

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS PECUARIAS**



**EFFECTO DEL HIERRO DEXTRANO, INYECTABLE Y ORAL, EN  
LECHONES LACTANTES**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**LIZBETH GISSELE ZEVALLOS OCHOA**

**PROMOCIÓN 2005 - I**

**TINGO MARÍA - PERÚ**

**2008**

L70

Z78

Zevallos Ochoa, Lizbeth G.

Efecto del Hierro Dextrano, Inyectable y Oral, en Lechones Lactantes.  
Tingo María, 2008

43 h.; 8 cuadros; 2 fgrs.; 31 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva,  
Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia.

HIERRO DEXTRANO / HEMATOLOGIA / VÍAS DE APLICACIÓN /  
METODOLOGÍA / ALIMENTACIÓN / LECHONES / TINGO MARÍA  
/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE ZOOTECHNIA**

Av. Universitaria Km. 2 Teléfono: (062) 561280  
TINGO MARÍA

“Año de las Cumbres Mundiales del Perú”

## **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 16 de febrero del 2008, a horas 4:10 p.m. para calificar la tesis titulada:

**“EFECTO DEL HIERRO DEXTRANO INYECTABLE Y ORAL EN LECHONES LACTANTES”**

Presentada por la bachiller **LIZBETH GISSELE ZEVALLOS OCHOA**; después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobada con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, la sustentante queda apta para optar el **TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título, de conformidad con lo establecido en el Artículo 95, inciso “i” del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 16 de febrero del 2008

**Dr. WILSON CASTILLO SOTO**  
Presidente



**M.Sc. JUAN LAO GONZALES**  
Miembro

**Ing. WAGNER VILLACORTA LOPEZ**  
Miembro

**Ing. TULIO JURADO BAQUERIZO**  
Miembro

## **DEDICATORIA**

- A DIOS, por protegerme, iluminar mi sendero y conducirme con sabiduría.
- A mi querida madre Carmen Ochoa por su desvelo y sacrificio, quien con mucho amor y gratitud supo hacer de mí una profesional.
- A mis adorados abuelitos Rosita Cuya y Benigno Ochoa por el apoyo incondicional y la confianza depositada en mi persona.
- A mis tíos Ricardo, María, Osiris, Janis, José, Luís Armando y Ernesto por sus consejos brindados, para hacerle frente a las responsabilidades de la vida.
- A mi padre Erineo Zevallos Echevarria por el apoyo brindado es su momento.
- A la memoria de mi tío Félix Ochoa Cuya, que desde el cielo siempre iluminara mi camino y en vida quien me vió nacer y ayudo a dar mis primeros pasos.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a los docentes de la Facultad de Zootecnia, gracias a sus conocimientos y consejos brindados que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Ing. Tulio Jurado Baquerizo, por su colaboración y apoyo como asesor del presente trabajo.
- Al Méd. Vet. Jorge Turpo Calcina, por su colaboración y apoyo incondicional como Asesor durante en la ejecución del trabajo experimental.
- Al Tec. Lab. Félix Jara Ramírez por su colaboración y gran apoyo técnico en la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. Raúl, Aspilcueta Borquis, por su apoyo en el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), confianza y ayuda hacia mi persona.
- A mis Primos, Jackie, Ronald, Katty, Rosy, Betsy, Xiomara, Joyi, Cristhy, Dayana y Angely por su gran cariño y apoyo.
- A mi enamorado Wilmer R. Chuquilin Delgado por su gran cariño, confianza y ayuda hacia mi persona.
- A mis amigos: Sr. Elías Malaga, Sheily Kaqui, Fidel Ramírez, Fausto Chuqui, José luís pinedo, Julio San Juan, Ericsson Arévalo, Giovanna torres, Carlos López, Jorge y José, por su apoyo y solidaridad en esta tarea.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Manejo del lechón .....	3
2.2. Hierro dextrano.....	3
2.2.1. Absorción del hierro .....	4
2.2.2. Importancia del hierro.....	5
2.2.3. Comportamiento productivo del hierro.....	6
2.2.4. Dosis y vías de aplicación del hierro.....	7
2.2.5. Vitamina B <sub>12</sub> o Cobalamina.....	7
2.3. Hemoglobina.....	8
2.3.1. Síntesis de hemoglobina.....	9
2.3.2. Determinación de hemoglobina.....	9
2.4. Hematocrito.....	10
2.5. Glóbulos rojos.....	11
2.5.1. Índices eritrocíticos.....	11
2.5.2. Valores de los índices eritrocíticos.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Ubicación del campo experimental.....	14
3.2. Instalación.....	14
3.3. Animales.....	15
3.4. Alimentación.....	15
3.5. Metodología de estudio.....	15

3.5.1. Manejo de animales.....	15
3.5.2. Toma de muestra.....	16
3.5.3. Análisis de la muestra.....	16
3.5.4. Cálculos de los Índices Eritrocíticos.....	17
3.6. Variables Independientes.....	18
3.7. Tratamientos.....	18
3.8. Análisis estadístico.....	18
3.9. Variables dependientes.....	19
IV. RESULTADOS.....	20
4.1. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones lactantes.....	20
4.1.1. Niveles de hemoglobina en lechones lactantes.....	21
4.1.2. Niveles de hematocrito en lechones lactantes.....	22
4.1.3. Niveles de hematíes en lechones lactantes.....	24
4.1.4. Valores del volumen corpuscular media (VCM) de los glóbulos rojos en lechones lactantes.....	25
4.1.5. Valores del hemoglobina corpuscular media (HCM) de los glóbulos rojos en lechones lactantes.....	26
4.1.6. Valores de la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) de los glóbulos rojos en lechones lactantes.....	27
4.2. Ganancia de peso y consumo de alimento.....	28
V. DISCUSIÓN.....	30
5.1. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones	

lactantes.....	30
5.2. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones	
durante la etapa de lactación .....	32
5.2.1 Valores de los índices eritrocíticos.....	34
5.3. Ganancia de peso y consumo de alimento.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. ABSTRACT.....	38
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	39
X. ANEXO.....	43



