al.*, 2020)

3.2.1. Eritrograma

es la parte del hemograma que valora únicamente los hematíes, se cuantifican los hematíes y el valor obtenido se compara con el valor de referencia, preestablecido en función de la edad del paciente.

3.2.2. Leucograma

Es la parte del hemograma que analiza los glóbulos blancos, que son leucocitos clasificados en mastocitos, neutrófilos segmentados, linfocitos, monocitos, eosinófilos y basófilos

El perfil hematológico (recuento total de eritrocitos, hematocrito, concentración de hemoglobina, volumen corpuscular medio, concentración de hemoglobina corpuscular media, recuento total de leucocitos, fórmula leucocitaria, relación neutrófilo/linfocito y recuento de plaquetas

3.2.2.1. Parámetros hematológicos

a. Eritropoyesis

La eritropoyesis es el proceso de formación y maduración de los eritrocitos. Este proceso implica tres componentes básicos: las células precursoras, las citocinas, y un microambiente apropiado que incluye factores como el aporte de oxígeno, nutrientes, hierro y aminoácidos (Day et al., 2004). Los lechones al nacer tienen bajas reservas de hierro, lo que ocasiona una reducción en la eritropoyesis. El destete, también es un momento de estrés que ejerce un proceso difícil en los parámetros hematológicos.

En el Cuadro 1, se observa el valor de los diferentes parámetros hematológicos que se tienen en cerdos destetados.

a.1. Eritrocitos

Son células muy pequeñas de forma bicóncava, que miden entre 6 y 8 micras, y son los más abundantes en el organismo y tiene dos funciones principales, transportar oxígeno a todas las células del cuerpo y proporcionar a la sangre la coloración rojiza debido a la hemoglobina (Gutiérrez, 2004).

a.2. Hemoglobina

La hemoglobina es la principal proteína intracelular del eritrocito, representa el 32% de la masa total del mismo y está formada por cuatro cadenas de proteínas globulares (globinas), cada una con un centro formado por un grupo hemo con hierro (Hicks, 2007).

La hemoglobina tiene un papel central en la fisiología al unir, transportar y suministrar oxígeno a los tejidos. La hemoglobina se sintetiza dentro de los eritrocitos en desarrollo (Oliver *et al.*, 2010).

a.3. Hematocrito

El Hematocrito es la porción de volumen total de la sangre ocupada por la masa de eritrocitos (Anchapanta, 2019). El hematocrito depende del número, forma y tamaño de los eritrocitos (Ángel y Mejía, 2006). Las desviaciones del hematocrito normal pueden tener grandes consecuencias en la capacidad de la sangre para transportar oxígeno (Reece y Swenson, 2004).

a.4. Volumen corpuscular medio (VCM)

Es un indicador del tamaño celular al compararlo con el intervalo de referencia propio de la especie, permite clasificar a los glóbulos rojos en: normocíticos, microcíticos, macrocíticos. El intervalo de referencia en lechones es de 42 – 62 fl (Carr, 2014).

a.5. Hemoglobina corpuscular media (HCM)

Es el peso promedio de la concentración de hemoglobina por glóbulo rojo. El intervalo de referencia es de 14 – 21 pg (Carr, 2014).

a.6. Concentración media de hemoglobina corpuscular (CHCM):

Es la concentración de hemoglobina que contienen los eritrocitos en un volumen determinado. El intervalo de referencia es de 32 a 36 g/dl (Carr, 2014).

a.7. Leucocitos:

Son células que participan en la defensa del organismo frente a distintos agentes infecciosos como bacterias, virus, hongos y otros, que se dividen en dos, granulocitos y agranulocitos.

a.8. Granulocitos:

Contienen gránulos en su citoplasma (neutrófilos, eosinófilos, basófilos)

a.9. Agranulocitos:

No contienen granulaciones en su citoplasma (linfocitos y monocitos).

a.10. Neutrófilos:

Son células con un núcleo lobulado y segmentados, que se forman en la médula ósea y contribuyen del 60 a 90% del total de leucocitos, su principal función es fagocitar bacterias y pequeñas partículas de materia.

