



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Comparación de la suplementación de hierro en lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea.

**PARDO MENDEZ HECTOR ARIEL
MEDICO VETERINARIO**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

Comparación de la suplementación de hierro en lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea.

**PARDO MENDEZ HECTOR ARIEL
MEDICO VETERINARIO**

**MACHALA
2022**



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

TRABAJOS EXPERIMENTALES

Comparación de la suplementación de hierro en lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea.

**PARDO MENDEZ HECTOR ARIEL
MEDICO VETERINARIO**

SANCHEZ QUINCHE ANGEL ROBERTO

**MACHALA
2022**

TRABAJO DE TITULACION - COMPARACION DE LA SUPLEMENTACION DE HIERRO EN LECHONES POR VIA ORAL E INTRAMUSCULAR Y SU RESPUESTA EN LA BIOQUIMICA SANGUINEA

por Hector Pardo

Fecha de entrega: 09-mar-2023 02:04p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2032334440

Nombre del archivo: ULAR_Y_SU_RESPUESTA_EN_LA_BIOQUIMICA_SANGUINEA_FINAL1.1_1_1.pdf (583.58K)

Total de palabras: 4650

Total de caracteres: 24266

TRABAJO DE TITULACION - COMPARACION DE LA SUPLEMENTACION DE HIERRO EN LECHONES POR VIA ORAL E INTRAMUSCULAR Y SU RESPUESTA EN LA BIOQUIMICA SANGUINEA

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

1%

★ repositorio.espe.edu.ec

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, PARDO MENDEZ HECTOR ARIEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Comparación de la suplementación de hierro en lechones por vía oral e intramuscular y su respuesta en la bioquímica sanguínea., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



PARDO MENDEZ HECTOR ARIEL

0707030623

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a mi familia. A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, pilares fundamentales, siendo mi motivación y apoyo durante todo este proceso académico. A mis hermanos y mis hijos por ser el motivo que me impulsa a continuar y superarme día con día.

A mi tutor Ángel Sánchez, por compartir su tiempo y dedicación para poder finalizar este proyecto; a todos los docentes que impartieron en mi todo su conocimiento, llevándome así unas bases sólidas que me permitan enfrentarme a mi futura carrera como profesional.



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado perseverancia y fortaleza, en todo este proceso académico para poder culminar mi carrera y cumplir con esta meta. De manera especial a mi Madre que siempre creyó en mí, brindándome su apoyo incondicional en todo momento durante mi vida como estudiante.

Al Dr. Vet Ángel Sánchez por la confianza compromiso en la elaboración de todo este proyecto académico, sus consejos y enseñanzas, moldearon mi actitud para convertirme en un profesional que no tenga problemas para desenvolverme en el ámbito laboral.

Al Ing. Leandro Pontón gerente de la empresa pública UTMACH, por permitirme el acceso a la instalación de maternidad porcina, de la Granja Santa Inés.

Al Sr. Jorge Jara gerente propietario de la Granja Porcina Santa María en el sector Calichana por abrirme las puertas de las instalaciones y poder realizar este importante estudio.

A mis compañeros y amigos, que he llegado a formar en mi ámbito universitario los cuales aún llevamos una relación de compañerismo y colegas.

A mis Docentes, que me han formado como profesional, a ellos que me han enseñado cada conocimiento que tengo hasta ahora y seguiré estudiando y preparándome como profesional desde ahora y siempre



RESUMEN

La presente investigación experimental se llevó a cabo en las granjas “Santa Inés” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, sector el Cambio; y en la granja Santa María, del sector el Aserrío, ciudad de Pasaje en la provincia de El Oro, Ecuador. Con el objetivo de evaluar el efecto del hierro suministrado en lechones lactantes de forma oral e intramuscular inyectable, el cual nos ayudará a evaluar el índice de Ganancia de Peso por semana, hemoglobina, hematocrito, eritrocitos, HCM Y VCM, nivel de hierro sérico, mediante la toma de muestra sanguínea, además por la mortalidad de los lechones en etapa de lactancia.

Para lo cual se empleó 60 lechones híbridos de la raza Pieltrain con Landrace, Se implementaron 2 tratamientos y 3 réplicas con 5 lechones en cada unidad experimental en un diseño completamente al azar (DCA), siguiendo las normas establecidas en la guía general de Carácter Voluntario, sobre la Adopción y certificación de Buenas Prácticas Porcícolas, proporcionando a los lechones una adecuada alimentación, hidratación, temperatura y humedad. Manejando un calendario básico vacunal adecuado a la zona

El primer tratamiento (T1 o Experimental) incorpora una emulsión vitaminada y Oxido férrico vía Oral, y en el segundo tratamiento (T2 o Testigo) incorpora hierro dextrano por vía parenteral.

Los datos recogidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics Centurión XV.I.®, utilizando Anova de un factor, luego de establecer el supuesto de Normalidad y Homogeneidad, para los datos que no se ajustaron, se utilizó La prueba de Kruskal Wallis, estableciendo las diferencias. Para establecer las diferencias e intervalos de confianza, se utilizó el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95.0% de confianza. Los resultados obtenidos, indican que el T2 fue mucho más eficaz con las variables anteriormente mencionadas.

Los resultados obtenidos, indican un efecto negativo sobre la ganancia de peso a los 14 y 21 días de nacidos; a nivel hematológico y bioquímico, no existe una anemia por deficiencia de hierro, pero los valores promedios de las variables fueron superiores en el tratamiento de hierro parenteral o testigo.

Palabras clave: Hierro oral, hierro parenteral, anemia, lechones, hematocrito.

ABSTRAC

The present experimental investigation was carried out on the "Santa Inés" farms of the Faculty of Agricultural Sciences, El Cambio sector; and at the Santa María farm, in the Aserrío sector, city of Pasaje in the province of El Oro, Ecuador. With the objective of evaluating the effect of iron supplied in suckling piglets orally and intramuscularly injectable, which will help us to evaluate the Weight Gain index per week, hemoglobin, hematocrit, erythrocytes, HCM and VCM, serum iron level, by taking a blood sample, in addition to the mortality of the suckling piglets.

For which 60 hybrid piglets of the Pieltrain breed with Landrace were used, 2 treatments and 3 replicates with 5 piglets were implemented in each experimental unit in a completely randomized design (DCA), following the norms established in the general guide of Voluntary Character, on the Adoption and certification of Good Pig Practices, providing piglets with adequate nutrition, hydration, temperature and humidity. Managing a basic vaccination schedule appropriate to the area

The first treatment (T1 or Experimental) incorporates a vitaminized emulsion and Ferric Oxide orally, and in the second treatment (T2 or Control) incorporates iron dextran parenterally.

The collected data was analyzed with the statistical program Statgraphics Centurión XV.I.®, using Anova of a factor, after establishing the assumption of Normality and Homogeneity, for the data that were not adjusted, the Kruskal Wallis test was used, establishing the differences. To establish the differences and confidence intervals, Fisher's Least Significant Difference (LSD) procedure was used with a 95.0% confidence level. The results obtained indicate that T2 was much more effective with the previously mentioned variables.

The results obtained indicate a negative effect on weight gain at 14 and 21 days of birth; at the hematological and biochemical level, there is no iron deficiency anemia, but the mean values of the variables were higher in parenteral or control iron treatment.

Key words: Oral iron, parenteral iron, anemia, piglets, hematocrito.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN	5
ABSTRAC	6
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ANEXOS	11
1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. OBJETIVOS	13
1.1.1. Objetivo General	13
1.1.2. Objetivos Específicos	13
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1. PRODUCCIÓN PORCINA EN EL ECUADOR.....	14
2.2. GENERALIDADES DEL HIERRO	15
2.3. FUENTES DE HIERRO	16
2.3.1. El Hierro Hemo.....	16
2.3.2. El Hierro No Hémico.....	16
2.4. METABOLISMO CELULAR DEL HIERRO	16
2.5. ABSORCIÓN ORAL DEL HIERRO	17
2.5.1. Captación	17
2.5.2. Transporte y almacenamiento intra - enterocito.....	18
2.5.3. Transporte al plasma.....	19
2.5.4. Homeostasis del Hierro	19
2.6. ABSORCIÓN PARENTERAL DEL HIERRO.....	20
2.7. FUNCIONES DEL HIERRO EN EL ORGANISMO	21
2.7.1. Almacén y lugares de consumo.....	21
2.8. DEFICIENCIA DE HIERRO EN LECHONES.....	22
2.9. REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DE HIERRO DEL LECHÓN.....	23
2.10. ANEMIA FERROPÉNICA DEL LECHÓN	24
2.10.1. Síntomas de la anemia ferropénica	24
2.11. SOBRE CARGA DE HIERRO – HEMOCROMATOSIS	25
2.12. VALORES REFERENCIALES EN LECHONES LACTANTES.....	26
2.13. TÉCNICAS DE ADMINISTRACIÓN DE HIERRO	26
2.13.1. Hierro Oral.....	26
2.13.2. Hierro parenteral	27
2.14. MÉTODO DE INYECCIÓN DE HIERRO	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. MATERIALES	29
3.1.1. Localización del estudio	29
3.1.2. Población y Muestra	30
3.1.3. Equipos y materiales	31
3.1.4. Recursos institucionales.....	31
3.1.5. Variable Analizadas.....	32
3.2. MEDICIÓN DE VARIABLES.....	32
3.2.1. Peso.....	32
3.2.2. Hematocrito.....	32
3.2.3. Hemoglobina	32

3.2.4. Eritrocitos	33
3.2.5. HCM	33
3.2.6. CHCM	33
3.2.7. Hierro sérico	33
3.3. METODOLOGÍA	33
3.3.1. Metodología de campo	33
3.3.2. Criterios de selección en los tratamientos	34
3.3.3. Identificación de lechones	35
3.3.4. Administración de hierro	35
3.3.5. Medición de peso	35
3.3.6. Toma de muestra de sangre	36
3.3.7. Registro de datos	37
3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
3.4.1. Modelo matemático empleado	37
3.4.2. Hipótesis	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1. GANANCIA DE PESO	39
4.2. HEMATOCRITO	40
4.3. HEMOGLOBINA	41
4.4. ERITROCITOS	42
4.5. HCM	44
4.6. CHCM	44
4.7. HIERRO SERICO	45
5. CONCLUSIONES	47
6. RECOMENDACIONES	48
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
8. ANEXOS	56
8.1. MEMORIA FOTOGRÁFICA	56
8.2. RESULTADOS DE LABORATORIO	61
8.3. MATRIZ DE LA INVESTIGACIÓN	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos de Fe en la producción de cerdos	24
Tabla 2. Valores referenciales en lechones	26
Tabla 3. Aplicación de Hierro Inyectable en Cerdos Lactantes	28
Tabla 4 Promedio semanal de los pesos en los lechones con su intervalo de confianza	40
Tabla 5 Promedio semanal del hematocrito de los lechones con su intervalo de confianza	41
Tabla 6 Promedio semanal de hemoglobina de los lechones con su intervalo de confianza.....	42
Tabla 7 Promedio semanal de eritrocitos de los lechones con su intervalo de confianza	43
Tabla 8 Promedio semanal de HCM de los lechones con su intervalo de confianza	44
Tabla 9 Promedio semanal de CHCM de los lechones con su intervalo de confianza..	45
Tabla 10 Promedio semanal de Hierro sérico de los lechones con su intervalo de confianza.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El Sector Porcicola del Ecuador en Cifras	14
Figura 2 Bloqueo de Hanh Y Granik.....	17
Figura 3 Transporte del Hierro a través del intestino	19
Figura 4 Hierro Oral Fevit Mulgat	27
Figura 5 Hierro Parenteral Ferro 200.....	28
Figura 6: Ubicación de la granja porcina Santa Ines	29
Figura 7 Ubicación de la granja porcina Santa María	30
Figura 8: Promedio del peso en los lechones	40
Figura 9 Promedio del Hematocrito en los Lechones	41
Figura 10 Promedio de Hemoglobina en los Lechones	42
Figura 11 Promedio de Eritrocitos en los Lechones	43
Figura 12 Promedio del HCM en los lechones.....	44
Figura 13 Promedio del CHCM en los lechones	45
Figura 14 Promedio de Hierro Sérico en los lechones.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hierro Oral Fevit Mulgat	56
Anexo 2 Nacimiento de los lechones de la camada 1 en la granja Santa INES.....	56
Anexo 3 Identificación de los Lechones	57
Anexo 4 División de grupos homogéneos	57
Anexo 5 Aplicación de Fevit Mulgat.....	58
Anexo 6 Pesaje de los lechones al nacimiento.....	58
Anexo 7 Aplicación de Fe Oral	59
Anexo 8 Toma de muestra	59
Anexo 9 Identificación de la vena yugular	60
Anexo 10 Lechones a los 21 días de edad.....	60

1. INTRODUCCIÓN

La salud en la producción porcina es una rama de la Medicina Veterinaria que no solo cumple con la función de generar una mejor conversión alimenticia, mayor ganancia de peso y tasas más alta de crecimiento, si no es dar una mejor rentabilidad al productor previniendo enfermedades que puede generar aumentos de los costos de producción.

El mejoramiento genético porcino ha generado una mayor rentabilidad al productor, sin embargo, se desencadenaron ciertos problemas de salud en los animales. Estos problemas se relacionan al metabolismo del propio animal, así como su desarrollo e interacción con el medio que los rodea (1).

Actualmente, la tecnificación de la producción porcina se ha incrementado grandemente, los lechones han sido mejorados genéticamente a tal punto que poseen una tasa mucho más alta de crecimiento, mayor ganancia de peso, mejor conversión alimenticia. Lo que significa un menor tiempo de producción y una mayor rentabilidad al productor (2).

La deficiencia de hierro es considerada la más común en los mamíferos y frecuente en el periodo neonatal de los cerdos como resultado de las mejoras genéticas, el lechón nace con escasez de hierro corporal, con un aproximado 40 – 50 miligramos, para el ritmo de crecimiento que maneja, teniendo en cuenta que el requerimiento de un lechón es de 15 miligramos de hierro al día, considerando que poseen reservas de hierro para los 3 primeros días de vida (3).