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, durante la etapa de lactación (1 – 28 días).....	20
2. Niveles de hemoglobina (g/100ml) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).....	21
3. Niveles de hematocrito (%) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).....	23
4. Niveles de hematíes (millones/mm <sup>3</sup> ) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).....	25
5. Valores del volumen corpuscular media (VCM) en eritrocitos en lechones durante la etapa de lactación.....	26
6. Valores de hemoglobina corpuscular media (HCM) en los eritrocitos en lechones en la etapa de lactación.....	27
7. Valores de concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) en los eritrocitos de la sangre de lechones en la etapa de lactación.....	28
8. Promedios diarios de peso y consumo de alimento de los lechones sometidos a los diferentes tratamientos, durante la evaluación (7 a 28 días).....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Niveles de hemoglobina en sangre de lechones de acuerdo al tipo de aplicación de hierro en función a los periodos evaluados (1, 7, 14, 21 y 28 días).....	22
2. Niveles de hematocrito en la sangre de lechones de acuerdo al tipo de aplicación de hierro en función a los periodos evaluados (1, 7, 14, 21 y 28 días).....	24

## **RESUMEN**

Este trabajo de investigación se llevó acabo en la granja de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú, durante 2 meses, con el objetivo de evaluar el efecto del hierro dextrano administrado por vía oral e inyectable con hierro dextrano vía oral (HDO), hierro dextrano vía intramuscular (HDI) y hierro dextrano 200 con vitamina B12 vía intramuscular (HDIB12) como fuente de hierro; se utilizaron 36 lechones con un día de nacidos provenientes de cuatros camadas; distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar, dispuestos en cuatro bloques, en donde se aplicaron tres tratamientos; a los cuales se tomaron los índices hematológicos, consumo de alimento, ganancia de peso de los lechones evaluados hasta los 28 días de edad. Estadísticamente se encontraron diferencias significativas en función de la forma de aplicación de hierro para la variable de hemoglobina, hematocrito, hematíes, ganancia de peso y consumo de alimento; y no significativa para la variable de volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media y concentración de hemoglobina corpuscular media,. Los niveles de los índices hematológicos mejoraron ligeramente por la forma de aplicación de hierro empleados, concluyendo que el hierro administrado en forma intramuscular presento mejores niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones al destete comparado con el tratamiento por vía oral aplicados a los lechones.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la amazonía, la crianza de cerdos en los últimos años esta aumentando. Asimismo, en la zona del Alto Huallaga la crianza porcina principalmente es de tipo familiar, la misma que afronta serios problemas en lo que respecta a manejo, sanidad, alimentación, reproducción y productividad.

La administración de hierro en los lechones es importante en los primeros días de vida, de lo contrario, el animal es propenso a sufrir anemia. El hierro es esencial para la formación de hemoglobina y para la formación de glóbulos rojos; asimismo, la hemoglobina interviene en el transporte de oxígeno. La deficiencia de hierro conlleva a un cuadro de anemia nutricional afectando el crecimiento y desarrollo de los lechones (CASTRO, 1995).

En lechones, es recomendable aplicar hierro hasta el tercer día de nacido. Sin embargo, la inyección de hierro coincide con el estrés al nacimiento, descolmillado y alimentación, haciendo que este estrés se vea incrementado; una alternativa al uso de hierro inyectable es la administración de hierro por vía oral, el mismo que por su alta biodisponibilidad sería utilizado eficientemente en los procesos metabólicos y no afectaría en el desarrollo de los lechones. En tal sentido se planteó como hipótesis demostrar que la administración de hierro dextrano por vía oral o inyectable influyen sobre los

índices hematológicos y la performance de los lechones lactantes. EL objetivo fue evaluar el efecto del hierro dextrano administrado por vía oral e inyectable a lechones lactantes, sobre los índices hematológicos, el consumo de alimento y ganancia de peso, de los lechones evaluados hasta los 28 días de edad.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Manejo del lechón**

Los lechones en los primeros días de nacidos, se realizan diferentes actividades, la administración de hierro-dextrano al 3 día post-parto y repetir a los 15 días. Las necesidades de hierro del lechón para las primeras etapas de crecimiento son las más elevadas dentro de las especies zootécnicas (el cerdo aumenta su peso corporal 15 veces desde el nacimiento hasta el final del 2<sup>do</sup> mes), cifrándose estas necesidades entre 10 y 20 mg/día (ZAVALA, 2001).

### **2.2. Hierro dextrano**

El complejo hierro dextrano constituye el preparado orgánico complejo dextrano de hidróxido de hierro (Complejo de hierro dextrano equivalente a 100 mg de hierro) y se utiliza en anemias por deficiencia de hierro tipo microcítica e hipocrómica (SORZA, 2003).

El Complejo hierro dextrano constituye el preparado orgánico de elección en el tratamiento de anemias ferropénicas o hipocrómicas de los lechones, su excelente tolerancia debido a su lenta descomposición permite

evitar la presencia sanguínea de iones tóxicos de hierro y su utilización por el organismo es prácticamente completa (MERCK, 2000).

#### 2.2.1. Absorción del hierro

El hierro entra al organismo del lechón en forma de sales inorgánicas (carbonato de hierro, cloruro ferroso, cloruro férrico, óxido férrico y sulfato ferroso) o como sales orgánicas (citrato ferroso, fumarato ferroso o lactato ferroso), en el estómago por acción del ácido clorhídrico gástrico, estas sales, primero son descompuestas para que inmediatamente el hierro liberado sea quelado y este en condiciones de solubilidad para su absorción (QUINTEROS, 2002).