En el Cuadro 1. Se observan los valores considerados como normales en cerdos al destete, sin embargo, estos valores ofrecen un marco del estado de salud de los animales.

Cuadro 1. Valores de hematocrito considerados como normales en cerdos al destete.

| Variables | Valores | | |
|---------------------------|-----------------|---------------|---------------|
| | Promedio | Mínimo | Máximo |
| Hematocrito (%) | 39.9 | 24.0 | 45.0 |
| Hemoglobina (g/dl) | 14.64 | 9.04 | 16.54 |
| Leucocitos (%) | 8.48 | 2.55 | 20.0 |

| | | | |
|--|-------|------|------|
| Neutrófilos (%) | 14.07 | 0.0 | 48.0 |
| Linfocitos (%) | 73.21 | 35.0 | 95.0 |
| Eosinófilos (%) | 6.32 | 1.0 | 27.0 |
| Monocitos (%) | 4.83 | 0.0 | 16.0 |
| Eritrocitos (10⁶/mm³) | 5.81 | 2.84 | 8.45 |
| Basófilos (%) | 1.54 | | 4.0 |

Fuente: González et al., 2012

4. Objetivos del proyecto

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del hierro dextrano en cerdos *Ts'üdi xirgo*, y su relación con los parámetros hematológicos, bajo un sistema de producción de baja densidad en el Estado de Hidalgo.

4.2 Objetivos específicos

- Analizar muestras sanguíneas para determinar la concentración de hematocrito y hemoglobina, proteína plasmática, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular, conteo de glóbulos rojos y blancos, y el conteo diferencial de células blancas en diferentes etapas productivas.
- Determinar el efecto del uso de hierro dextrano en los parámetros hemáticos en lechones de tres días de vida.

5. Metas

Establecer los parámetros hematológicos (concentración de hematocrito y hemoglobina, proteína plasmática, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración de hemoglobina corpuscular, conteo de glóbulos rojos y blancos, y el conteo diferencial de células blancas) en las diferentes etapas de crecimiento de los cerdos *Ts'üdi xirgo*.

6. Materiales y métodos

6.1. Sitio de trabajo

La presente investigación se llevó a cabo en la unidad de producción de **baja densidad** de cerdos de la Raza *Ts'üdi xirgo*; la cual está localizada en el municipio de Tepatepec, Hidalgo, en los 20°14'44" de latitud norte y 99°05'16" de longitud oeste; con una altura de 1977 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Acorde a la clasificación de García (1981), el clima predominante es templado frío, con una temperatura anual promedio de 17° C y una precipitación pluvial anual de 540 milímetros.

6.2. Animales

Los muestreos se realizaron en cerdos de la etapa de destete, con una edad promedio de 33.5 días, y con un peso medio de 9.0 Kg.

6.3. Toma de muestras sanguíneas

Se realizaron tomas de muestras sanguíneas para realizar la evaluación de los parámetros hematológicos de los cerdos, para ello se procedió a la inmovilización manual de cada animal (tratando de no dañarlos físicamente) y realizando la toma de muestra en un tiempo menor de 2 minutos, para evitar que estén sometidos a un estrés que genera cambios en su condición de salud y de producción.

En el caso de los animales de más de 35 kg, se utilizó la inmovilización a través de la sujeción mandibular con una cuerda de algodón de ½ pulgada, permitiendo con ello que el cuello se exponga y se pueda visualizar la fosa yugular. En el caso de los lechones se sujetaron con base a la técnica reportada por Coll y Morillo (2008).