Un procedimiento veterinario de rutina es la aplicación de Hierro dextrano, para suplir la carencia de hierro en los lechones lactantes, pero está relacionado con varios efectos secundarios que incluyen, en algunos casos, el colapso cardiovascular repentino y la insuficiencia respiratoria. Por otro lado, la administración oral de hierro, puede estar asociada con trastornos intestinales potencialmente peligrosos, como diarrea, dolor abdominal y estreñimiento. (4).

La biodisponibilidad del hierro contenido en los suplementos es un determinante principal de su eficacia para combatir la deficiencia de hierro en los lechones recién nacidos, la baja biodisponibilidad del hierro inorgánico (iónico) se debe a la falta de transportadores de hierro en el duodeno al principio de la vida neonatal (5).

La aplicación de hierro dextrano inyectable es la aplicación más utilizada en el suplemento de este mineral, tiene el problema que además del estrés al que se somete

al lechón, aumentan los riesgos de infecciones por introducción de la aguja hipodérmica, causando problemas de artritis, abscesos en el sitio de inyección y manchado del área de aplicación (6).

Una alternativa atractiva es la suplementación de hierro oral para llenar los requisitos nutricionales del animal, ya que es una manera segura y sin riesgo por ser reservorio natural de este elemento el intestino delgado (7).

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Comparar la eficacia de la suplementación de hierro por vía oral con el estándar de inyección intramuscular y su efecto en los parámetros productivos y bioquímica sanguínea en la fase lactancia de lechones.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la administración del hierro sobre la ganancia de peso y mortalidad de los lechones en la fase de lactancia.
- Valorar los resultados de los hematocritos en los tratamientos de los lechones en la fase de lactancia.
- Comparar los parámetros bioquímicos sanguíneos (Hierro sérico) de los lechones con la administración de Fe por vía oral y parenteral.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. PRODUCCIÓN PORCINA EN EL ECUADOR

La producción porcina ecuatoriana se limita a un trabajo poco tecnificado en cerdos criados en patios los que se alimentaban con residuos del hogar punto por este motivo los animales de este tipo de producción eran propensos a varias enfermedades entre ellas la triquinosis y la gripe porcina (8).

Actualmente la demanda de la carne porcina en el Ecuador va acompañada del creciente incremento del consumo per cápita de carne de cerdo, siendo necesario también el incremento en la producción de la misma. La región costa cuenta con el espacio y clima adecuado para producción tecnificada de cerdos; muchos productores se incentivaron para entrar al mercado competitivo de ganado porcino buscando la tecnificación de la granja, el alimento balanceado y la buena genética para efectivizar su producción, para obtener carne de alta calidad y hacer que el negocio dé una alta rentabilidad (9).

“En el año 2020 se han reportado unas 40 mil madres cerdas, entre las cuales unas 4 mil no fueron productivas. En 2019, el sector produjo 180 mil toneladas de carne de cerdo y, en 2020, 170 mil. El consumo per cápita de carne de cerdo también registró un pequeño retroceso, de 11 kg por persona, en 2019, a 10.50 kg en 2020” (10).

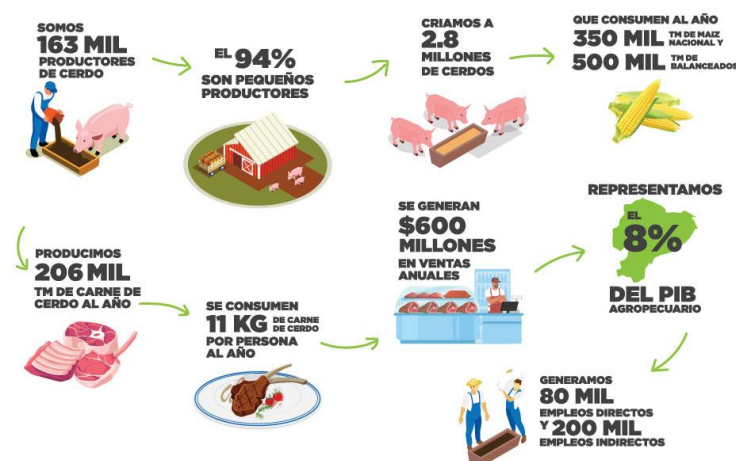


Figura 1: El Sector Porcícola del Ecuador en Cifras

Fuente: (Estadísticas - ASPE - Asociación de P...) (11).

2.2. GENERALIDADES DEL HIERRO

Generalmente para su estudio en el organismo animal. Los minerales se pueden clasificar de acuerdo a su concentración en elementos primarios y secundarios y de acuerdo a su función en elementos estructurales y oligoelementos (12).

Los elementos primarios son los que forman la mayor parte del peso corporal del animal y pueden ser carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, calcio entre otros. Siendo los secundarios los que se encuentran en proporciones menores como son magnesio potasio hierro etc. (12).

Aquellos que forman parte de la materia orgánica e inorgánica como lo son carbono hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno, calcio, fósforo, entre otros son los elementos estructurales. Los elementos oligoelementos a su vez se sub clasificarían en: a) los electrolitos que en su forma ionizada se encuentran disueltos en la parte líquida del organismo y forman parte del equilibrio ácido base como y mantienen la presión osmótica y pueden ser sodio cloro potasio etc. b) Y elementos presentes en cantidades mucho menores que los anteriores pero fundamental en la formación de sustancias necesarias para el organismo y son hierro en los hemo, yodo en la tiroxina, cobalto en la vitamina B12 como, etc. (12).

Dicho lo anterior el hierro es un mineral que pertenece a los elementos secundarios por su concentración en el organismo y al grupo de los oligoelementos imprescindibles para la formación de sustancias necesarias.

El Fe es un mineral y/o micronutriente que interviene en numerosos procesos fisiológicos y bioquímicos que son muy importantes en el crecimiento y salud de los animales (13).

Este oligoelemento es importante para la vida ya que sirve para la formación de muchas enzimas, proteínas y hemo proteínas las mismas que cumplen con la síntesis del ADN Y ARN. Importante en el transporte y metabolismo de oxígeno, transporte de electrones, y actúa con la enzima succinato deshidrogenasa en el ciclo de Krebs (14).

La anemia por deficiencia de hierro es muy común en los lechones, porque sus reservas neonatales de hierro son bajas y el volumen de hierro en la leche de las cerdas es insuficiente para satisfacer las demandas de crecimiento rápido (15).

Sin embargo, un aumento excesivo de hierro proporciona características tóxicas debido a que el hierro en forma libre genera radicales libres que destruyen componentes biológicos esenciales como son los lípidos, proteínas, y ADN (14).

2.3. FUENTES DE HIERRO

El hierro se encuentra presente en la gran parte de los alimentos, siendo una fuente primaria y natural de este mineral. Dependiendo su origen el hierro se clasifica en dos grupos diferentes: uno es hierro hémico y otro es hierro no hémico (16).

2.3.1. El Hierro Hemo

Es el que forma parte de la hemoglobina, mioglobina y citocromos y muchas otras hemoproteínas. Encontrándose en los alimentos de origen animal. El grupo hemo está formado por un ion de Fe^{2+} y una molécula de protoporfirina IX, el que forma 6 uniones coordinadas; cuatro de ellas se forman con la protoporfirina y de las dos restantes, una lo hace con el nitrógeno de la fracción proteica y la otra queda libre como sitio de unión para una molécula de oxígeno (13) (16).

2.3.2. El Hierro No Hémico

No se encuentra unido a ninguna hemoproteína, está formado básicamente por sales inorgánicas de este metal (Fe^{2+} y Fe^{3+}), presente en alimentos de origen vegetal como los cereales, frutas, verduras y legumbres. (13) (16).

2.4. METABOLISMO CELULAR DEL HIERRO

El hierro puede ser proporcionado de manera oral en los alimentos, al igual que cualquier otro nutriente, o por vía parenteral como completo alimenticio, ambas formas pueden ser aprovechables, y muchas fases metabólicas son comunes en ambas aplicaciones. (12) (17).

El metabolismo del hierro es regulado fundamentalmente por su absorción. El proceso que ocurre en las primeras porciones del intestino delgado, (duodeno), Algunos estudios han demostrado los alimentos vegetales son pobremente absorbidos no ocurriendo así

con los alimentos de origen animal debido a que el hierro inorgánico o no hem, se encuentran en forma complejos férricos (14).

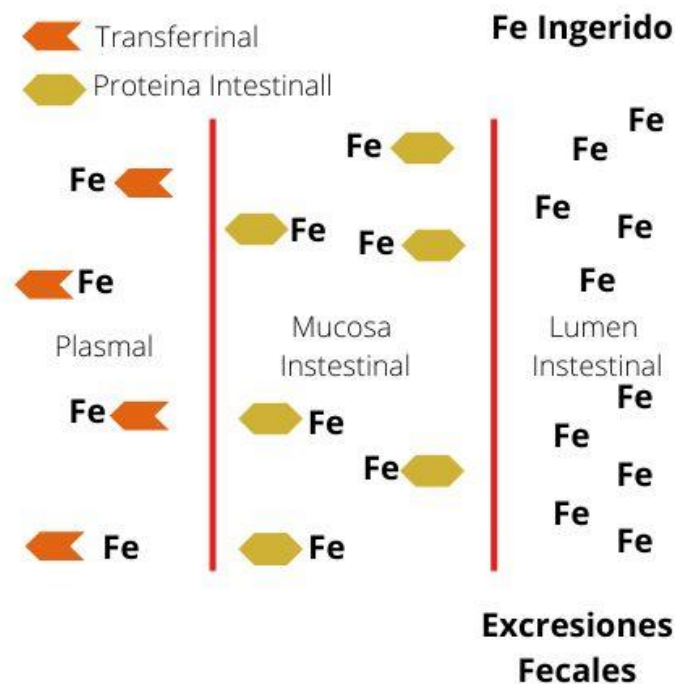


Figura 2 Bloqueo de Hanh Y Granik

Fuente: (Castillo, 2000) (12)

2.5. ABSORCIÓN ORAL DEL HIERRO

Una vez ya en el estómago por acción del ácido clorhídrico, se convierte en hierro ionizable (iones ferrosos o férricos). Las sales ferrosas pueden mantenerse como tales si el estómago o intestino se mantiene una reacción ácida. ya que al volverse alcalino dichas sales se transforman a férricas complejas lo que dificulta su absorción (12).

2.5.1. Captación

La absorción del hierro inorgánico ocurre principalmente en los enterocitos duodenales el primer paso es el transporte a través de la membrana apical de los enterocitos estando en su estado férrico (insoluble) a ferroso (soluble), es reducida por el citocromo b duodenal, [DcytB] de las ferrirreductasa asociada a la membrana. El hierro ferroso es transportado al enterocito a través de la proteína de membrana [DMT1] transportador metálico divalente1 (14).

Después de cruzar la membrana apical del enterocito el hierro entra en el llamado depósito hierro lábil [LIP] en el citosol, posteriormente se lo utiliza para las necesidades celulares almacenando dentro de la célula en ferritina [FT], probablemente requiera la chaperona proteína de Unión poli RC1 [PCBP1] para entregar hierro a ferritina, y puede exportarse a la circulación por la proteína de membrana ferroportina [FPN]. dependiendo de las necesidades de hierro del organismo en ese momento (13).

El hierro almacenado en forma de ferritina en los enterocitos terminará perdiéndose cuando las células se desprendan en la punta de las vellosidades (18).

2.5.2. Transporte y almacenamiento intra - enterocito

La exportación de hierro ferrosos al plasma va acompañada de su oxidación inmediata por la hefestina [Heph], o la ceruloplasmina. El hierro férrico se une entonces a la transferrina y se transporta en la circulación de la sangre a las células objetivo para su utilización. La expresión de genes implicados en la absorción de hierro está regulada intracelularmente a nivel de transcripción por el factor 2 alfa inducible por hipoxia [HIF2 α] y postranscripcionalmente a través de proteínas reguladoras del hierro [IRP1 e IRP2] (14) (19)

En condiciones de deficiencia de hierro, la estabilización de la proteína HIF2 α conduce a la regulación positiva transcripcional de [DcytB , Dmt1 y Fpngenes] Por el contrario, en enterocitos repletos de hierro, [HIF2 α] sufre una degradación proteosomal acelerada que da como resultado una disminución de su actividad transcripcional. A bajas concentraciones de hierro intracelular, los [IRP] se unen a elementos reguladores de hierro [IRE] específicos presentes en los ARNm de 5'-UTR que codifican subunidades de ferritina [H- y L-Ft] o ARNm de FPN y bloquean su traducción. Por otro lado, las interacciones directas entre los IRP y varios motivos IRE en el ARNm de 3'-UTR DMT1 estabilizan esta transcripción. La regulación inversa de la síntesis de las subunidades Ft, FPN y DMT1, siendo consecuencia de la falta de unión de las IRPs a IRE, ocurre en enterocitos con alto nivel de hierro (19) (16)

Es importante destacar que la presencia de IRE también se ha identificado en el ARNm de HIF2 α . La unión de IRP1 (que en condiciones de deficiencia de hierro adquiere la capacidad de reconocer IRE con gran afinidad) al IRE único en la 5'-UTR del ARNm de HIF2 α bloquea su traducción. (19)

2.5.3. Transporte al plasma

El hierro ubicado dentro del enterocito y que no se deposita como ferritina, es transferido a la transferrina, y será distribuido a los diferentes depósitos del organismo. El hierro es oxidado a su forma Fe^{+3} . Y en este proceso está relacionada una enzima [ferroxidasa I] (13).

El tráfico de hierro a través del enterocito también está controlado extracelularmente por la hormona hepcidina [Hepc] que regula el hierro sistémico. La hepcidina puede unirse a [FPN], provocando su internalización y degradación, y por lo tanto disminuyendo la exportación de hierro de los enterocitos al plasma sanguíneo (19) (20).