El Hierro se absorbe a lo largo de todo el intestino delgado, principalmente en el duodeno y la porción superior del yeyuno proximal (RETAMAL, 2000), el hierro absorbido se libera en forma de hierro férrico en la superficie basal, donde se une a una transferrina (glicoproteína) y ésta determina la capacidad total de unión a hierro en plasma y el grado de instauración refleja la proporción presente de apotransferrina libre de hierro (ENGLISH, 1991); a su vez, interviene en la redistribución del hierro almacenado y en el reciclaje del hierro procedente de hematíes maduros hacia el sistema reticuloendotelial. La ferritina es un compuesto proteico no hemo que contiene hasta el 20% del hierro, distribuyéndose por todo el organismo animal localizándose, principalmente, en el hígado; siendo este el principal depósito de hierro del organismo animal (SORZA, 2003 y MERCK, 2000).

### 2.2.2. Importancia del hierro

Según CASTRO (1995), el hierro participa en el sistema inmunitario del organismo y consecuentemente da una mayor resistencia a procesos infecciosos; estimula la producción de ácido clorhídrico (HCl) en el estómago, así como el desarrollo de las microvellosidades intestinales; contribuye también a la adaptación del lechón a la alimentación sólida.

En lechones, el hierro es fundamental, dado a que muestran un índice de crecimiento rápido, que exige una cantidad y variedad de nutrientes mayor, entre ellos el hierro; según MERCK (2000), la transferencia de este elemento a través de la placenta es escasa y la leche de la cerda es pobre en hierro, determinando depósitos corporales de hierro muy bajos al nacer (50 mg de hierro total).

Según MILLER y ULLREY (1999), el renuevo constante de hematíes, conlleva a una necesidad constante de hierro, que se ve incrementada en el lechón recién nacido como consecuencia de su crecimiento exponencial y considerando las reservas de 45 a 50 mg al nacimiento y con un aporte vía leche de solo 1 mg/lechón día; y siendo las necesidades diarias de 10-15 mg, se determina una deficiente disponibilidad de hierro a partir del tercer día de vida. Como el déficit de hierro en las tres primeras semanas se eleva a unos 200 mg, existe la necesidad de un suministro en los primeros tres días de vida.



El hierro es un componente esencial de la molécula de hemoglobina, cualquier disminución del aporte de este elemento por debajo de los requerimientos mínimos podría causar una reducción en la síntesis de hemoglobina, considerando que la mayor parte del hierro corporal se encuentra en la hemoglobina o almacenado como ferritina o hemosiderina en el sistema retículo-endotelial (VERGARA y PENDEMONTTE, 2004).

ROPPA (2002), según las investigaciones efectuadas el hierro juega un papel protagónico como cofactor de determinados enzimas como los citocromos, las catalasas, peroxidasas y enzimas responsables de la síntesis de las bases púricas (xantín-oxidasas), también participa en el ciclo de los ácidos tricarboxílicos (Krebs) al activar o ayudar a enzimas como el succinato deshidrogenasa.

### 2.2.3. Comportamiento productivo del hierro

POLLMAN *et al.* (1983) reportaron que cerdos tratados con hierro en forma intramuscular fueron más pesados a los 21 y 56 días en comparación con los no tratados. Mientras que, QUILLES y HEVIA (2000), concluyeron que el retraso en el crecimiento es el primer síntoma evidente de la carencia de hierro, ya que el hierro interviene en la síntesis de las bases púricas, componentes básicos del ADN y ARN, representando uno de los factores más limitantes en los procesos de síntesis celular de proteínas, y por lo tanto, de crecimiento celular.

#### 2.2.4. Dosis y vías de aplicación del hierro

La aplicación de hierro, vía intramuscular en lechones de 1 a 3 semanas de edad, proporciona la fuente necesaria de hierro para la prevención de anemias, traducándose en un aumento considerable en peso con respecto a los animales no tratados (KARL, 1991). La dosis respectiva en lechones es 2 ml al cuarto día de edad y 1 ml a los quince días de edad (BLOOD, 1992).

Según QUILLES Y HEVIA (2000), la administración de hierro se realiza en forma oral ya sea como óxido de hierro, sulfatos o carbonatos de hierro, sin embargo la absorción de hierro es bastante bajo, llegando a un 40 %. Estudios realizados por VELAZCO *et al.* (2002), sobre la aplicación de hierro dextrano en forma intramuscular en dosis de 100 ml/lechón, no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) sobre la ganancia de peso, hemoglobina y hematocrito hasta los 30 días de edad.

De igual modo, SUARES *et al.* (2002) y MARIN y VERA (2001), no encontraron diferencias estadísticas en cuanto a la ganancia de peso; asimismo, la aplicación de hierro dextrano intramuscular a diferentes dosis no afectó la ganancia de peso entre el nacimiento y el destete, pero sí en los niveles de hemoglobina y hematocrito.

#### 2.2.5. Vitamina B<sub>12</sub> o Cobalamina

Es un compuesto hidrosoluble, es importante; porque ayuda al hierro para que actúe eficientemente en la formación de glóbulos rojos,

mantenimiento del sistema nervioso central, necesario en la transformación de los ácidos grasos en energía para el metabolismo, indispensable para el crecimiento corporal y regeneración de los tejidos (MATEOS *et al.*, 1999).

### 2.3. Hemoglobina

GRANDIA (2003), describió a la hemoglobina como una molécula compleja, constituida por cuatro moléculas hemo unidos a cuatro globinas, la interferencia con la producción normal de hemo o globina conduce a anemia y los valores de referencia de hemoglobina en lechones es de 10 a 15 g/100 ml de hemoglobina en la sangre, siendo la hemoglobina el principal medio de transporte de oxígeno de las células rojas sanguíneas. Asimismo, la hemoglobina, proteína compleja que contiene hierro, es el componente principal de los glóbulos rojos o eritrocitos cuya función es transportar el oxígeno desde los pulmones a las células de los diferentes tejidos corporales, luego recoge el dióxido de carbono y lo lleva a los pulmones (ROPPE, 2002).