La toma de muestras se realizó mediante venopunción de la vena yugular de acuerdo a la técnica reportada por Casas (2013), con una aguja de calibre 22 G x 37 mm de tapa negra y tubos de vacío del tipo Vacutainer con anticoagulante EDTA (ácido etilendiamino-tetracetato, Secuestreno benceno) obteniendo de 3 a 5 ml de sangre.

Posterior a la toma y para evitar el daño celular, se realizó el llenado de capilares con heparina (lectura de Hematocrito y Proteína plasmática), de igual forma se realizaron frotis sanguíneos (por duplicado), según la técnica reportada por Quiroz-Núñez *et al.* (2010). Para el transporte de las muestras, estas se mantuvieron a una temperatura

de 2 a 4°C hasta su recepción en el laboratorio de Imagenología Veterinaria de la Universidad Autónoma Metropolitana, para su posterior análisis en el laboratorio.

6.4. Análisis de muestras sanguíneas

Para la evaluación de las muestras sanguíneas, se realizó el conteo leucocitario diferencial, lectura de proteína plasmática y hematocrito, lo cual comprende el recuento de plaquetas, eritrocitos, leucocitos, hemoglobina, índices eritrocitarios, medición de hematocrito, y la evaluación microscópica de los diferentes tipos de células blancas, expresados en valores porcentuales y absolutos.

En esta última se centrifugaron los capilares en un microcentrífuga Solbat modelo P600 a 5000 R.P.M (revoluciones por minuto) durante 5 minutos con base a las técnicas reportadas por Carvajal (2013).

Los valores hematológicos obtenidos, fueron analizados a través de un análisis de tendencia central (valores medios, valores mínimos y máximos), y un ANOVA con un análisis completamente al azar.

7. Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos de la evaluación de los parámetros hematológicos de los cerdos de la Raza *Ts'üdi xirgo*, clasificados por edad, se muestran a continuación (Cuadro XXX).

Solo fueron considerados los animales destetados, durante la primera semana posdetete.

Cuadro 1. Valores hematológicos de cerdos destetados Ts'üdi xirgo.

| | | Linfocitos | NS | NB | Eosinófilos | Basófilos | Monocitos | Hematocrito | PP |
|-------------|-----------|------------|--------|--------|-------------|-----------|-----------|-------------|--------|
| Edad | \bar{X} | 55.76 | 18.59 | 10.95 | 2.63 | 2.54 | 9.49 | 41.25 | 7.72 |
| | P = F | 0.0054 | 0.0192 | 0.0028 | 0.0001 | 0.1152 | 0.1412 | 0.0059 | 0.0001 |
| Sexo | P = F | 0.2261 | 0.238 | 0.4875 | 0.6971 | 0.9266 | 0.8863 | 0.132 | 0.9673 |
| | P = F | 0.8299 | 0.9552 | 0.3652 | 0.8162 | 0.3177 | 0.9569 | 0.4764 | 0.0053 |

NS= Neutrófilos segmentados; NB=Neutrofilos en banda; PP=Proteína plasmática.

Es importante mencionar que los valores encontrados para los parámetros hematológicos, no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$), a excepción de la proteína plasmática en donde factores como la alimentación, salud y estado de deshidratación tuvieron probablemente un efecto ($P=0.0053$), sobre el nivel de **Colina et al. (2010)**.

Los valores hematológicos y bioquímicos pueden variar dependiendo de la presencia de inflamación e infección. El cambio de los parámetros sanguíneos es consecuencia de la influencia de factores negativos como el estrés sanitario y el transporte. Los parámetros bioquímicos en la sangre indican el estado metabólico de los cerdos y cambian bajo la influencia de la nutrición y la raza. Es muy interesante la presencia de adaptaciones metabólicas en cerdos alimentados con alimentos que inducen la acumulación de grasa en cerdos que muestran un gran crecimiento de grasa porque se utilizan como modelo para la investigación en obesidad humana. Investigaciones más recientes han demostrado la importancia estadística de la influencia de la granja, la raza y la edad en los parámetros hematológicos de los cerdos.