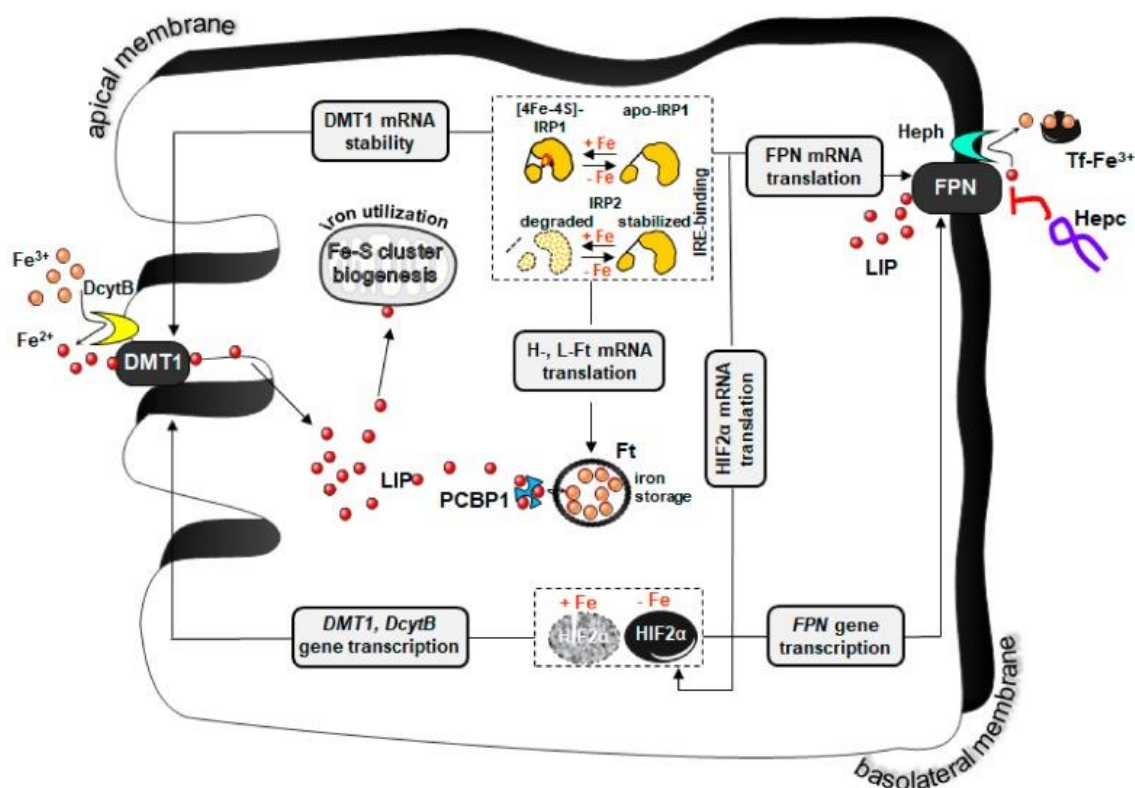


Figura 3 Transporte del Hierro a través del intestino

Fuentes: (Castillo, 2000) (19).

2.5.4. Homeostasis del Hierro

La homeostasis del Hierro está regulada por una molécula clave, la hepcidina (Hepc), que se sintetiza principalmente en hepatocitos. La (Hepc) es regulador negativo de la absorción de Fe a nivel intestinal, ya que degrada la ferroportina, generando una

disminución de la exportación de Hierro desde los enterocitos y también los macrófagos (16).

La homeostasis del hierro en las células de los mamíferos se regula equilibrando la absorción de hierro con el almacenamiento y la utilización intracelulares. Esto se logra en gran medida al nivel de la síntesis de proteínas (traducción de ARNm en proteína) más que al nivel de la transcripción (síntesis de ARNm). Esto hace que sea mucho más fácil controlar los niveles de expresión de proteínas al cambiar la tasa de síntesis de ARNm específico mediante el uso de inductores y represores (21).

En el arco eferente, la hepcidina regula la absorción intestinal de hierro, las concentraciones plasmáticas de hierro y la distribución tisular de hierro al inducir la degradación de su receptor, el exportador de hierro celular ferroportina. La ferroportina exporta hierro al plasma desde los enterocitos absorbentes, de macrófagos que reciclan el hierro de los eritrocitos senescentes, y de hepatocitos que almacenan hierro. En el arco aferente más complejo y menos conocido, la síntesis de hepcidina hepática está regulada transcripcionalmente por concentraciones de hierro extracelulares e intracelulares a través de un complejo molecular de receptores de proteínas morfogenéticas óseas y sus ligandos específicos de hierro, moduladores y sensores de hierro (22) (23).

2.6. ABSORCIÓN PARENTERAL DEL HIERRO

El hierro que ingresa al cuerpo a través de vías parenterales sigue un curso diferente del hierro absorbido por vía entérica.

Los glóbulos rojos senescentes transfundidos o el hierro coloidal inyectado por vía intravenosa son capturados por los fagocitos retículo endoteliales (RE). Allí, el glóbulo rojo o el hierro coloidal se descomponen y almacenan temporalmente. Luego, el hierro almacenado en RE es liberado y redistribuido por la transferrina a los tejidos de todo el cuerpo en proporción a la proporción de distribución del hierro preexistente (24) (25).

La mayor parte del hierro ingresa al cuerpo a través de los depósitos del tracto respiratorio en el tejido pulmonar. En general, la proporción de hemosiderina hierro por ferritina aumenta junto con el aumento de la deposición de hierro (25) (26).

2.7. FUNCIONES DEL HIERRO EN EL ORGANISMO

El hierro cumple diferentes funciones fundamentales en el organismo. En primer lugar, es necesario para la formación de Hemoglobina y previene la anemia nutricional. En este tipo de anemia, las células rojas de la sangre son más pequeñas de lo normal y, por consecuencia, contienen menor cantidad de Hemoglobina (27).

Es de suma importancia en el metabolismo celular, ya que el hierro se presenta en los glóbulos rojos, localizado en el núcleo de la hemoglobina y mioglobina, actuando como mecanismo de fijación, transporte y utilización de oxígeno (28) (29).

Además, interviene en la mitosis celular, ya que, por la privación de hierro extracelular a estas células, inhibimos la síntesis de D.N.A. dentro de las células, Los núcleos de interfase y los cromosomas de metafase, tienen particularmente altos niveles de hierro (27).

Se lo considera como un agente anti infeccioso ya formar parte de un gran número de enzimas: citocromos, catalasas y peroxidasas entre otras. Otro aspecto destacable de las funciones del hierro hace referencia al sistema inmunitario que necesita de una cantidad de hierro para su perfecto funcionamiento (30) (31).

2.7.1. Almacén y lugares de consumo

luego de su absorción intestinal el hierro es almacenado en forma de ferritina en las células de las mucosas intestinales, el hígado, bazo, retículo endotelial y médula ósea es almacenado en forma de Protoporfirina Ferrosa En forma intracelular es almacenado como hemosiderina (27).

El hierro se observa nivel tisular como un pigmento de coloración café y forma granulada, y constituye el 20% de la ferritina presente en su estado férrico. (6).

La ferritina se evalúa en forma soluble y la hemosiderina en forma insoluble, almacenada en los depósitos naturales del organismo. Se almacena en proporciones equivalentes, con un exceso de hierro se excreta, la forma de hemosiderina tiene la función de desintoxicar toxinas bacterianas y productos corporales. (16).

El hígado es el órgano que regular la cantidad de hierro en el plasma:

- Cuanto mayor es el aumento de hierro en la sangre, mas Fe es secuestrado por el hígado. Si las concentraciones son lo suficientemente bajas, el hígado moviliza una gran parte del Fe al sedimento (32).

2.8. DEFICIENCIA DE HIERRO EN LECHONES

La deficiencia de hierro neonatal es particularmente frecuente y grave en cerdos, independientemente de la raza o el sistema de crianza de los lechones, se da como resultado de la interacción de varios factores de riesgo, como el bajo nivel de reservas de hierro, el aumento de los requisitos de hierro, el suministro externo limitado y la inmadurez de los mecanismos moleculares de absorción de hierro (4).

Los lechones recién nacidos son un modelo adecuado para explorar la etiología multifacética de la deficiencia de hierro, porque nacen con reservas limitadas de hierro y pueden volverse deficientes rápidamente sin una fuente adecuada (3).

Durante décadas, los cerdos han sido seleccionados por camadas grandes, alto peso al nacer y rápido crecimiento, lo que resultó en un mayor volumen de sangre corporal, recuento de glóbulos rojos (RBC) y, en consecuencia, mayores demandas de hierro (33).

La deficiencia de este mineral puede provocar un retraso en el crecimiento de los animales, siendo susceptibles a patologías como ef. Infecciosas, ef. Parasitarias y diarreas que pueden ocasionar incluso la muerte del animal, todo ello conduce a importantes problemas sanitarios y pérdidas económicas (31).

Las reservas de hierro del nacimiento se generan principalmente durante el último período de gestación últimas 10 semanas en cerdos. Tanto en humanos como en cerdos, las reservas bajas de hierro se asocian con un mayor riesgo de anemia por deficiencia de hierro neonatal. El contenido de hierro en el lechón al nacer cubre el requerimiento solo durante los primeros 3 o 4 días de vida posnatal (34) (35).

De hecho, en los lechones que no recibieron suplementos en el día 4 después del nacimiento, el contenido de hierro hepático se redujo aproximadamente 5 veces en comparación con el día 1, y el día 7 es apenas detectable. En este contexto, surge la pregunta de por qué las reservas de hierro en los lechones nacidos normalmente son sorprendentemente bajas (34).

La deficiencia de hierro limita la producción adecuada de hemoglobina esta deficiencia de hemoglobina presenta un serio desafío para el sistema hematopoyético del lechón provocando una anemia hipocrómica microcítica en el lechón al cual debido a su origen también es llamada anemia ferropénica (36) (37).

Tanto las reservas de hierro hepático como la leche de la cerda son, por lo tanto, hoy en día insuficientes para satisfacer las necesidades de hierro de los lechones lactantes. Además, la maquinaria molecular responsable de la absorción de hierro en lechones recién nacidos no está completamente desarrollada, y esto puede explicar una respuesta reducida de estos animales a la terapia oral con hierro (38) (5).

La suplementación de hierro a lechones vía oral o intramuscular suele ser la respuesta, aplicada en criaderos y granjas de cerdos. A través de ella, se corrige el desarrollo de deficiencia, y el riesgo de anemia en el lechón. Usualmente se suministra en una dosis de 200 mg a partir del 3er día de vida del animal (39) (40).

2.9. REQUERIMIENTOS Y NECESIDADES DE HIERRO DEL LECHÓN

El Fe es un elemento esencial de las proteínas con funciones de transporte y almacenamiento de oxígeno, como la hemoglobina y la mioglobina. Las dos proteínas siguen estando estrechamente relacionadas con el Fe y son indispensables en el transporte de oxígeno y en las funciones metabólicas celulares. (41) (42).

El lechón tiene que retener entre 7 y 16 mg de Fe al día, o 21 mg de Fe por kg de aumento de peso corporal, para mantener niveles adecuados de hemoglobina y almacenar Hierro. La leche de la cerda contiene un promedio de solamente 1 mg de Fe por litro, cubriendo tan solo el 10% de las necesidades, por lo tanto, los lechones que únicamente se alimentan a partir de leche desarrollan anemia (43).

La leche tiene un mayor valor de biodisponibilidad porque el hierro que contiene se encuentra en forma de glicoproteína muy absorbible y lactoferrina, acompañado de 2 activadores como son la lactosa y el citrato. (44).

Fuentes comunes de hierro como sulfato, citrato, fumarato, proteinatos, carbonatos, óxidos, etc. No inducen el crecimiento en la transferencia placentaria de hierro a los fetos [uteroferrina] o a los lechones a través de la leche materna [lactoferrina], el hierro puede

ser excretado a través de la orina y las heces, pero no aumenta el hierro en el organismo (45) (42)

Por otro lado, el crecimiento de fuentes de hierro inorgánico lo suficientemente altas puede ser contraproducente porque puede interferir con la absorción de otros oligoelementos y vitaminas e interactuar con las grasas insaturadas. (46) (42).

Tabla 1. Requerimientos de Fe en la producción de cerdos

Reservas de hierro al nacimiento	40 a 50 mg
Aporte de la cerda, 1mg de hierro en la leche x 21 días	21 mg
Total de hierro disponible	61 a 71 mg
Necesidades de hierro 12 mg/21 días (7 a16 mg/día)	252 mg
Suplementación de 200mg de hierro	200 mg
Hierro total con suplemento	271 mg

Fuente: Restrepo 2019 (47).

2.10. ANEMIA FERROPÉNICA DEL LECHÓN

Los cerdos son la única especie de mamífero en la que comúnmente se presenta anemia por deficiencia de hierro (IDA) neonatal, la consecuencia más grave de la deficiencia de hierro. Este trastorno afecta a lechones de todas las razas, pero su resultado es especialmente grave en animales de razas de alto rendimiento. (19)

2.10.1. Síntomas de la anemia ferropénica

La anemia es clínicamente evidente por lo general a la edad de 10 a 14 días. La anemia temprana puede verse como membranas mucosas pálidas, especialmente la conjuntiva. En la siguiente fase, los oídos externos se vuelven pálidos. En la fase avanzada de la anemia, la piel se vuelve pálida en toda la superficie del cuerpo, durante el ejercicio se produce disnea severa, letargo y un marcado aumento en la amplitud del latido del vértice. Puede haber edema de la cabeza y de los cuartos delanteros, dando al animal un aspecto gordo e hinchado. Una apariencia delgada y peluda blanca es más común (48) (49) (15).

La muerte puede ocurrir repentinamente como resultado de hipoxia y falla circulatoria. Una alta incidencia de enfermedades infecciosas, especialmente infecciones entéricas

con *E. coli*, se asocia con anemia. Los lechones pueden estar ligeramente bien desarrollados y en buenas condiciones, pero la tasa de crecimiento de los lechones anémicos es significativamente menor que la de los cerdos normales. Las pérdidas que ocurren incluyen las debidas a la mortalidad, que puede ser alta en los lechones no tratados, y al retraso del crecimiento (50) (15).

En el hemograma podemos encontrar una anemia microcítica hipocrómica caracterizada por una disminución en los parámetros de glóbulos rojos (RBC) como el volumen corpuscular medio (MCV) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC). Sin embargo, vale la pena señalar que los rangos de referencia fisiológicos para los índices de glóbulos rojos de los lechones en el período posnatal temprano (51).