Según DOSSIER (2001), la hemoglobina es un pigmento rojo que produce el color rojo de los glóbulos rojos y de la sangre, también cuando existen bajos, niveles de hemoglobina, número de hematíes y hematocrito en la sangre conduce a la anemia.

EGELI y FRAMSTAD (1998), reportaron los niveles de hemoglobina en lechones al primer, segundo y al cuarto día, de  $9,2 \pm 0,09$ ;  $8,1 \pm 0,07$  y  $7,8 \pm 0,07$  g/100ml, respectivamente. Asimismo, VECCHIONACCE *et al.* (1999), encontraron promedios iniciales de Hemoglobina de 10,23 g/100ml

respectivamente; y permaneciendo constante hasta el destete. Sin embargo MILLER Y ULLREY (1999), encontraron valores de hemoglobina en lechones normales de 12,00 g/100 ml y anémicos 5 g/100 ml, a los 30 días.

### 2.3.1 Síntesis de hemoglobina

La hemoglobina es el elemento más importante del eritrocito, es una hemoproteína. La hemoglobina se sintetiza principalmente en la médula ósea, en las células precursoras de los eritrocitos, la protoporfirina como precursor de la hemoglobina es sintetizada principalmente en las mitocondrias; donde se combina con el Fe y la globina, el Fe procede del plasma, aportado por la transferrina, este pasa directamente a la mitocondria donde se combinan con la apoferritina, formándose la ferritina (proteína de reserva del Fe). La globina es la parte proteica de la hemoglobina, y esta se sintetiza según el mecanismo general de la biosíntesis de proteínas (VERGARA y PENDEMONTE, 2004).

Según PEÑUELA (2004), la protoporfirina se une con el hierro por acción de la enzima hemo sintetasa, formando el grupo hemo en donde, con la globina se juntan para formar la hemoglobina como producto final.

### 2.3.2 Determinación de hemoglobina

Según VALTEK (2002), el reactivo de hemoglobina de Valtek para la determinación cuantitativa de hemoglobina en la sangre, se basa en el método de la cianometahemoglobina, donde los eritrocitos son lisados por acción de un agente tensioactivo presente en el reactivo, liberando su

contenido de hemoglobina en la solución; la hemoglobina liberada es oxidada a metahemoglobina por el ferricianuro, siendo esta última convertida en cianometahemoglobina por la presencia de cianuro; la muestra de sangre obtenida, utiliza EDTA como anticoagulante y la medición del color se realiza en espectrofotómetro.

## 2.4 Hematocrito

Según DOSSIER (2001), el hematocrito es una medida específica de cuanta sangre esta formada por hematíes, es una forma muy conveniente de determinar si el recuento de hematíes es demasiado elevado, demasiado bajo o normal.

VECCHIONACCE *et al.* (1999), encontró promedios iniciales de Hematocrito de 26,43 %, también permaneciendo constante hasta el destete. Sin embargo MILLER Y ULLREY (1999), encontraron valores de hematocrito en lechones normales de 35 % y anémicos 17 %, a los 30 días.

QUILES y HEVIA (2000), manifiestan la tasa media de hemoglobina del lechón es de 8,0 – 14,0 g/100 ml y un hematocrito de 25 - 40%, este amplio rango de variación es debido a varios factores que afectan a la absorción del hierro. El análisis de estos dos parámetros (hemoglobina y hematocrito) son los principales indicadores de la anemia ferropénica de los lechones y es de tipo hipocrómico (descenso de la tasa de hemoglobina) y microcítico (descenso del hematocrito), existiendo una disminución considerable de la tasa de reticulocitos y del hierro total de la sangre.

## 2.5. Glóbulos rojos

BONE (1999), considera a los glóbulos rojos o eritrocitos como discos bicóncavos no nucleados con un borde grueso y redondeado y un centro fino translúcido, la composición de las células rojas sanguíneas consta de 65 % de agua, cerca del 33% de hemoglobina y el 2 % consta de proteínas, lípidos, vitaminas, minerales y otras inclusiones celulares.

MILLER Y ULLREY (1999), encontraron valores de eritrocitos de  $5 \times 10^6/\text{mm}^3$  y anémicos  $3 \times 10^6/\text{mm}^3$ , a los 30 días.

### 2.5.1 Índices eritrocíticos

MATEO (2006), menciona que los índices eritrocíticos definen el tamaño y el contenido de hemoglobina del eritrocito de valores obtenidos por la cuenta eritrocítica, concentración de hemoglobina y el volumen celular, mediante el volumen corpuscular medio, la hemoglobina corpuscular media y la concentración de hemoglobina.

GARCÍA y HUIDOBRO (2003), consideran que el índice de los glóbulos rojos reflejan las características morfológicas de los glóbulos rojos mediante los parámetros como; volumen corpuscular media (VCM), la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) y hemoglobina corpuscular media (HCM) y estos índices nos permite diferenciar las anemias, según tamaño como microcíticas (VCM disminuido), normocíticas (VCM normal) o Macrocíticas (VCM aumentado) y según la concentración de

hemoglobina es hipocrómica (HCM o CHCM disminuido), o normocrómica (HCM O CHCM normales).

#### Volumen corpuscular medio

El Volumen corpuscular media (VCM), expresa el volumen promedio del eritrocito individual GARCÍA y HUIDOBRO (2003). Asimismo MATEO (2006), define el volumen corpuscular medio como el tamaño de los eritrocitos, es decir el volumen que tiene un eritrocito por termino medio.

#### Hemoglobina corpuscular media

La hemoglobina corpuscular media es la cantidad de hemoglobina por peso en el eritrocito promedio GARCÍA y HUIDOBRO (2003). Asimismo, MATEO (2006), la hemoglobina corpuscular media hace referencia al contenido de la hemoglobina, por término medio, que hay en cada eritrocito.