Por otra parte, se observa que los valores hematológicos no muestran diferencias substanciales con los cerdos comerciales “blancos”, aún con la edad, y las diferencias alimenticias.

8. Actividades realizadas

| Actividad | Mes | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------|-----------|-------|--------|------------|
| | Abril | Mayo | Juni o | Julio | Agosto | Septiembre |
| Muestreo de animales | x | x | x | | | |
| Análisis de muestras sanguíneas | | | | x | x | |
| Análisis estadístico de información | | | | | | x |
| Redacción del servicio social | | | | | | x |

9. Metas alcanzadas

Se analizaron muestras de cerdos destetados, pero no se pudo concretar un grupo suficiente por etapa, peso y sexo, por lo que solo se determinaron los valores de hemograma de un grupo reducido de animales. Lo anterior debido a que este proyecto inicio durante el tiempo en que se declaro el periodo de pandemia por COVID. Por lo anterior se redujo el número de animales y por tanto el número de muestras, concluyendo el trabajo de forma abrupta.

10. Conclusión

- ✓ No se muestran diferencias entre los valores hematológicos en cerdos blancos y cerdos criollos
- ✓ Las diferencias estadísticas son por sexo y peso, pero no están fuera de los rangos que se muestran bajo condiciones normales

11. Bibliografía

Anchapanta A. 2019. Uso de hierro dextrano 100 y hierro dextrano 200 para la prevención de anemia en lechones recién nacidos. Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 98 p

Ángel G., Mejía M. 2006. Interpretación clínica del laboratorio. A. Garrido Editorial. 7ma ed. Bogotá.

Almeida R.F., López E.L., Nunes R.C., Matos M.P.C., Pascoal L.M., Freire R.V.C. and Fioravanti M.C.S. 2016. Different sources of iron for the prevention of iron deficiency anemia and performance of suckling piglets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 68 (5).

Arauz, M.S., Scodellaro, C.F., Pintos, M.E. (2020). Atlas de hematología veterinaria. Libros de Cátedra. Libro digital. Facultad de Ciencias Veterinarias. Editorial Universidad Nacional de La Plata (EDULP), Buenos Aires, Argentina. Pág. 117. ISBN: 978-950-34-1876-5. <https://doi.org/10.35537/10915/101193>

Bellezze J., Acevedo C., Manni C. 2014. El perfil hematológico y los niveles de hierro de lechones recién nacidos y destetados en establecimientos de la región centro de la provincia de Santa Fe, bajo producción intensiva. Revisado de <http://web10.unl.edu.ar:8080/tesis/bitstream/handle/11185/1338/3.4.2.pdf>

Cardero Y., Sarmiento R., Selva A. 2009. Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. MEDISAN. 13(6).

Cardoso L.M.L. 1994. Determinación de los parámetros de hierro en leche de cerdas lactantes F-2 en Jocotepec, Jalisco. Tesis profesional, Universidad de Guadalajara, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 9.

Carr J. 2014. Guía práctica para el manejo del ganado porcino. 1era ed. Zaragoza

Carvajal V. 2013. Manual de prácticas de patología. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México.

Casas G. 2013. Protocolo toma de muestras de sangre en porcinos. Universidad de Colombia, Facultad de Medicina Veterinario y Zootecnia. Pp. 7.

Church D.C., Pond W.G., Pond K.R. 2017. Fundamentos de nutrición y alimentación en los animales. 2da ed. Limusa, México. 208-213.

Colina, J. J., Rico, D., Araque, H. E., León, M. V., Tovar, C. L., Rossini, M. (2010). Hematología, metabolitos sanguíneos y peso de órganos de cerdos en crecimiento alimentados con Harina de Pijigao (*Bactris gasipaes* HBK) y Lisina. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias, 51(1), 51-62.

Coll M.T., Morillo A. 2008. Extracción de sangre en cerdas, cerdos de cebo y lechones en maternidad. *Asís Veterinaria*. 54 (19): 1-3.