2.11. SOBRE CARGA DE HIERRO – HEMOCROMATOSIS

La intoxicación aguda puede ocurrir cuando los lechones tienen deficiencia de antioxidantes, es decir, vitamina E y selenio. Los lechones desarrollaron signos 6 horas después de la inyección. Presentaban disnea, palidez e ictericia. Había una inflamación significativa en el lugar de la inyección. Se observó síndrome de congestión vascular en la mayoría de los órganos (52).

El hierro puede dañar los tejidos mediante la producción de radicales libres que pueden atacar las membranas celulares, las proteínas y el ácido desoxirribonucleico (ADN) (Hirayama y Yasutake 1998). Los síntomas de la intoxicación por hierro pueden aparecer en 20-30 min o 4-6 h a más tardar después del tratamiento con hierro. Los signos clínicos son disnea, insuficiencia cardíaca, temblor, incoordinación de movimientos, parálisis y coma (53).

La corrección de la dieta de las cerdas trajo la manada a la normalidad. Durante el brote, a todas las cerdas se les inyectó una preparación de vitamina E/selenio. Se utilizó la administración de dosis divididas de hierro dextrano y se inyectó a los lechones al nacer y al destete la preparación de vitamina E/selenio (15).

2.12. VALORES REFERENCIALES EN LECHONES LACTANTES

Tabla 2. Valores referenciales en lechones

Determinación	Valor referencial	Unidades
Hematocrito	18.10 – 42.20	%
Hemoglobina	55.00 – 123.00	g/L
Eritrocitos	2.00 – 5.30	$\times 10^{12}/L$
VCM	51.20 – 83.30	fL
HCM	20.00 – 25.60	pg
CHCM	320.00 - 378.00	g/L
Hierro en suero	5.00 – 93.00	$\mu\text{mol}/L$

Nota: obtenido de investigación. Fuente: Elaboración propia (2023)

2.13. TÉCNICAS DE ADMINISTRACIÓN DE HIERRO

2.13.1. Hierro Oral

El hierro es un elemento relativamente abundante (20–40 g/kg) del suelo, que se considera una fuente valiosa de este nutriente mineral. Los modernos sistemas de cría en interiores evitan el contacto de los lechones con el suelo y, por lo tanto, les privan del acceso a esta fuente de hierro (19).

A lo largo de los años, se han utilizado varios suplementos dietéticos de hierro, como sales de hierro, quelatos de hierro, hierro carbonilo, polimaltosa de hierro y micropartículas de hierro para prevenir/tratar la ADH en lechones (18).

Cuando se basa en la ingesta voluntaria de pienso con suplementos de hierro, es un procedimiento no estresante, de menor tiempo, que evita posibles riesgos de transmisión iatrogénica de enfermedades. Sin embargo, el bajo consumo de alimento sólido o agua potable por parte de los lechones durante las dos primeras semanas después del nacimiento reduce considerablemente la eficacia terapéutica de esta estrategia a pesar de utilizar diversos dispositivos de alimentación (4).

El nombre comercial del Hierro oral que se trabajara en este proyecto es el **Fevit Mulgat**, cada ml contiene: 5.000 U.I vitamina A, 115mg Hierro³⁺ (Como el óxido Férrico), 108mg dextrano, 50mg de vitamina E, 12ug vitamina B12. Aditivos tecnológicos como ácido cítrico, sorbato de potasio (54).



Figura 4 Hierro Oral Fevit Mulgat

Fuente: (Novavet; 2022) (54)

Dosis

- 1 - 2 ml/día en lechones lactante
- 1 - 2 ml, posiblemente el día 10 en lechones lactante

2.13.2. Hierro parenteral

complejo de hierro de alto peso molecular compuesto por un hidróxido de hierro polinuclear con dextrano (poliisomaltosa)) dentro de los 2 a 3 días posteriores al nacimiento se practica de forma rutinaria en la cría de cerdos y comúnmente considerado por criadores y veterinarios como un estándar de oro para la prevención/tratamiento de IDA (19) (55).

Las inyecciones se administran rutinariamente por administración Im. Es necesaria una técnica adecuada para garantizar la máxima eficacia. Las inyecciones se pueden administrar en el músculo del jamón o del cuello (18).

El nombre comercial del Hierro Parenteral que se trabajara en este proyecto es el **Ferro100**, cada ml contiene: Hierro Dextrano 100 mg, Vitamina B12 1mg (56). En lechones de 1 a 10 días de edad y en bovinos a partir de los 3 meses de edad (56).



Figura 5 Hierro Parenteral Ferro 200

Fuente: (James Browns; 2019) (56)

Dosis: Lechones: 1- 2 ml (56).

2.14. MÉTODO DE INYECCIÓN DE HIERRO

“La administración debe ser un músculo que corresponda al jamón o nuca, y debe limpiarse previamente con alcohol al 70%. La aguja debe ser calibre #18 y una pulgada de largo. Plancha la zona de puncion para evitar el retorno de la dermis, presionarse hacia un lado antes de utilizar la inyección para penetrar en la piel. (57).

Tabla 3. Aplicación de Hierro Inyectable en Cerdos Lactantes

Cantidad de Hierro dextrano	0 mg	100 mg	150 mg	200m g
Hemoglobina g/100ml				
Al día 14	6.3	10.3	11.2	11.2
al día 24	6.0	9.8	11.6	11.9
Peso (Kg) al destete 28 días	6.2	6.12	5.52	5.84
Sobrevivencia al destete %	75	91	89	100

Modificado de Gary M Cromwell, Profesor de Nutrición en cerdos Kentucky University. (58)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Localización del estudio

El presente estudio se realizó en dos granjas porcinas el primer establecimiento se encuentra en el Cantón Machala, provincia de El Oro, en la granja Santa Inés, ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala, siendo su dirección Av. Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje. Machala.

El segundo establecimiento se ubica en el Cantón Pasaje en la parroquia Buena vista, en la provincia del El Oro, en la granja Santa María, en el Sector El Aserrío, siendo su dirección Av. Vía a Calichana.



Figura 6: Ubicación de la granja porcina Santa Ines

Fuente: Google Maps



Figura 7 Ubicación de la granja porcina Santa María

Fuente Google Maps

3.1.2. Población y Muestra

El presente trabajo es tipo experimental, una investigación de campo en el cual se utilizó 30 lechones recién nacidos hasta los 21 días de edad, provenientes de madres de dos a seis partos de líneas genéticas terminales de cerdos para producción (♂ Pietrain - ♀ Landrace York). y con un numero de camada promedio de 10-14 lechones por partos.

Las unidades experimentales fueron asignadas al azar, después de excluir los animales aparentemente enfermos y menores a 950 mg debido a que nacen débiles, tienen menos probabilidades de sobrevivir y tienen dificultades al lactar siendo poco a poco desplazados por los más grandes, según lo señalado por Parodi. (59)

No incluí lechones provenientes de cerdas primerizas ya que estas presentan camadas con homogeneidad menor en cuanto a cantidad, peso al nacimiento y ganancia de peso corporal durante la lactación, además de variar en otros factores maternos. (59)

El estudio se llevó a cabo en los meses de diciembre del 2022 y enero del presente año, el primer tratamiento (T1 o Experimental) incorpora la aplicación de Hierro Oral de nombre comercial (Fevit Mulgat) [La composición química se puede encontrar en el Desarrollo del Arte]; el segundo tratamiento incorpora la aplicación de Hierro Parenteral

de nombre comercial (Ferro 100), dentro de las primeras 24 horas de nacidos. Se aplicó 1ml de cada producto.

3.1.3. Equipos y materiales

- 30 lechones híbridos de (pietrain x landrace) recién nacidos
- 3 lechoneras
- Guantes de examinación
- Mascarillas
- Tubos de EDTA minicollect
- Tubos de Activador de coagulación y gel separador
- Tableros
- Fundas plásticas
- Matriz o Hojas de registro.
- Violeta de genciana
- Overol
- Balanza gramera digital, Marca Camry 30kg modelo JC21 (error \pm 1g)
- Cooler
- Baño maría en seco modelo ES-80 BIOELAB
- Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36
- Analizador Bioquímico Veterinario modelo CM250 Wiener

3.1.4. Recursos institucionales

- Laboratorio: Laboratorio clínico veterinario Avilab, en la ciudad de Pasaje
- Granja Porcina Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala.

- Granja Porcina Santa María del sector El Aserrío

3.1.5. Variable Analizadas

Se analizaron las siguientes variables:

- Peso a los 0,7,14,21 días de edad (g)
- Hematocrito (%)
- Hemoglobina (g/L)
- Eritrocitos ($\times 10^{12}/L$)
- HCM (pg)
- CHCM (g/L)
- Hierro sérico ($\mu\text{mol}/L$)

3.2. MEDICIÓN DE VARIABLES

Las variables medidas en el presente experimento son de tipo cuantitativas y cualitativas.

3.2.1. Peso

Variable obtenida al pesar al animal con ayuda de una balanza gramera, en los días 1,7,14, 21 de su nacimiento. El valor se obtiene en gramos.

3.2.2. Hematocrito

Es una variable cuantitativa por se mide en porcentaje %, se obtiene su valor a través de un Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36, del laboratorio veterinario Avilab.

3.2.3. Hemoglobina

Variable obtenida a través de un Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36, del laboratorio veterinario Avilab, a los 7 y 21 días de edad de los animales. El valor se obtiene en g/L.

3.2.4. Eritrocitos

Variable obtenida a través de un Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36, del laboratorio veterinario Avilab, a los 7 y 21 días de edad de los animales. El valor se obtiene en $\times 10^{12}/L$

3.2.5. HCM

Variable obtenida a través de un Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36, del laboratorio veterinario Avilab, a los 7 y 21 días de edad de los animales. El valor se obtiene en pg.

3.2.6. CHCM

Variable obtenida a través de un Analizador Hematológico modelo DYMIND DH36, del laboratorio veterinario Avilab, a los 7 y 21 días de edad de los animales. El valor se obtiene en g/L.

3.2.7. Hierro sérico

Variable obtenida a través de un Analizador Bioquímico Veterinario modelo CM250 Wiener, del laboratorio veterinario Avilab, a los 7 y 21 días de edad de los animales. El valor se obtiene en $\mu\text{mol}/L$.

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Metodología de campo

Para el manejo de los lechones se siguieron las normas establecidas en cada Granja, en la cual consistía 3 semanas antes se cambia a la cerda gestante del área de gestación a la de maternidad. Dichas áreas cuentan con instalaciones tecnificadas, con corrales de piso Slats (con rejillas plásticas), para facilitar la limpieza. Además, los bebederos son automáticos de válvula tipo chupón y comederos de tolva.

Previamente se realiza la limpieza y desinfección del corral, además cada corral cuenta con lechoneras que tiene una bombilla como fuente de calor para brindar la temperatura de confort para los lechones.

Durante el parto se realizó todos los procedimientos de atención al lechón. Luego del parto los animales permanecieron en los corrales con una fuente de calor artificial. La ventilación no es controlada en la granja Santa Ines pero si en la granja Santa María a través de cortinas plásticas. Al día del nacimiento se homogeniza la camada, en base a los criterios de inclusión, se realiza el pesaje de los animales y se procede a identificarlos.

A las 24 horas de nacido se realiza la aplicación de 1cm de Hierro Oral y Parenteral. Al segundo día del nacimiento se realiza el descolmillado, corte de la cola y desinfección del ombligo. Al tercer día se coloca de manera preventiva 0.5cm de Genzuril antibiótico utilizado para controlar diarreas producidas por coccidiosis.

Al séptimo día se realiza el respectivo pesaje con la primera toma de muestra, a través de la vena cava o yugular, se rotula la muestra y se la guarda para llevarla a laboratorio.

Al décimo día se coloca la vacuna contra la Neumonía Porcina + Mycoplasma.

Al día 14 se realiza tercer pesaje de los lechones, al día 15 se realiza la castración de los animales machos, al día 21 se coloca la vacuna contra el Circo virus, se realiza el respectivo pesaje y se concluye con la toma de muestra.

Las normas de bioseguridad no están aún establecidas en la granja Santa Ines, diferentes estudiantes tienen acceso a la instalación, pudiendo ser una fuente de contaminación crítica para los animales. En la granja Santa María, se prohíbe el ingreso de personas no autorizada, no se ingiere alimentos, al ingresa con la vestimenta adecuada, botas bien limpias. En cada ingreso se encuentra una fuente de desinfección con bandejas con Hidróxido de Calcio. Ambas granjas realizan limpieza de los corrales a diario y bebederos.

3.3.2. Criterios de selección en los tratamientos

Se utilizaron 30 lechones recién nacidos hasta el día 21 de edad, de hembras de dos a seis partos de líneas genéticas terminales de cerdos para producción (♂ Pietrain - ♀ Landrace York). Proveniente de tres cerdas reproductoras multíparas, y con un número de camada promedio de 10-14 lechones por partos.

Las unidades experimentales fueron asignadas al azar, después de excluir los animales aparentemente enfermos y menores a 950 mg debido a que nacen débiles, tienen menos

probabilidades de sobrevivir y tienen dificultades al lactar siendo poco a poco desplazados por los más grandes, según lo señalado por Parodi (59).

No incluí lechones provenientes de cerdas primerizas ya que estas presentan camadas con homogeneidad menor en cuanto a cantidad, peso al nacimiento y ganancia de peso corporal durante la lactación, además de variar en otros factores maternos (59).

3.3.3. Identificación de lechones

- Se realizó la identificación con tinta vegetal el lomo de los lechones, con colores específicos para cada tratamiento de hierro a administrar, siendo: O + # del animal Tratamiento 1 y I + # del lechón para el Tratamiento 2.
- Formé camadas uniformes en cuanto a tamaño del lechón, colocándolos en la jaula de una cerda previamente seleccionada. Identifique las jaulas que forman parte del experimento con un rótulo visible.