#### Concentración de hemoglobina corpuscular media

Es la concentración de hemoglobina de los eritrocitos promedio o la proporción del peso de la hemoglobina y el volumen en el cual esta contenido lo describen GARCÍA y HUIDOBRO (2003). Asimismo MATEO (2006), reporto que la concentración de hemoglobina corpuscular media corresponde al contenido medio o concentración de hemoglobina por unidad de volumen eritrocitario, es decir comparado esta concentración con el hematocrito.

### Valores de los índices eritrocíticos

MILLER Y ULLREY (1999), encontraron valores de volumen corpuscular media (VCM) de 70 fL, Sin embargo, POLLMAN *et al.* (1983), encontraron valores de 52 –62 fL, de hemoglobina corpuscular media (HCM) de 17 – 24 pg y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) de 29 – 34 g/dL.

Según SCHALM (1964), determino intervalos y promedios del volumen corpuscular media (VCM) de 50-68 fL, promedio 63 fL y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) de 30-34 g/dL Promedio 32 g/dL.

REYES, SANTOS y RAMIREZ (2004), calcularon valores de volumen corpuscular media (VCM) de 50-68 fL, hemoglobina corpuscular media (HCM) de 17 – 23 pg y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) de 30-34 g/dL.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar del trabajo experimental**

El trabajo experimental se realizó en las instalaciones de la unidad de porcinos de la Granja y en el laboratorio de Sanidad Animal ambos de la Facultad de Zootécnica de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, Región de Huanuco. Geográficamente se encuentra ubicado 09° 17' 05" latitud Sur, 76° 01' 17" latitud Oeste y a una altitud de 660 m.s.n.m, con una humedad relativa de 80 a 84 % , temperatura promedio anual de 22,5 °C y una máxima de 33 °C y una precipitación pluvial media de 3200 mm ecológicamente esta como bosque húmedo premontano tropical.

#### **3.2. Instalaciones**

El trabajo se realizó en la sala de maternidad de la Granja de la Facultad de Zootecnia, en jaulas de parición con dimensiones de 2,0 m x 0,7 m x 1,5 m, instaladas, cada una, en un ambiente de 2,3 m x 1,6 m; construidas de material noble techo de madera y calamina, piso de cemento liso, cama renovable de viruta y una zona de calor (lámpara) para los lechones; cuenta también con un comedero y un bebedero, tipo chupón, para la marrana.

### **3.3. Animales**

En el trabajo se utilizaron 36 lechones entre hembras y machos; de 4 camadas, de los cruces de las razas Yorkshire- Landrace Duroc y Hampshire; con 1 día de edad y peso vivo promedio de  $1,293 \pm 0,040$  Kg.

### **3.4. Alimentación**

Los lechones recibieron alimento balanceado a partir del séptimo día de nacido, según la dieta establecida por la granja de la Facultad de Zootecnia de la UNAS para atender las necesidades nutricionales de los lechones, recomendados por la NRC (1994).

### **3.5. Metodología de estudio**

#### **3.5.1. Manejo de los animales**

Las marranas ingresaron a las jaulas de parición 5 días antes del parto, y permanecieron toda la fase de lactación (28 días) en la sala de maternidad, luego del parto los lechones de cada camada fueron seleccionados al azar para el experimento, siendo tres lechones por tratamiento (9 lechones/camada).

La fase de evaluación comprendió desde el primer día de nacido hasta los 28 días de edad (etapa de lactación), según los tratamientos aplicados; los lechones, de cada camada recibieron Hierro dextrano (BIO WEYXIN FEVIT) vía oral (HDO), dosis de 2 ml al primer día de nacido; Hierro dextrano vía intramuscular (HDI), dosis de 1 ml al segundo día de edad y Hierro dextrano- vitaminaza B<sub>12</sub> (Iron Dex 200B<sub>12</sub>) vía intramuscular (HDIB<sub>12</sub>), dosis de 1ml al segundo día de edad. Luego los lechones fueron pesados

inmediatamente después del nacimiento en una báscula de reloj con capacidad de 10 Kg luego se pesó semanalmente hasta los 28 días de edad. En caso de las sobras de alimento en el comedero, éstas fueron retiradas, secadas y pesadas en base seca.

### **3.5.2. Toma de muestra**

Las muestras de sangre se colectaron directamente de la vena cefálica 1 ml de sangre con aguja Nº 22 x 1 en un tubo de ensayo con anticoagulante etilendiaminotetraacético (EDTA), previamente rotulado. Asimismo, las muestras se colectaron al nacimiento, 7, 14, 21 y 28 días de edad del lechón. Luego las muestras fueron llevadas al laboratorio de sanidad animal para su procesamiento y análisis.

### **3.5.3. Análisis de la muestra**

Las muestras de sangre se analizaron en el laboratorio de sanidad animal de la Facultad de Zootecnia. Se determinaron los niveles de hemoglobina por el método de cianomethahemoglobina, utilizando 100 ml del reactivo de hemoglobina VALTEK (2002), previamente diluido con agua destilada, luego se tomaron 2 ml de reactivo preparado más 20  $\mu$ L de muestra de sangre, se mezcló y se puso en reposo por 5 minutos, luego se realizó la lectura de la absorbancia a 540 nm utilizando un espectrofotómetro (modelo S-22, marca BOECO) de luz ultravioleta.

Los niveles de hematocrito se determinaron mediante centrifugación por el método microhematocrito, se emplearon tubos capilares; se realizó el llenado de la muestra de sangre en los tubos capilares de

microhematócrito, luego se sello un extremo del mismo con plastilina, se llevo a centrifugar a 3000 rpm, durante 5 minutos. Luego se procedió hacer la lectura del tubo capilar (contiene plasma/eritrocitos) en la tabla microescala para hematocrito (CRITOCAP Micro – Hematocrit – Tube Reader), medido en porcentaje.