Cooper, C.A., Moraes, L.E., Murray, J.D., Owens, S.D. (2014). Hematologic and biochemical reference intervals for specific pathogen free 6-week-old Hampshire-Yorkshire crossbred pigs. *Journal of animal science and biotechnology*, 5, 1-6.

Day M., Mackin, A., Littlewood J. 2004. Manual de hematología y transfusión en pequeños animales (1era ed.). España

Esquivel Machado, H.M., y Mayorga Munguía, L.E. (2008). Efecto del carao como tratamiento de anemia en lechones de 2 semanas de edad en la granja (San Pedro) en el barrio Subtiava del Departamento de León. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. agosto-octubre 2008 (Doctoral dissertation).

Fernández de Sierra G., Gómez C.A.G. 2007. Caracterización, utilización y conservación de los recursos zoogenéticos locales. Archivos de Zootecnia 56, 377-378.

Fernández S.M. 2012. Determinación de hierro en muestras biológicas por IDA-ICP-MS. Universidad de Oviedo. Trabajo fin máster. 53 p.

Forrellat B. M., du Défaix G. H., Fernández N. 2000. Metabolismo del hierro. Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia, 16(3): 149-160.

Gallo Lamping, C.A. 2014. Manual de diagnóstico con énfasis en laboratorio clínico veterinario. Universidad Nacional Agraria Facultades de Ciencia Animal. Nicaragua.

García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246 p

Gaudré D., Quiniou N. 2009. What mineral and vitamin levels to recommend in swine diet? Revista Brasileira de Zootecnia, 88.

González R. 2005. Biodisponibilidad del hierro. Revista Costarricense de Salud Pública, 14(26), 6-12.

González J.G., Pérez G.M.D., Butrón R.A. 2012. Contribución al estudio de parámetros hemáticos de cerdos al destete bajo las condiciones de la Granja Experimental Chapingo. Departamento de Enseñanza e Investigación en Zootecnia. Área de Fisiología Animal. Universidad Autónoma Chapingo.

Gutiérrez, C. (2004). Principios de la anatomía, fisiología e higiene. D.F, México: Limusa S.A.

Hicks J. (2007). Bioquímica médica. M. H. Interamericana, Ed. 2da ed. México.

Hurtado E. y González C. 2001. El cerdo criollo de Venezuela. Solo cerdo ibérico. Aceribeu. (6):27-30

InformedHealth.org [Internet]. Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG); 2006-. In brief: What does blood do? [Updated 2023 Mar 16]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK279392/>

Ježek, J., Starič, J., Nemec, M., Plut, J., Oven, I. G., Klinkon, M., Štukelj, M. (2018). The influence of age, farm, and physiological status on pig hematological profiles. *Journal of Swine Health and Production*, 26(2), 72-78. <http://www.aasv.org/shap.html>.

Li Y., Yang W., Dong D., Jiang S., Yang Z., Wang Y. 2018. Effect of different sources and levels of iron in the diet of sows on iron status in neonatal pigs. *Animal Nutrition*. 4(2): 197–202

Martínez C., Ros G., Periago M. J., López G. 1999. Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 49(2): 1, 3-4

Mejía Martínez, Karina. (2007). Estudios comparativos en la respuesta inmunológica humoral entre poblaciones de cerdo criollo mexicano y de raza comercial como indicadores de resistencia a enfermedades. Maestría en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/1389>

Meyer D. J., Harvey J. W. 2000. El laboratorio en medicina veterinaria interpretación y diagnóstico. 2da ed. Intermedica, España. 55- 84, 369

Montero E., Martínez R., Herradora M.A., Ramírez G., Espinosa S., Sánchez M., Martínez R.R. 2015. Alternativas para la producción porcina a pequeña escala. Universidad Nacional Autónoma de México. 1era ed. México.