3.3.4. Administración de hierro

- Al primer día de edad inyecté a cada lechón una dosis específica de 1ml, intramuscularmente entre el músculo dorsal de la nuca y la base de la oreja. Y al otro grupo 1 ml de la suspensión vía oral de Fevit Mulgat.
- Se utilizó agujas de calibre 22x1 1/2" y jeringas de 3cm desechable. Se recomienda utilizar este largo y calibre de agujas debido a que más largas gotean y cuando son más cortas la solución penetra con dificultad en la jeringa (60).
- Al momento de realizar la aplica de la inyección, se sujeta al lechón, exponiendo su cuello, preferible que otra persona ayude en la sujeción y otra en la aplicación. Se desinfecta el área donde se va aplicar, estiramos la piel con el dedo pulga e insertamos la aguja de manera perpendicular al sitio donde se va inyectar. Y soltar la piel para regrese a su posición normal.

3.3.5. Medición de peso

- En el pesaje del animal se utiliza una balanza digital marca Camrry con soporte de hasta 30 kg.

- La frecuencia del pesaje es al primer día nacido luego al día 7, 14 y 21 donde pasan a fase de destete.

3.3.6. Toma de muestra de sangre

- El volumen total de sangre obtenido fue aproximadamente 0.5ml por cada tubo ya que se utilizaron tubos de tamaño minicollet.
- Ante de realizar la extracción de sangre se verificar que todo el material necesario para la toma y envío de muestras esté disponible.
- Rotular los tubos con los siguientes datos: número o código del animal, número de muestra, fecha de la toma de muestra.
- Restringir al animal para el muestreo, llevándolo a un ambiente tranquilo. - Inmovilizar al lechón, ubicándolo en posición supina, con el cuello extendido hacia arriba y los miembros anteriores sujetos hacia abajo.
- Identificar de la vena cava anterior, esta es la vía más común de extracción de sangre en el cerdo debido a la facilidad de la técnica.
- Desinfectar el área con alcohol.
- Colocar la aguja sobre el lado derecho del cuello, formando un ángulo de 30 a 45° hacia el hombro izquierdo.
- Una vez colecta la sangre retirar la aguja cuidadosamente y colocar en los tubos correspondientes.
- Tubo tapa roja: dejar reposar en posición vertical y esperar que forme el coágulo en aproximadamente 20 minutos a temperatura ambiente. para la extracción de suero y posterior análisis de hierro sérico.
- Tubo tapa lila: invertir suavemente varias veces (cinco o seis) para que la sangre se mezcle bien con el anticoagulante, el mismo que será utilizado para la realización del hemograma.
- Mantuve las muestras en refrigeración hasta su procesamiento, dentro de un tiempo no mayor a 24 horas.

- Las muestras obtenidas se colocan en un cooler, cuidando mantener la cadena de frío para su envío al laboratorio, evitando cambios bruscos de temperatura.
- Tomé una muestra de sangre de cada lechón al día 7 y 21 días de edad, previo a su destete.

3.3.7. Registro de datos

Se elaboró formatos para registrar la información recolectada para cada animal en la cual especifico, el peso, identificación, tratamiento, replica, sexo y edad.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el experimento se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) sobre una población de 30 lechones; constituidos de 2 tratamientos, 5 lechones (Unidades experimentales) aplicando de 3 réplicas por grupo, y para el análisis de los datos, se empleó el programa estadístico *Statgraphics Centurión XV.I. ®*, aplicando un análisis para un factor (ANOVA simple), previa comprobación de los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de las variables, aquellas que no se ajustaban, se utilizó las pruebas de Kruskal- Wallis. Para establecer la diferencia entre las medias se usó el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher con un nivel del 95.0% de confianza. Los tratamientos establecidos en la investigación fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Los lechones de este grupo se administró Hierro Oral 1ml de Fevit mulgat, 24 horas después del nacimiento.

Tratamiento 2: Los lechones de este grupo se administró Hierro parenteral 1ml de Ferro 100, 24 horas después del nacimiento

3.4.1. Modelo matemático empleado

$$y_{ijk} = \mu + T_i + S_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

y_{ijk} = variable con efecto fijo, el valor de la variable respuesta de interés medida sobre la **J** esima observación a la cual se le aplico el **i** esimo tratamiento.

μ= es la media de la población

T_i= efecto de los tratamientos (1, 2).

S_j= efecto de los días de evaluación de las lechones (1, 7, 14, 21)

ε_{ijk}= error del experimento sobre la J^{ésima} de los tratamientos a la cual se le aplico el i^{ésimo} días.

3.4.2. Hipótesis

Según el modelo matemático, las hipótesis planteadas son:

H₀: los efectos de la aplicación de Hierro Oral en los lechones lactantes, no difieren estadísticamente en los parámetros de la ganancia de peso, valores de hemograma y bioquímica sanguínea en comparación con el testigo.

$$H_0 : \mu_1 = \mu$$

H₁: los efectos de la aplicación de Hierro Oral en los lechones lactantes, difieren estadísticamente en los parámetros de la ganancia de peso, valores de hemograma y bioquímica sanguínea en comparación con el testigo.

$$H_1 : \mu_i \neq \mu$$

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron extraídas un total de 120 muestras de sangre, 60 muestras en tubos EDTA (tapa morada y 60 tubo activadores de coagulación sin gel (tapa roja) muestras en proveniente de lechones de 7 y 21 días de vida de las cuales 3 muestras se hemolisaron; provenientes de las granjas Santa Inés y Santa María, con el objetivo de examinar que tratamiento es más eficaz en la ganancia de peso, hemoglobina, hematocrito y respuesta en la bioquímica sanguínea, en las ciudades de Pasaje y Machala, El Oro.

Las variables dependientes estudiadas son: peso, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, HCM, CHCM, y hierro sérico.

La variable independiente o factor de estudio es: tratamientos.

4.1. GANANCIA DE PESO

En la tabla 5 se observa los promedios de los resultados de la variable peso, no se encontró ninguna diferencia significativa ($p > 0,05$) antes de la aplicación de hierro. Ni en el Día 0 y Día 7, Pero se observa que si existe una diferencia significativa estadística en los pesos promedios del Día 14 y Día 21.

El peso promedio del lechón en el día 21 tuvo una diferencia de 732.67gr a favor en el T2, ya que su promedio es 5750.67 gr contra 5018.00gr del T1 como se observa en la figura 8, con un p-valor de 0,0479.

En la investigación Ruiz y sus colaboradores se utilizaron 4 camadas de la misma sala que el grupo de tratamiento 1, los animales fueron sometidos al mismo manejo que al grupo testigo, excepto la aplicación de hierro por vía intramuscular, ésta fue substituida por el producto a probar (OPTI-IRON), éste se administró diluyendo 80ml en 4L de agua, a partir del 2do día de nacido. hasta el día del destete como única fuente de bebida, el número de lechones por tratamiento fue de 36. De los lechones se obtuvieron muestras de sangre y peso al primer día, a los 7, 14 y 21 días de edad, tanto para el grupo de prueba como del grupo testigo. El peso individual del lechón al destete tuvo una diferencia de 300 g a favor de hierro oral; ya que su promedio fue de 6.6 Kg contra 6.3 Kg del hierro testigo. Este resultado no es concluyente debido en la metodología del autor el animal estuvo sometido a una fuente constante de hierro oral hasta su destete (6).

Estando en total acuerdo con lo propuesto en la investigación Mazgaj y sus colaboradores en 2021 (3) donde expresa que la implementación de suplementos orales en lechones parece ser.

Tabla 4 Promedio semanal de los pesos en los lechones con su intervalo de confianza				
Trat.	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
1	1495,33 ± 80,45 ^a	2480,00 ± 167,70 ^a	3348,00 ± 271,07 ^a	5018,00 ± 362,74 ^a
2	1443,33 ± 80,45 ^a	2636,67 ± 167,71 ^a	4156,67 ± 271,07 ^b	5750,67 ± 362,74 ^b
Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 0, 7, 14, 21: Días; ^{ab} : Diferencia estadística p-valor 0,05				

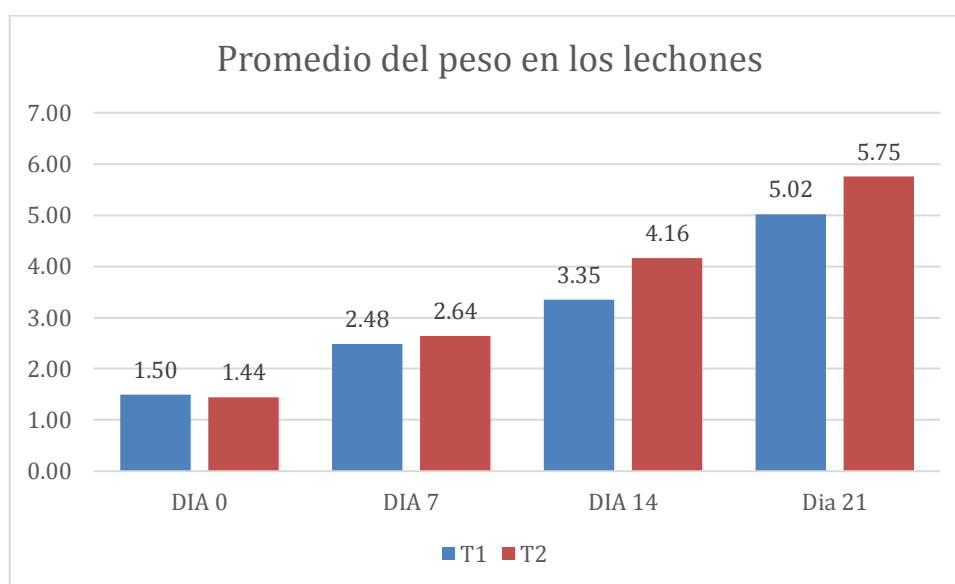


Figura 8: Promedio del peso en los lechones

4.2. HEMATOCRITO

En la tabla 6 se observa los promedios de los resultados de la variable Hematocrito, se encontró diferencia significativa con un valor [p-0,0064] en el Día 7 y Día 21 con un valor [p-0,0006], El valor promedio del Hematocrito en el tratamiento 2 fue superior en el día 7 y 21 que del tratamiento 1 como se observa en la figura 9.

Valores similares del promedio Hematocrito se encontraron en la investigación de Anchapanta y sus colaboradores en el 2020 en la aplicación de hierro dextrano 100mg/ml donde aplica 2ml al tercer día el examen de lo realizo post destete (43).

Tabla 5 Promedio semanal del hematocrito de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	28,57 ± 1.82 ^a	28,00 ± 2.32 ^a
2	33,73 ± 1.76 ^b	36.79 ± 2.32 ^b
Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 7, 21: Días; ^{ab} : Diferencia estadística p-valor 0,05		

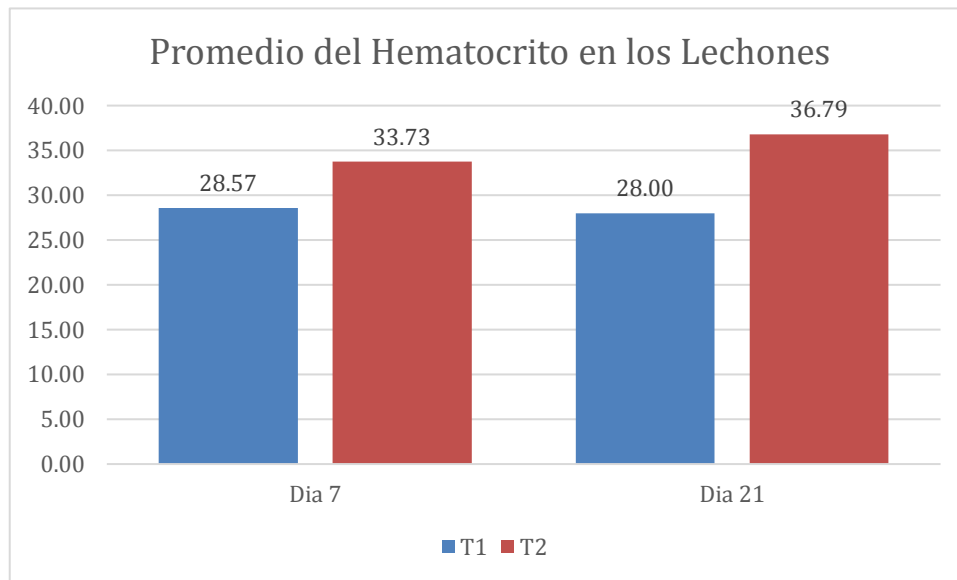


Figura 9 Promedio del Hematocrito en los Lechones

4.3. HEMOGLOBINA

Con relación a la Hb, varios autores asumen que esta variable es la más utilizada en la industria porcina para evaluar la deficiencia de hierro o anemia. En la tabla 7 se observa los efectos de la suplementación de hierro, sobre el valor promedio de la Hemoglobina de los lechones en el día 7 y 21, existe una diferencia significativa estadística en el p valor [0,0007] en el día 7 y en el día 21 [0,0033].

Valores similares del promedio de hemoglobina se encontraron en los resultados de la investigación de Castillo 2000 a los 21 días de edad; en el estudio, 10 camadas de las razas duroc jersey comprendido con un total de 61 animales se aplicó hierro oral con una jeringa 6 cm de una solución de sulfato de hierro este tratamiento se repetía semanalmente hasta cumplir las 8 semanas de vida. la solución estaba compuesta de 500 g de sulfato de hierro 75 g de sulfato de cobre 500 g de azúcar y 3 L de agua caliente. en el segundo tratamiento se inyectaba óxido de hierro coloidal a una dosis de 2 cm a las 48 horas de nacimiento Los resultados de este estudio se observó que el promedio

de hemoglobina en los lechones con hierro parenteral De 85.00 g/L y en el oral 78.00 g/L (12).

Lipinski y sus colaboradores, en el 2010 mencionan que La inmadurez de la maquinaria molecular involucrada en la absorción intestinal de hierro y su regulación en lechones recién nacidos se ha señalado como un factor que contribuye al desarrollo de la Anemia por deficiencia de Hierro (18).