Para determinar hematíes, se realizo el recuento de glóbulos rojos (GR) utilizándose una cámara de recuento de Neubauer y una solución diluyente (Gower) con pipetas especiales para la dilución de la sangre para el recuento de GR. Se realizó el llenado de la sangre a la pipeta de dilución hasta la señal de 0,5; luego se succionó la solución diluyente hasta la señal 101. Se tapo los extremos de la pipeta se agito suavemente unos segundos para facilitar la mezcla en la ampolla de la dilución de la pipeta, se apoyo la punta de la pipeta en el borde del cubreobjeto que esta encima de la cámara de neubauer (llenado de la cámara) después de unos minutos se colocó en el microscopio para proceder al recuento con el objetivo de 10x.

#### **3.5.4. Cálculos de los índices eritrocíticos**

Los índices eritrocíticos como el volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), fueron calculados mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{VCM (fL)} = \frac{\text{Hematocrito} \times 10}{\text{Numero de eritrocitos (10}^6\text{/ml)}}$$

$$\text{HCM (pg)} = \frac{\text{Hemoglobina} \times 10}{\text{Numero de hematíes (10}^6\text{/ml)}}$$

$$\text{CHCM (g/dL)} = \frac{\text{Hemoglobina} \times 100}{\text{Hematocrito}}$$

### 3.6. Variable Independiente

- Hierro dextrano

### 3.7. Tratamientos

El trabajo de investigación se realizó con tres tratamientos.

HDO = Administración del hierro dextrano; vía oral, 2 ml/lechón al primer día de edad.

HDI = Administración del hierro dextrano; vía intramuscular, 1 ml/lechón al segundo día de edad.

HDIB<sub>12</sub> = Administración del hierro dextrano 200 con vitamina B<sub>12</sub>; vía intramuscular, 1 ml/lechón al segundo día de edad.

### 3.8. Análisis estadístico

Los animales fueron distribuidos utilizando un diseño bloque completamente al azar con 3 tratamientos y 4 bloques, siendo el factor de bloqueo la camada, cada unidad experimental estuvo compuesta por 3 lechones, el modelo aditivo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Observación de la unidad experimental, que corresponde a la  $i$ -ésima camada del  $j$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = Promedio

$B_i$  = Efecto debido al número de camada ( $i = 1, 2, 3, 4$ )

$T_j$  = Efecto debido al tratamiento ( $j = 1, 2, 3$ )

$E_{ij}$  = Error experimental (efecto aleatorio del error experimental, asociado a dicho experimento).

Los resultados de las variables evaluadas fueron sometidos a análisis de variancia y los promedios comparados por la prueba de Tukey, utilizando el programa SAS (SAS, 1998).

### 3.9. Variables dependientes

- Hemoglobina (g/100 ml)
- Hematocrito (%)
- Hematíes (millones/mm<sup>3</sup>)
- Volumen Corpuscular Media (VCM)
- Hemoglobina Corpuscular Media (HCM)
- Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM)
- Ganancia de peso (GDP, g)
- Consumo de alimento (CDA, g)

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones lactantes.

En el Cuadro 1, se observa los valores promedios de hemoglobina, hematocrito y hematíes por tratamiento durante todo el periodo de evaluación. Los lechones que recibieron HDO presentaron menores valores de Hb y Ho ( $P<0.05$ ) que aquellos que se les aplicó HDI y HDIB<sub>12</sub>; en los valores de hematíes no se encontraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos.

Cuadro 1. Niveles de hemoglobina (Hb), hematocrito (Ho) y hematíes de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, durante la etapa de lactación (1 – 28 días).

Tratamientos <sup>2</sup>	Evaluaciones <sup>1</sup>		
	Hemoglobina <sup>3</sup> (g/100ml)	Hematocrito <sup>3</sup> (%)	Hematíes <sup>3</sup> millones /mm <sup>3</sup>
HDO	8,90b ± 0,71	27,01b ± 1,99	4,453a
HDI	9,63a ± 0,80	28,59a ± 2,60	4,836a
HDIB <sub>12</sub>	9,67a ± 0,68	29,44a ± 1,99	4,874a

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI = Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre sí ( $P<0.05$ ) por la prueba de Tukey.

#### 4.1.1 Niveles de hemoglobina en lechones lactantes.

En el Cuadro 2, se observa los niveles de hemoglobina en la sangre de los lechones evaluado durante los días siguientes a la aplicación de hierro; los niveles de hemoglobinas en el primer día de evaluación no mostraron variaciones significativas ( $P>0.05$ ) entre tratamientos, sin embargo en las evaluaciones realizadas a los 14, 21 y 28 días de edad los valores de Hemoglobina mostraron variaciones significativas ( $P<0.05$ ) en función de la forma de aplicación de hierro.

Cuadro 2. Niveles de hemoglobina (g/100ml) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).

Tratamientos <sup>2</sup>	Fases de evaluación (días) <sup>1</sup>				
	1 <sup>3</sup>	7 <sup>3</sup>	14 <sup>3</sup>	21 <sup>3</sup>	28 <sup>3</sup>
HDO	9,80 a	10,5 a	9,10 b	8,00 b	7,10 c
HDI	9,58 a	10,12 a	10,53 a	9,35 a	8,54 b
HDIB12	9,30 a	9,15 b	9,48 b	9,85 a	10,58 a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>0,14</b>	<b>0,13</b>	<b>0,15</b>	<b>0,13</b>	<b>0,12</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina B<sub>12</sub> inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre sí ( $P<0.05$ ) por la prueba de Tukey.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.



En la Figura 1, se muestra el comportamiento de la hemoglobina en función del periodo evaluado post aplicación del hierro, observándose que durante los días de evaluación los valores de hemoglobina en el HDIB<sub>12</sub> fueron ascendiendo en comparación de los tratamientos HDI y HDO que los valores disminuyeron con el tiempo pos aplicación del hierro.