Montes P.R.C., Mukul Y.J.M. 2010. Ganadería alternativa. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Parte III. Usos de la biodiversidad. Capítulo 7. Uso de la flora y fauna silvestre. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Durán R. y M. Méndez (Eds). CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp. 496.

National Research Council. 2012. Nutrient Requirements of Swine. 10 ed. National academy press. Estados Unidos. Pp 54-55, 115-122.

Olver C., Andrews G., Smith J., Kaneko J. 2010. Erythrocyte structure and function. In D. Weiss, J. Wardrop (Eds.). *Schalm's Veterinary Hematologys Veterinary*. 6th ed. Iowa.

Pérez C. 2014. Diagnóstico y prevalencia de enfermedades de importancia epidemiológica en cerdos (*Sus scrofa*) asilvestrados y domesticados de la reserva de la biosfera Sierra La Laguna, BCS. Tesis de maestría.

Pérez F. 2009. Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevivencia y aumentar la productividad. REDVET. 11(1).

Pérez G., Vittori D., Pregi N., Garbossa G., Nesse A. 2005. Iron homeostasis: Mechanisms of absorption, uptake, and regulation. Acta bioquímica clínica latinoamericana, 39(3), 301-314.

Pérez-Écija, A., García, F. J. M. SEED. (2020) Hematología Veterinaria. Uso diagnóstico de los índices de maduración reticulocitaria del analizador XN-V de Sysmex. Sysmex Educational Enhancement and Development.

Pluske J., Le Dividich J., Verstegen M. 2007. El destete en el ganado porcino: conceptos y aplicaciones. 1era ed. España.

Quiles A., Hevia M. 2009. Anemia ferropénica del lechón. Departamento de Producción Animal, Universidad de Murcia, España, Camous de Espinardo.

Quiroz-Nuñez G. Jardón S., Aparicio A., Bouda J., Doubek J., García R., García L., Arenas O., Lima A., Meza A., Mondragón R., Núñez L., Quintero J., Ramírez M., Rivera L., Ruíz J., Salgado G. 2010. Manual de prácticas de patología clínica veterinaria. Universidad Autónoma Metropolitana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. México. Pp. 334.

Reece W., Swenso M. 2004. Dukes Fisiología de los animales domésticos. R. William, Ed. 12va ed. España.

Saenz G. F., Chaves M., Valenciano E., Montero A. G., Jiménez J. 1984. Hemoglobinometría. Normalización de la metodología. Preparación nacional del estándar de calibración y de hemolizado control. Revista costarricense de ciencias médicas. 5(1):83-96

Suttle N. F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th ed. MPG Books Group, United Kingdom. Pp 342- 362.

Svoboda M., Drabek J. 2005. Iron deficiency in suckling piglets: Etiology, clinical aspects and diagnosis. Folia Veterinaria. 49(2):104–111

Tudupial A. 2012. Investigación sobre el cerdo criollo, Comunidad indígena de El calvario; Casanare. Centro Agroindustrial y de Fortalecimiento Empresarial del Casanare. 20 p.

Valenzuela C., Antileo R., Lagos G., Pizarro F. 2015. El cerdo como modelo experimental para la nutrición de hierro. *Revista Chilena de Nutrición*. 42(2): 191–198.

Ventrella D., Dondi F., Barone F., Serafini F., Elmi, A., Giunti M., Bacci M. 2017. The biomedical piglet: Establishing reference intervals for haematology and clinical chemistry parameters of two age groups with and without iron supplementation. *BMC Veterinary Research*. 13(1):1–8.

Wang J., Pantopoulos K. 2011. Regulation of cellular iron metabolism. *Biochemical journal*. 434 (3): 365–381

Yap J. (2016). The importance of iron supplements to newborn pigs. *Agriculture Monthly*. Revisado de: <https://agriculture.com.ph/2018/07/21/the-importanceof-iron-supplements-to-newborn-pigs/>