Tabla 6 Promedio semanal de hemoglobina de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	62.42 ± 4.17 ^a	65.26 ± 6.79 ^a
2	77.86 ± 4.03 ^b	86.6 ± 6.79 ^b

Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 7, 21: Días; ^{ab}: Diferencia estadística p-valor 0,05

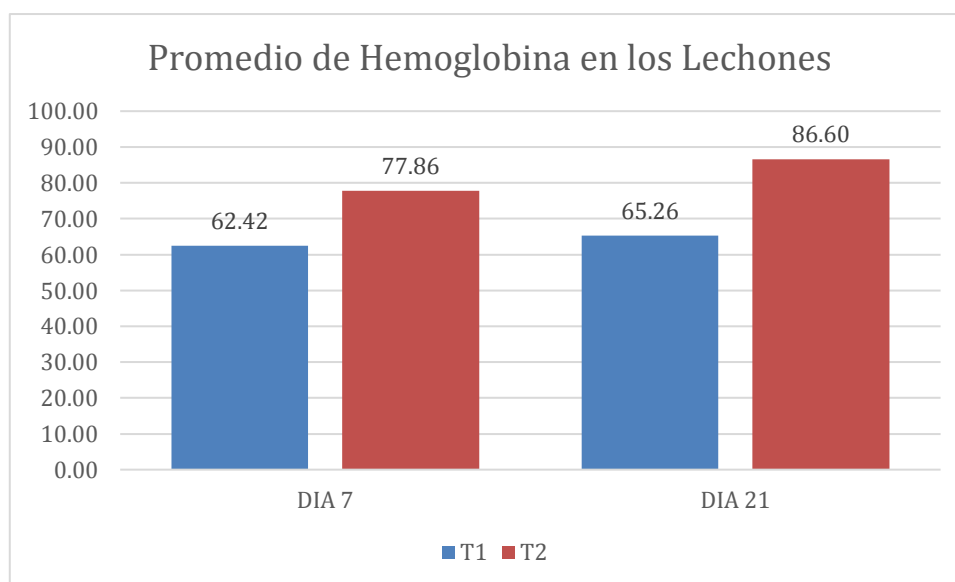


Figura 10 Promedio de Hemoglobina en los Lechones

4.4. ERITROCITOS

En la tabla 8 se observa los promedios de los resultados de la variable Eritrocitos, se encontró diferencia significativa con un valor [p-0,0066] en el Día 7 y Día 21 con un valor [p-0,0006], El valor promedio del Eritrocitos en el tratamiento 2 fue superior en el día 7 y 21 que en el tratamiento 1 como se observa en la figura 11.

En la investigación de Góngora; 2004 no se encontraron valores similares. En su investigación Se utilizaron 56 lechones provenientes de seis camadas de igual número de cerdas de la raza PIC (Pig Improvement Company).

El manejo general de los lechones al nacimiento incluyó la desinfección del cordón umbilical. El destete se realizó a los 21 días de nacidos. Se aplicaron 200 mg de hierro dextrano por vía intramuscular con una jeringa de 5 ml a la mitad de los lechones de cada camada al tercer día de nacidos (H), y la otra mitad de la camada permaneció sin hierro (SH). El resultado promedio del valor del eritrocito fue 6'273,478.3 mm³. A pesar de que se trabajo con una dosis menor en este experimento los resultados no están tan alejado de los de mi investigación.

Tabla 7 Promedio semanal de eritrocitos de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	4.60 ± 0.29 ^a	4.50 ± 0.37 ^a
2	5.73 ± 0.28 ^b	5.54 ± 0.37 ^b

Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 7, 21: Días; ^{ab}: Diferencia estadística p-valor 0,05

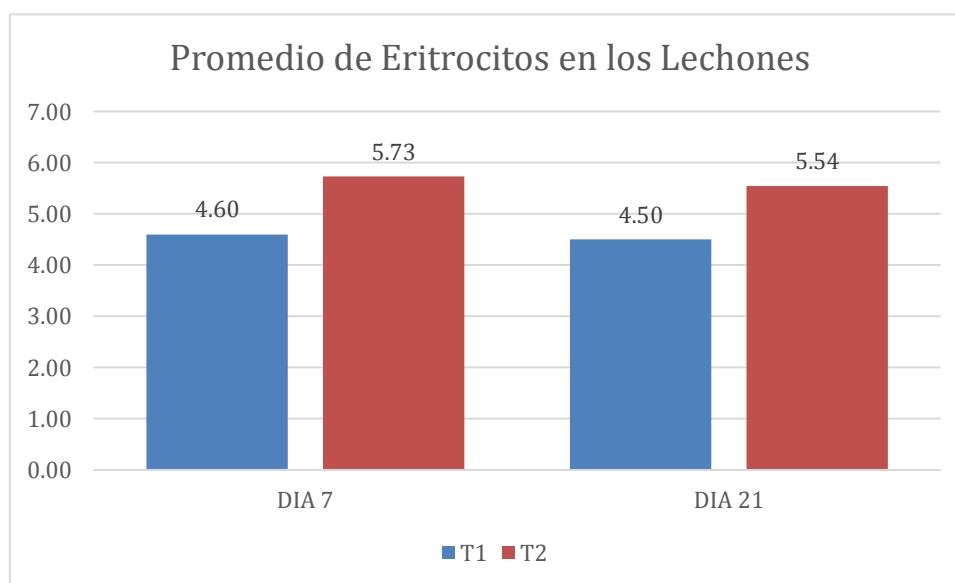


Figura 11 Promedio de Eritrocitos en los Lechones

4.5. HCM

En la tabla 9 se observa los promedios de los resultados de la variable HCM, se encontró diferencia significativa con un valor [p-0,0009] en el Día 7 y Día 21 con un valor [p-0,0006], El valor promedio del HCM en el tratamiento 2 fue superior en el día 7 y 21 que en el tratamiento 1 como se observa en la figura 12.

No se encontraron autores para discutir esta variable.

Tabla 8 Promedio semanal de HCM de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	13.53 ± 0.23 ^a	13.53 ± 0.35 ^a
2	14.36 ± 0.22 ^b	14.64 ± 0.35 ^b

Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular Día 7, 21:Días de nacido; ^{ab}: Diferencia estadística p-valor 0,05

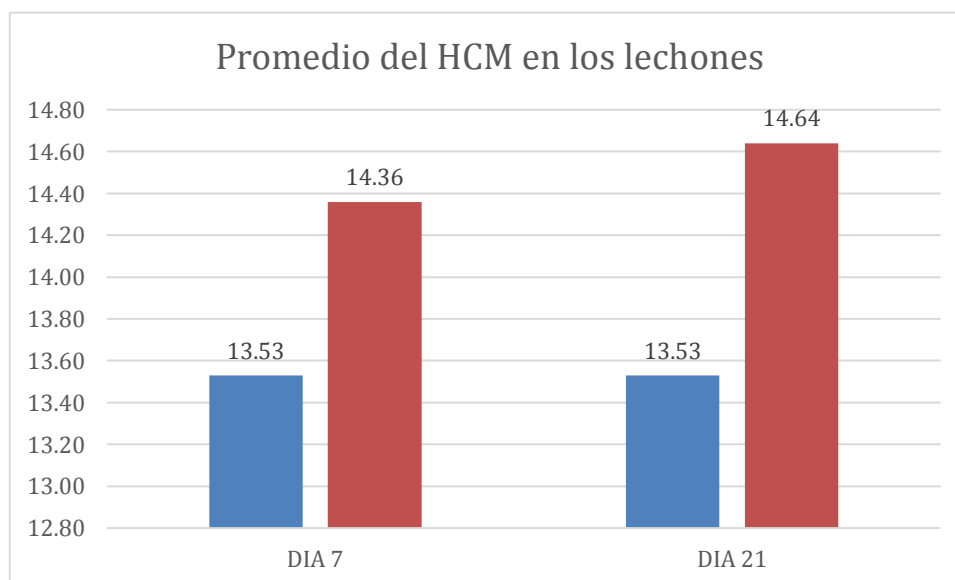


Figura 12 Promedio del HCM en los lechones

4.6. CHCM

En la tabla 10 se observa los promedios de los resultados de la variable CHCM, se encontró diferencia significativa en el día 7 y día 21. El valor promedio del CHCM en el tratamiento 2 fue superior en el día 7 y 21 que en el tratamiento 1 como se observa en la figura 13.

No se encontraron autores para discutir esta variable

Tabla 9 Promedio semanal de CHCM de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	217.97 ± 6.79 ^a	214.23 ± 5.68 ^a
2	237.93 ± 6.56 ^b	235.771 ± 5.68 ^b
Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 7, 21: Días de nacido ; ^{ab} : Diferencia estadística p-valor 0,05		

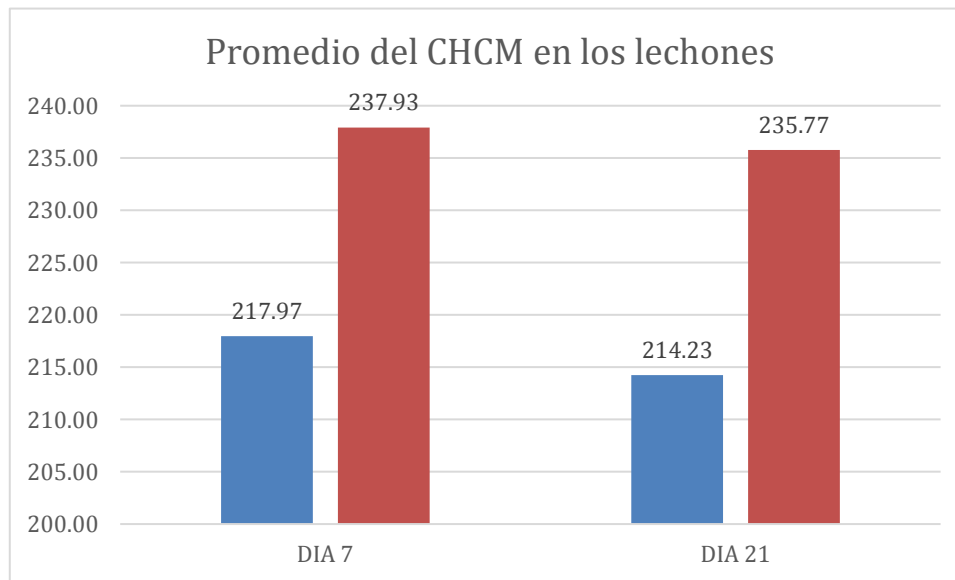


Figura 13 Promedio del CHCM en los lechones

4.7. HIERRO SERICO

los niveles de hierro en suero, se determinaron utilizando un analizador CM250 Wiener automatizado.

En la tabla 11 se observa los promedios de los resultados de la variable Hierro Sérico, se encontró diferencia significativa con un valor [p-0,0031] en el Día 7 y Día 21 con un valor [p-0,0000].

Discrepando con los resultados obtenidos de Ruiz y sus colaboradores nos indica por lo que respecta a los niveles de hierro sérico total la diferencia encontrada entre grupos fue de 2.43 $\mu\text{mol/L}$ a favor del hierro parenteral, ante el hierro oral por lo que es probable que la diferencia puede deberse al mecanismo de absorción del hierro parenteral el cual se distribuye a través de linfa y posteriormente a nivel sanguíneo, su importancia es que el hierro sérico demuestra los niveles de hierro disponible.

En los resultados obtenidos existe una gran diferencia de 11.7 $\mu\text{mol/L}$ los promedios de Hierro Sérico en el día 21 como se observa en la figura 14.

Tabla 10 Promedio semanal de Hierro sérico de los lechones con su intervalo de confianza		
Trat.	Día 7	Día 21
1	4.29 \pm 2.15 ^a	2.74 \pm 2.28 ^a
2	11.63 \pm 2.42 ^b	14.44 \pm 2.45 ^b

Trat.: Tratamientos, 1 vía oral, 2 vía intramuscular; Día 7, 21: Días de nacido; ^{ab}: Diferencia estadística p-valor 0,05

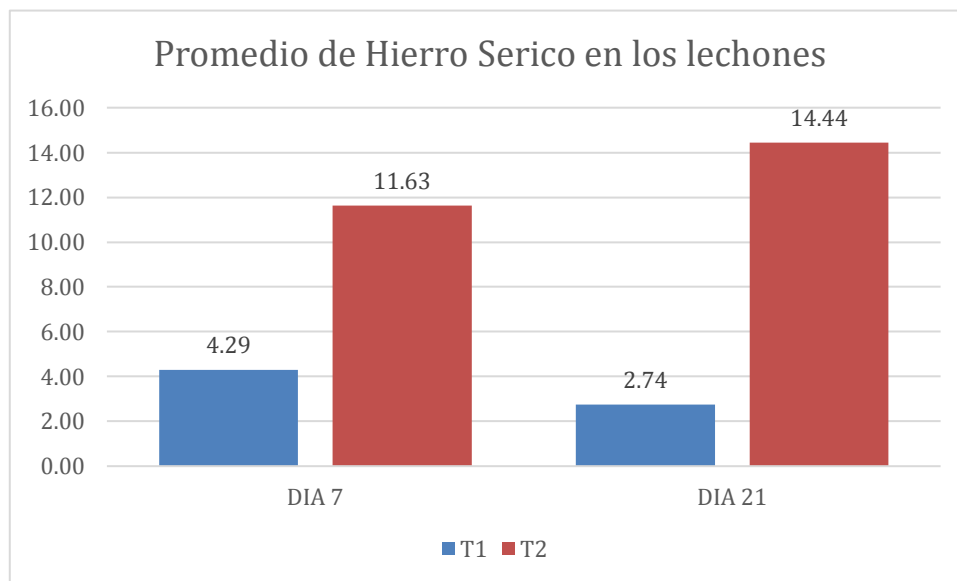


Figura 14 Promedio de Hierro Sérico en los lechones

5. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en mi investigación me dieron como conclusión que:

La implementación del suplemento oral en lechones lactantes no tuvo un efecto sobre la ganancia de peso semanal, ni tampoco se registró mortalidad en la investigación en los dos tratamientos, aunque al día 21 los valores fueron diferentes, siendo el mejor hierro que se inyecta parenteralmente. Esto se explicaría debido a que la suplementación oral con hierro puede conducir a un desequilibrio en el microbiota intestinal, que puede influir en la absorción no solo del hierro sino también de otros micronutrientes.

Al realizar la valoración de los datos obtenidos con el hematocrito, observamos resultados inferiores al administrar el hierro oral y compararlo con la administración parenteral, que resultó ser la más eficaz, a pesar que los dos, se encuentren dentro del valor referencial.