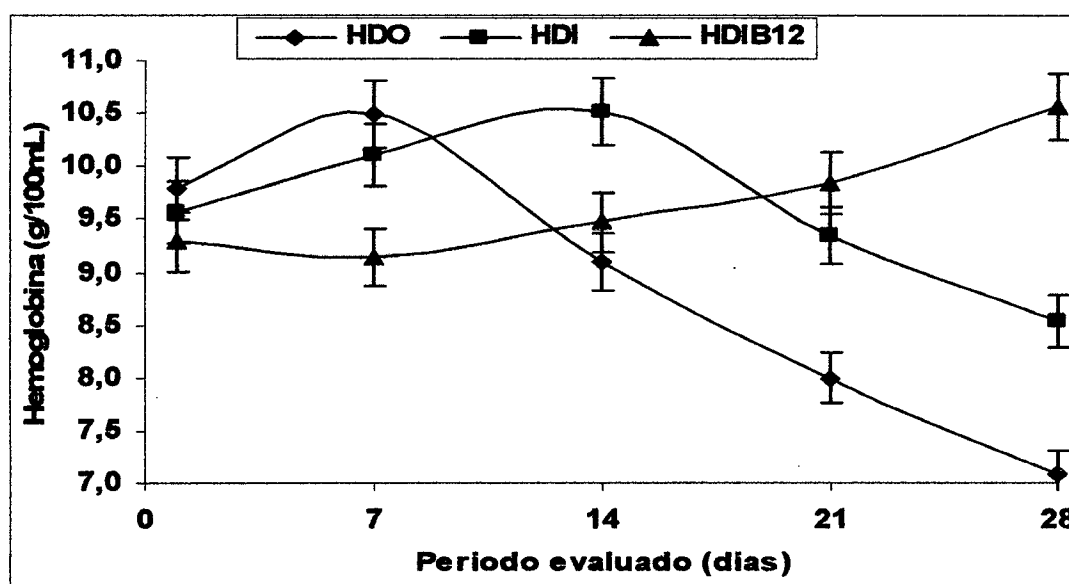


Figura 1. Niveles de hemoglobina en sangre de lechones de acuerdo al tipo de aplicación de hierro en función a los periodos evaluados (1, 7, 14, 21 y 28 días). (HDO= Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB12 = Hierro dextrano y Vitamina B12 inyectable)

#### 4.1.2 Niveles de hematocrito en lechones lactantes

En el Cuadro 3, se observa los niveles de hematocrito en la sangre de los lechones lactantes, evaluado en las diferentes formas de aplicación de hierro, los niveles de hematocrito en el primer día de evaluación no mostraron variaciones significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ), sin embargo los niveles de Hematocrito en las evaluaciones realizadas a los 14, 21 y 28 días de

edad los valores mostraron variaciones significativas ( $P<0.05$ ) en función a la forma de aplicación de hierro.

**Cuadro 3.** Niveles de hematocrito (%) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).

Tratamientos <sup>2</sup>	Evaluaciones (días) <sup>1</sup>				
	1 <sup>3</sup>	7 <sup>3</sup>	14 <sup>3</sup>	21 <sup>3</sup>	28 <sup>3</sup>
HDO	29,63a	31,63a	27,50b	24,00c	22,33c
HDI	28,88a	30,58a	30,03a	28,13b	25,33b
HDIB12	28,69a	27,06b	28,87b	30,18a	32,28a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>1,27</b>	<b>1,06</b>	<b>1,37</b>	<b>0,74</b>	<b>3,14</b>

<sup>1</sup> Promedios de de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre si ( $P<0.05$ ) por la prueba de Tukey

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.

En la Figura 2, se muestra el comportamiento de la hematocrito en función del periodo evaluado pos aplicación del hierro, observándose el comportamiento que a los 7 días de edad los valores de hematocrito descendieron en el tratamiento HDO y en HDI a los 14 días, sin embargo en el tratamiento HDIB<sub>12</sub> los valores aumentaron significativamente ( $P<0.05$ ) a partir de los 21 días de evaluación.

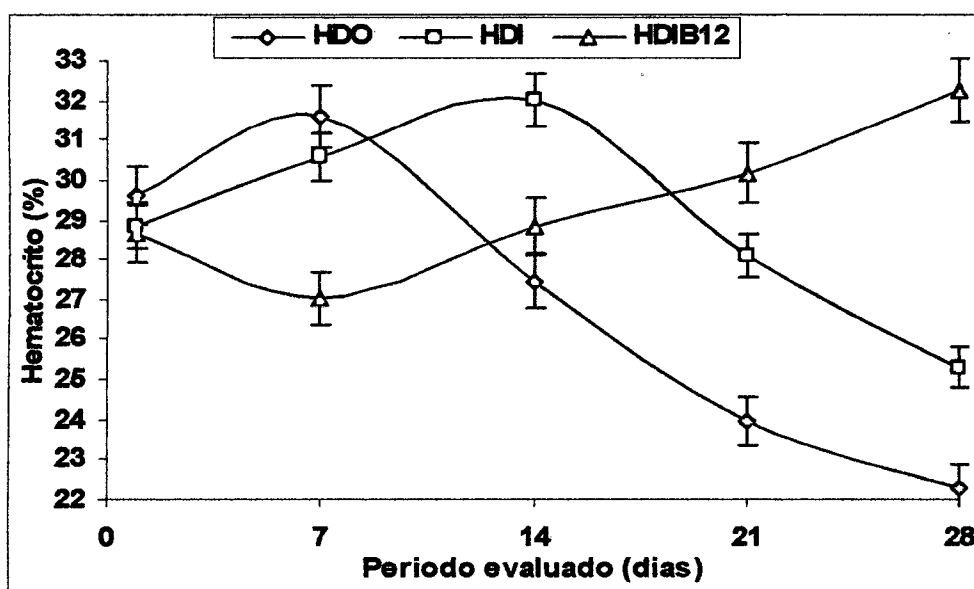


Figura 2. Niveles de hematocrito en la sangre de lechones de acuerdo al tipo de aplicación de hierro en función a los periodos evaluados (1, 7, 14, 21 y 28 días). (HDO= Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB12 = Hierro dextrano y Vitamina B12 inyectable)

#### 4.1.3 Niveles de hematíes en lechones lactantes

En el Cuadro 4, se observa los niveles de hematíes (millones/mm<sup>3</sup>) en la sangre de lechones lactantes evaluados en las diferentes formas de aplicación de hierro, en el primer día de evaluación no existieron variaciones significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, a partir de los 7 días de edad de los lechones los tratamientos HDO, HDI y HDIB<sub>12</sub> mostraron variaciones significativas ( $P < 0.05$ ) durante toda la fase de evaluación.