La utilización de hierro parenteral muestra un efecto superior al ser comparado con la administración oral, debido a que los valores de Hierro sérico son superiores inclusive hasta los 21 días de edad de los animales.

Se concluye que la aplicación de Fe parenteral fue superior en todas las variables estudiadas, lo que nos indica que, a la hora de aportar hierro a los lechones, no podemos dejar de lado ni el aspecto económico de este procedimiento ni el bienestar de los lechones.

6. RECOMENDACIONES

No podemos descartar el uso de hierro oral en la producción porcina, existe la necesidad de probar la eficacia terapéutica de los nuevos suplementos de hierro orales, como las nanopartículas de hierro y los compuestos de hierro encapsulados, que superan las vías canónicas de absorción de hierro.

Control estrés y bienestar animal es uno de los factores muy importante en las explotaciones porcinas tecnificada, sin descartar el valor económico. La implantación de fuentes de hierro en el alimento sería una técnica que nos ayudaría a mejorar todos estos factores.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Schwartz K. Manual de Enfermedades de los porcinos. Primera ed. Londres: Imprenta DESA S.A.; 1990.
2. Chávez Balarezo LA. El hierro en la suplementación de los lechones. Engormix Porcicultura. Diseño e Innovación de Agrovvet Market Animal Health. 2017 Febrero.
3. Mazgaj R, Lipinski P, Szudzik M, Jonczy A, Kopec Z, Stankiewicz A, et al. Comparative Evaluation of Sucrosomial Iron and Iron Oxide nanoparticles as Oral Supplements in Iron Deficiency Anemia in Piglets. International Journal of Molecular Sciences. 2021 Septiembre; 14(1).
4. Starynski R, Laarakkers C, Tjalsma H, Swinkels D, Pieszka M, Stys A, et al. Iron supplementation in suckling piglets: how to correct iron deficiency anemia without affecting plasma hepcidin levels. PloS one. 2013 Mayo; VII(5).
5. Pu Y, Guo B, Liu D, Xiong H, Wang Y, Du H. Iron Supplementation Attenuates the inflammatory status of Anemic Piglets by Regulating Hepcidin. Biological trace element. 2015 Marzo; CLXVLL(1).
6. Ruiz A, Mestas JA. Estudio Comparativo para Determinar Beneficio entre el uso de Hierro Dextran Parenteral y Hierro Soluble Oral en Lechones Lactantes [Tesis] , editor. [Las Agujas, Nextipac, Zapopan]: Universidad de Guadalajara; 2000.
7. Zevallos L. Efecto de Hierro Dextrano, Inyectable y Oral, en Lechones Lactantes. Universidad Agraria de la Selva; 2008.
8. Peña CA. Producción porcina en Ecuador. [Online].; 2022 [cited 2023 Enero 5. Available from: https://www.3tres3.com/latam/articulos/produccion-porcina-en-ecuador_12223/.
9. Mendoza Malo CM. Análisis de factibilidad para el (Tesis) , editor. (Honduras): Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; 2014.

10. Lonita E. Reproductoras porcinas en Ecuador. [Online].; 2022 [cited 2023 Enero 14]. Available from: [/www.veterinariadigital.com/noticias/reproductoras-porcinas-en-ecuador/](http://www.veterinariadigital.com/noticias/reproductoras-porcinas-en-ecuador/).
11. ASPE. ASPEC - Asociacion de Porcicultores del Ecuador. [Online].; 2022 [cited 2023 Febrero 27]. Available from: <https://n9.cl/rsa9g>.
12. Castillo Espinoza R. Contribucion al estudio de la Anemia Ferropenica en Lechones. [TESIS] ed. Managua: Escuela Nacional de Agricultura y Ganaderia; 2000.
13. Boccio J, Salgueiro J, Lysionek A, Zubullaga M, Goldman C, Weill R, et al. Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. *Alla*. 2003; 53(2): p. 113-132.
14. Palomo I, Pereira J, Palma J. Hematologia Fisipatologia y Diagnostico Talca: Universidad de Talca; 2009.
15. Svoboda M, Drabek J. Iron deficiency in suckling piglets: Etiology, clinical aspects and diagnosis. *Folia Veterinaria*. 2005 January; 49: p. 104-111.
16. Toxqui L, Piero AD, Courtois V, Bastida S, Sánchez-Muniz FJ, Vaquero M. Deficiencia y sobrecarga de hierro: implicaciones en el estado oxidativo y la salud cardiovascular. *Nutr. Hosp*. 2010 Junio; 25(3): p. 350-365.
17. Li Y, Yang W, Dong D, Jiang S, Yang Z, Wang Y. Effect of different sources and levels of iron in the diet of sows on iron status in neonatal pigs. *Animal Nutrition*. 2018 June; 4(4): p. 197.
18. Lipiński P, Starzyński RR, Canonne-Hergaux F, Tudek B, Oliński R, Kowalczyk P, et al. Benefits and Risks of Iron Supplementation in Anemic Neonatal Pigs. *Am. J. Pathol*. 2010 September; 177(3): p. 1233.
19. Szudzik M, Starzyński RR, Jończy A, Mazgaj R, Lenartowicz M, Lipiński P. Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia. *Pharmaceuticals*. 2018 December; 11(4).

20. CardioTeca. Metabolismo del hierro: Absorción, transporte, reciclado y almacenamiento. [Online].; 2020 [cited 2023 02 26. Available from: <https://www.cardioteca.com/metabolismo-del-hierro.html>.
21. Forrellat Barrios M, Gautier du Défaix Gómez H, Fernández Delgado N. Metabolismo del hierro. Rev Cubana Hematol Inmunol Hemoter. 2000; 2000(3): p. 149-160.
22. Pu Y, Li S, Xiong H, Zhang X, Wang Y, Du H. Iron Promotes Intestinal Development in Neonatal Piglets. Nutrients. 2018 June; 10(6).
23. Ganz T, Nemeth E. Hepcidin and iron homeostasis. Biochim. Biophys. Acta. 2012 September; 1823(9).
24. Wang X, , Collins JF. Animal Models of Normal and Disturbed Iron and Copper Metabolism. J. Nutr. 2019 December; 149(12).
25. Saito H. Metabolism of Iron Stores. Nagoya J. Med. Sci. 2014 August; 76(3-4): p. 235.
26. Masseto D, Vidales V, Echeverria L, Bereterbide J. Evaluación de los niveles de hemoglobina en lechones lactantes provenientes de sistemas de producción de cerdos de ciclo completo a campo y en confinamiento. Revista Veterinaria Argentina. 2012 Mayo; XXIX(298).
27. Barba R. Evaluacion Comparativa de dos sistemas Preventivos de Anemia Ferropriva en Lechones [Tesis] , editor. Guadalajara; 1978.
28. Friendship R, Seip V, Amezcua R. A comparison of 4 iron supplementation protocols to protect suckling piglets from anemia. The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne. 2021 January; 62(1).
29. Urizar L. Efecto de tres dosis diferentes de hierro de cuatro composiciones quimicas de hierro sobre niveles de hemoglobina, hematocrito y ganancia de peso corporal, en lechones (*Sus scrofa*) en destete temprano. Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA; 2004.

30. Ding H, Yu X, Feng J. Iron homeostasis disorder in piglet intestine. *Metallomics*. 2020 Octubre; 12.
31. Beltrán J. Importancia del Hierro en la Salud de los Animales y de las Personas. *Unizar.es*. 2018 Marzo; CXVII(31).
32. Sermini CG, Acevedo MJ, Arredondo M. Biomarcadores del metabolismo y nutrición de hierro. *Rev. perú. med. exp. salud publica*. 2017 Octubre; 34(4).
33. Anderson BK, Easter RA. A Review of Iron Nutrition in Pigs. *Illinois Livestock Trail*. 1999 Enero.
34. McPherson RL, Ji F, Wu G, Blanton JR, Kim SW. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *J. Anim. Sci*. 2004 September; 82(9).
35. Rydal MP, Bhattarai S, Nielsen JP. An Experimental Model for Iron Deficiency Anemia in Sows and Offspring Induced by Blood Removal during Gestation. *Animals : an open access journal from MDPI*. 2021 Septiembre; 11(10).
36. Shero N, Fiset S, Plamondon H, Thabet M, Rioux FM. Increase serum cortisol in young guinea pig offspring in response to maternal iron deficiency. *Nutr. Res*. 2018 June; 54.
37. Duarte L, Cisneros Y. Evaluación del uso de la terapia homeopática en la anemia. *REDVET*. 2005 Febrero; VI(2).
38. Knight LC, Dilger RN. Longitudinal Effects of Iron Deficiency Anemia and Subsequent Repletion on Blood Parameters and the Rate and Composition of Growth in Pigs. *Nutrients*. 2018 May; 10(5).
39. Bhattarai S, Framstad T, Nielsen JP. Iron treatment of pregnant sows in a Danish herd without iron deficiency anemia did not improve sow and piglet hematology or stillbirth rate. *Acta Vet. Scand*. 2019 December; 61(1).
40. Ishaya V, Ishaya M. Iron Nutrition and Anaemia in Piglets. *Journal of Veterinary Advances*. 2012; 2.

41. Perng V, Li C, Klocke CR, Navazesh SE, Pinneles DK, Lein PJ, et al. Iron Deficiency and Iron Excess Differently Affect Dendritic Architecture of Pyramidal Neurons in the Hippocampus of Piglets. *J. Nutr.* 2021 January; 151(1).
42. Quiles A, Hevia M. Anemia ferropénica del lechón. *Producción Animal.* 2003; 19(200).
43. Anchapanta , RE, Quisirumbay , JR, Naranjo MA. Efecto de diferentes protocolos de aplicación de hierro sobre variables hematológicas en lechone. *Rev. Vet. Mil.* 2020; 31(2): p. 137-141.
44. Vaca D, Vergara P. Evaluacion del Cobre Inyectable en el mejoramiento del Status Hematologico en lechones (Sus srofa). Tesis. Sangolqui: ESCUELA POLITECNICA DEL EJERCITO, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS – IASA; 2005.
45. Leyshon BJ, Ji P, Caputo MP, Matt SM, Johnson RW. Dietary Iron Deficiency Impaired Peripheral Immunity but Did Not Alter Brain Microglia in PRRSV-Infected Neonatal Piglets. *Front. Immunol.* 2019 Febrero; 9.
46. Jiang S, Dong W, Zhang Z, Xu J, Li H, Zhang J, et al. A new iron supplement: The chelate of pig skin collagen peptide and Fe²⁺ can treat iron-deficiency anemia by modulating intestinal flora. *Frontiers in nutrition.* 2022 December; 9.
47. Restrepo Salazar JG. *Fundamentos de Veterinaria: terapeutica veterinaria.* Sexta ed. G N, editor. Medellin: CIB.
48. Knight LC, Wang M, Donovan SM, Dilger RN. Early-Life Iron Deficiency and Subsequent Repletion Alters Development of the Colonic Microbiota in the Pig. *Frontiers in nutrition.* 2019 Agosto; 6.
49. Shero N, Fiset S, Blakley B, Jogleux JL, Surette ME, Thabet M, et al. Impact of maternal iron deficiency on the auditory functions in the young and adult guinea pig. *Nutr. Neurosci.* 2019 June; 22(6).

50. Anticoi M, Durán E, Avendaño C, Pizarro F, Figueroa J, Guzmán-Pino SA, et al. Novel edible toys as iron carrier to prevent iron deficiency of postweaned pigs. *Animal*. 2021 July; 15(7).
51. Dal Massetto M, Vidales G, Echeverria L, Bereterbide J. Evaluación de los niveles de hemoglobina en lechones lactantes provenientes de sistemas de producción de cerdos de ciclo completo a campo y en confinamiento. *Veterinaria Argentina*. 2012 Mayo; XXIX(28).
52. Velásquez JI, Aranzazu D. An acute case of iron toxicity on newborn piglets from Vitamin E/Se deficient sows. *Rev. colomb. cienc. pecu.* 2004; 17(1): p. 60-62.
53. Svoboda M, Vanhara J, Berlinska J. Parenteral iron administration in suckling piglets – a review. *Acta Vet. BRNO*. 2017; 86: p. 249-261.
54. Veyx. FeVit-Mulgat. [Online]. [cited 2023 Enero 04. Available from: file:///C:/Users/Hp/Downloads/EN_KB_VeyFo_FeVit-Mulgat_220601.pdf.
55. Ramos MG, Amanto F, Martinez G. Diferentes administraciones de hierro dextrano. Tesis. Tandil: UNCPBA, Facultad de Ciencias Veterinarias; 2019.
56. James Brown Pharma. James Brown Pharma. [Online].; 2019 [cited 2023 Enero 04. Available from: https://jamesbrownpharma.com/wp-content/uploads/2019/06/FERRO-200_0.pdf.
57. Del Toro J. Utilización del Hierro Inyectable en Lechones. Tesis. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, ESCUELA DE AGRICULTURA; 1973.
58. Departamento Técnico Virbac. BMEditores. [Online].; 2018 [cited 2022 Septiembre 12. Available from: <https://bmeditores.mx/porcicultura/importancia-y-funciones-del-hierro-en-lechones-1615/>.
59. Parodi V. Como lograr camadas de lechones con buen peso al nacimiento. [Online].; 2013 [cited 2023 Enero. Available from: <https://www.engormix.com/porcicultura/foros/como-lograr-camadas-lechones-t17097/>.

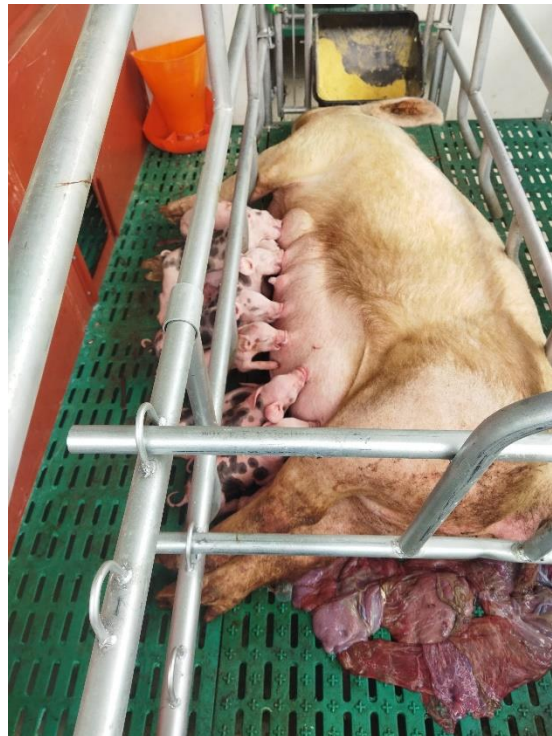
60. Owen K, Blackie N, Gibson TJ. The Effect of Needle Reuse on Piglet Skin Puncture Force. *Veterinary Sciences*. 2022; 9(2).

8. ANEXOS

8.1. MEMORIA FOTOGRÁFICA



Anexo 1 Hierro Oral Fevit Mulgat



Anexo 2 Nacimiento de los lechones de la camada 1 en la granja Santa INES



Anexo 3 Identificación de los Lechones



Anexo 4 División de grupos homogéneos



Anexo 5 Aplicación de Fevit Mulgat



Anexo 6 Pesaje de los lechones al nacimiento



Anexo 7 Aplicación de Fe Oral



Anexo 8 Toma de muestra



Anexo 9 Identificación de la vena yugular



Anexo 10 Lechones a los 21 días de edad

8.2. RESULTADOS DE LABORATORIO



RESULTADOS

FECHA: 29/12/2022

HEMOGRAMA C

C1 - I1	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	24.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	56.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.86	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.49	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	233.33	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

C1 - I4	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	32	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	79.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.15	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	15.33	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	246.88	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

C1 - O1	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	36	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	79.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.80	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.63	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	219.44	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	Normal

C1 - O3	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	23	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	52.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.70	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.04	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	226.09	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
CII - O2	Hematocrito	29	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	65.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.67	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.92	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	224.14	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	Normal

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
C4 - O4	Hematocrito	34	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.47	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.61	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.29	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

HEMOGRAMA I

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
12	Hematocrito	26	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	59.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.19	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.09	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	226.92	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
13	Hematocrito	36	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	84.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.80	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.49	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	233.33	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
15	Hematocrito	34	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.47	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.61	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.29	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

FECHA: 06/01/2023

HEMOGRAMA O

O1	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	34.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	73.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.47	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.34	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	214.71	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O2	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	27	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	54.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.35	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	12.42	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	200.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	Normal

O3	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	25	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	54.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.03	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.42	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	216.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O4	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	30	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	66.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.83	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.66	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	220.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

O5	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	33	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	73.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.31	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.74	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	221.21	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O6	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	26	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	54.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.19	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	12.90	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	207.69	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O7	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	24	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	50.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.86	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	12.94	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	208.33	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	M. escasa / presencia de microcoágulos

O8	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	25	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	50.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.03	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	12.42	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	200.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
O9	Hematocrito	28	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	66.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.51	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.64	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.71	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulos

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
O10	Hematocrito	26	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	58.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.19	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.86	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	223.08	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

HEMOGRAMA I

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
11	Hematocrito	33.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	76.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.31	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.30	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	230.30	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
12	Hematocrito	44	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	94.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	7.08	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.27	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	213.64	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Muestra Escasa

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
13	Hematocrito	36	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.80	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.80	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	222.22	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
14	Hematocrito	34	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.47	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.61	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.29	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

15	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	38	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	88.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	6.12	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.38	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	231.58	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

16	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	39	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	89.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	6.28	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.17	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	228.21	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Lig. Lipémico - Lig. Hemolizado
	Calidad de la muestra:	Normal

17	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	37	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	86.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.96	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.44	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	232.43	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo

18	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	28	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	65.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.51	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.42	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	232.14	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Muestra Escasa

Informado:

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
19	Hematocrito	33	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.31	2.00 - 5.30	x10 ¹² /L
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	15.06	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	242.42	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
110	Hematocrito	32	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	72.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.15	2.00 - 5.30	x10 ¹² /L
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.98	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	225.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

FECHA: 11/01/2023

HEMOGRAMA O

O1	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	18.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	34.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	2.90	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	11.73	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	188.89	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O2	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	19	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	34.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.06	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	11.11	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	178.95	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O3	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	43	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	103.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	6.92	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.88	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	239.53	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

O4	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
	Hematocrito	19	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	35.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.06	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	11.44	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	184.21	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Normal
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
05	Hematocrito	37	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	90.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.96	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	15.11	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	243.24	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico		
	Calidad de la muestra:	Normal		

Informado:

 MVZ. SELMA AVILA RIVAS
 Reg. Semasyt N° 1011-16-1443125
 Dirección: Av. Rocafuerte y 9 de Octubre / Pasaje - El Oro / AvLabec

HEMOGRAMA I

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
11	Hematocrito	36.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	84.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.80	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.49	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	233.33	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
12	Hematocrito	35	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	84.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.64	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.91	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	240.00	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Muestra Escasa

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
13	Hematocrito	37	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	85.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.96	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.27	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	229.73	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
14	Hematocrito	34	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	80.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.47	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.61	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.29	320.00 - 378.00	g/L

OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico
	Calidad de la muestra:	Normal

Informado:

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
15	Hematocrito	35	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	84.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.64	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.91	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	240.00	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:		Suero:	Ligeramente Lipémico	
		Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo	

FECHA: 26/12/2022
HEMOGRAMA

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
CI - 14	Hematocrito	20.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	47.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	3.22	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.60	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	235.00	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico		
	Calidad de la muestra:	Presencia de microcoágulo		

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
CI - 15	Hematocrito	33.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	77.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	5.31	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.49	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	233.33	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico		
	Calidad de la muestra:	Normal		

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
CI - 16	Hematocrito	31.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	70.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.99	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	14.03	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	225.81	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico		
	Calidad de la muestra:	Normal		

	DETERMINACIÓN	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDADES
CII - 14	Hematocrito	28.00	18.10 - 42.20	%
	Hemoglobina	62.00	55.00 - 123.00	g/L
	Eritrocitos	4.51	2.00 - 5.30	$\times 10^{12}/L$
	VCM	62.11	51.20 - 83.30	fL
	HCM	13.75	20.00 - 25.60	pg
	CHCM	221.43	320.00 - 378.00	g/L
OBSERVACIONES:	Suero:	Ligeramente Lipémico		
	Calidad de la muestra:	Normal		

Informado:

FECHA: 19/01/2022

BIOQUÍMICAS (HIERRO - FE)

N°	CÓDIGO	SEXO	VALOR HALLADO	VALOR REFERENCIAL	UNIDAD	SUERO	OBSERVACIÓN
1	O1	Macho	3.43	5.00 - 83.00	μmol/L	Normal	--
2	O2	Hembra	1.39	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
3	O3	Hembra	7.87	5.00 - 83.00	μmol/L	Hemolizado	--
4	O4	Macho	2.25	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
5	O5	Macho	2.57	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
6	O6	Macho	1.63	5.00 - 83.00	μmol/L	Ligeramente Lipémico	--
7	O7	Hembra	2.14	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
8	O8	Hembra	3.27	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
9	O9	Hembra	1.50	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
10	O10	Macho	1.59	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Ug. Hemolizado	--
11	I1	Hembra	23.06	5.00 - 83.00	μmol/L	Ligeramente Hemolizado	--
12	I2	Macho	2.81	5.00 - 83.00	μmol/L	Ug. Lipémico - Hemolizado	--
13	I3	Hembra	0.00	5.00 - 83.00	μmol/L	--	Muestra Insuficiente
14	I4	Macho	19.76	5.00 - 83.00	μmol/L	Ligeramente Lipémico	--
15	I5	Hembra	22.63	5.00 - 83.00	μmol/L	Ligeramente Hemolizado	--
16	I6	Macho	19.67	5.00 - 83.00	μmol/L	Ligeramente Lipémico	--
17	I7	Hembra	21.34	5.00 - 83.00	μmol/L	Normal	--
18	I8	Hembra	21.32	5.00 - 83.00	μmol/L	Normal	--
19	I9	Hembra	22.29	5.00 - 83.00	μmol/L	Normal	--
20	I10	--	11.45	5.00 - 83.00	μmol/L	Normal	--

8.3. MATRIZ DE LA INVESTIGACIÓN

TRA T.	REPI.	SEXO	PROC EDEN CIA	PESO (g) día 0	PESO (g) día 7	PESO (g) día 14	PESO (g) día 21	HEMA TOCRI TO	HEMAT OCRIT O (%)	HEMO GLOBI NA	HEMO GLOBI NA
1	1	1	1	960	2020	3180	4690	36.00	18.00	79.00	34.00
1	1	1	1	1150	2210	4100	4870	29.00	19.00	65.00	34.00
1	1	2	1	1240	1720	3250	4520	23.00	43.00	52.00	103.00
1	1	2	1	1640	2530	3510	6000	34.00	19.00	80.00	35.00
1	1	2	1	1510	2340	2510	4870		37.00		90.00
2	1	1	1	900	1820	3080	5100	24.00	36.00	56.00	84.00
2	1	1	1	1210	2160	3310	3350	26.00	35.84	59.00	84.00
2	1	2	1	1320	2040	2890	4720	36.00	37.00	84.00	85.00
2	1	2	1	1600	2700	3420	5130	32.00	34.00	79.00	80.00
2	1	2	1	1560	2150	3120	4260	34.00	35.00	80.00	84.00
1	2	1	2	1570	2840	3810	5970	34.00	29.00	73.00	67.00
1	2	1	2	1550	3100	4240	6130	27.00	35.00	54.00	78.00
1	2	1	2	1650	3060	3880	5930	25.00	27.00	54.00	58.00
1	2	2	2	1540	2810	2570	4010	30.00	26.00	66.00	56.00
1	2	2	2	1750	2840	3660	4490	33.00	16.00	73.00	32.00
2	2	1	2	1660	2940	4590	6460	33.00	42.00	76.00	100.00
2	2	1	2	1590	2900	4610	5720	44.00	33.00	94.00	70.00
2	2	2	2	1680	3200	5040	6880	36.00	35.00	80.00	81.00
2	2	2	2	1360	3120	4920	6040	34.00	25.00	80.00	62.00
2	2	2	2	1260	3050	5300	7190	38.00	41.00	88.00	100.00
1	3	2	2	1590	2710	3850	3910	26.00	30.00	54.00	89.00
1	3	2	2	1500	2250	3740	6150	24.00	29.00	50.00	86.00
1	3	2	2	1530	2050	2180	5100	25.00	27.00	50.00	65.00
1	3	2	2	1640	2260	2930	4670	28.00	32.00	66.00	80.00
1	3	2	2	1610	2460	2810	3960	26.00	33.00	58.00	72.00
2	3	2	2	1460	2980	4480	5580	39.00	43.00	89.00	100.00
2	3	2	2	1580	3400	4760	6290	37.00	38.00	86.00	92.00
2	3	2	2	1590	2280	4000	6980	28.00	40.00	65.00	92.00
2	3	2	2	1280	2340	4840	6900	33.00	39.00	80.00	90.00
2	3	2	2	1600	2470	3990	5660	32.00	38.00	72.00	95.00

Eritrocitos (x10/l)	Eritrocitos (x10/l)	VCM (fL) 7	VCM (fL) 21	HCM (pg) 7	HCM (pg) 21	CHCM (g/L) 7	CHCM (g/L) 21	Hierro serico (umol/L)	Hierro serico (umol/L)
5.80	2.90	62.11	62.11	13.63	11.73	219.44	188.89	18.80	1.63
4.67	3.06	62.11	62.11	13.92	11.11	224.14	178.95	3.35	1.47
3.70	6.92	62.11	62.11	14.04	14.88	226.09	239.53	1.65	2.54
5.47	3.06	62.11	62.11	14.61	11.44	235.29	184.21	3.06	3.84
	5.96		62.11		15.11		243.24		4.06
3.86	5.80	62.11	62.11	14.49	14.49	233.33	233.33	3.06	
4.19	5.64	62.11	62.11	14.09	14.91	226.92	240.00		15.79
5.80	5.96	62.11	62.11	14.49	14.27	233.33	229.73	13.85	4.19
5.15	5.47	62.11	62.11	15.33	14.61	246.88	235.29	22.25	1.65
5.47	5.64	62.11	62.11	14.61	14.91	235.29	240.00	16.05	1.82
5.47	4.67	62.11	62.11	13.34	14.35	214.71	231.03	3.82	3.43
4.35	5.64	62.11	62.11	12.42	13.84	200.00	222.86	3.06	1.39
4.03	4.35	62.11	62.11	13.42	13.34	216.00	214.81	2.98	7.87
4.83	4.19	62.11	62.11	13.66	13.38	220.00	215.38	2.34	2.25
5.31	2.58	62.11	62.11	13.74	12.42	221.21	200.00	4.35	2.57
5.31	6.76	62.11	62.11	14.30	14.79	230.30	238.10	15.92	23.06
7.08	5.31	62.11	62.11	13.27	13.18	313.64	212.12	16.14	2.81
5.80	5.64	62.11	62.11	13.80	14.37	222.20	231.43	7.01	
5.47	4.03	62.11	62.11	14.61	15.40	235.29	248.00	5.59	19.76
6.12	6.60	62.11	62.11	14.38	15.15	231.58	243.90		22.63
4.19	4.83	62.11	62.11	12.90	14.08	207.69	226.67	4.25	1.63
3.96	4.67	62.11	62.11	12.94	13.06	208.33	210.34	5.00	2.14
4.03	4.35	62.11	62.11	12.42	13.34	200.00	214.81	2.39	3.27
4.51	5.15	62.11	62.11	14.64	13.20	235.71	212.50	0.20	1.50
4.19	5.31	62.11	62.11	13.86	14.30	223.08	230.30	4.82	1.59
6.28	6.92	62.11	62.11	14.17	14.44	228.21	232.56		19.67
5.96	6.12	62.11	62.11	14.44	15.04	232.43	242.11		21.34
4.51	6.44	62.11	62.11	14.42	14.29	232.14	230.00	2.37	21.32
5.31	6.28	62.11	62.11	15.06	14.33	242.42	230.00	7.73	22.29
5.15	6.12	62.11	62.11	13.98	15.53	225.00	250.00	17.97	11.45