**Cuadro 4. Niveles de hematíes (millones/mm<sup>3</sup>) en la sangre de lechones que recibieron diferentes tratamientos de hierro, evaluados en la etapa de lactación (1, 7, 14, 21 y 28 días de edad).**

<b>Tratamientos<sup>2</sup></b>	<b>Fases de evaluación (días)<sup>1</sup></b>				
	<b>1<sup>3</sup></b>	<b>7<sup>3</sup></b>	<b>14<sup>3</sup></b>	<b>21<sup>3</sup></b>	<b>28<sup>3</sup></b>
HDO	4,914a	5,178a	4,567b	4,018b	3,589c
HDI	4,821a	5,092a	5,281a	4,696a	4,293b
HDIB12	4,820a	4,597b	4,797b	4,833a	5,324a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>3,08</b>	<b>3,46</b>	<b>3,82</b>	<b>4,68</b>	<b>2,73</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB12 = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre sí (P<0.05) por la prueba de Tukey.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.

#### **4.1.4. Valores del volumen corpuscular medio (VCM) en eritrocitos en la sangre de lechones lactantes.**

En el Cuadro 5, se muestra los valores de volumen corpuscular medio (VCM) medidos en fentolitros (fL) de los eritrocitos en la sangre de los lechones lactantes, estimados a partir de los valores de hematocrito y hematíes, donde se observa que los valores de VCM durante los días de evaluación no variaron significativamente (P>0.05) entre tratamientos.

Cuadro 5. Valores del volumen corpuscular medio (VCM) en eritrocitos en lechones durante la etapa de lactación.

Tratamiento <sup>2</sup>	Evaluación (días) <sup>1</sup>				
	1 <sup>3</sup>	7 <sup>3</sup>	14 <sup>3</sup>	21 <sup>3</sup>	28 <sup>3</sup>
HDO	60,24 a	61,34 a	60,17 a	59,85 a	61,86 a
HDI	59,82 a	59,98 a	60,57 a	59,84 a	58,94 a
HDIB12	59,78 a	59,99 a	60,17 a	62,73 a	60,66 a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>0,62</b>	<b>6,31</b>	<b>0,31</b>	<b>5,65</b>	<b>7,00</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, cálculos obtenidos de VCM (fL) de los valores de Hemoglobina, Hematocrito y Hematíes.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.

#### 4.1.5. Valores de hemoglobina corpuscular media (HCM) de los glóbulos rojos en lechones lactantes.

En el Cuadro 6, se muestra los valores de hemoglobina corpuscular media (HCM) medidos en picogramos (pg) en los eritrocitos de la sangre de los lechones lactantes, estimados a partir de los valores de hemoglobina y hematíes, donde se observa que los valores de HCM durante el periodo de evaluación no variaron significativamente ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos.

Cuadro 6. Valores de hemoglobina corpuscular media (HCM) en los eritrocitos en lechones en la etapa de lactación.

Tratamiento <sup>2</sup>	Evaluación (días) <sup>1</sup>				
	1 <sup>3</sup>	7 <sup>3</sup>	14 <sup>3</sup>	21 <sup>3</sup>	28 <sup>3</sup>
HDO	19,91 a	20,39 a	19,91 a	19,91 a	19,81 a
HDI	19,90 a	19,84 a	19,90 a	19,87 a	19,83 a
HDIB <sub>12</sub>	19,83 a	19,87 a	19,81 a	20,47 a	19,85 a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>0,002</b>	<b>0,49</b>	<b>0,004</b>	<b>0,53</b>	<b>0,006</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, cálculos obtenidos de (HCM) (pg) de los valores de Hemoglobina, Hematocrito y Hematíes.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.

#### 4.1.6. Valores de la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) en los glóbulos rojos en lechones lactantes.

En el Cuadro 7, se muestra los valores de concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) medidos en gramos decilitros (g/dL), en los eritrocitos de la sangre de los lechones lactantes, estimados a partir de los valores de hemoglobina y hematocrito, donde se observa que los valores de CHCM durante el periodo de evaluación no variaron significativamente ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos.

Cuadro 7. Valores de concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM) en los eritrocitos de la sangre de lechones en la etapa de lactación.

Tratamiento <sup>2</sup>	Evaluación (días) <sup>1</sup>				
	1 <sup>3</sup>	7 <sup>3</sup>	14 <sup>3</sup>	21 <sup>3</sup>	28 <sup>3</sup>
HDO	33,06 a	33,25 a	33,10 a	33,27 a	33,14 a
HDI	33,26 a	33,07 a	32,86 a	33,20 a	33,64 a
HDIB <sub>12</sub>	33,17 a	33,12 a	32,91 a	32,64 a	32,73 a
<b>SEM <sup>4</sup></b>	<b>0,16</b>	<b>0,13</b>	<b>0,09</b>	<b>0,19</b>	<b>1,67</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, cálculos obtenidos de (CHCM) (g/dL) de los valores de Hemoglobina, Hematocrito y Hematíes.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.

#### 4.2. Ganancia de peso y consumo de alimento.

En el Cuadro 8, se muestra los resultados obtenidos para ganancia diaria de peso (GDP) y consumo diario de alimento (CDA) de los lechones. Los animales que recibieron HDIB<sub>12</sub> consumieron mas alimento y ganaron mejor peso ( $P<0.05$ ) que aquellos que recibieron hierro en la forma oral (HDO) o hierro en la forma inyectable (HDI); asimismo los animales de HDB<sub>12</sub> consumieron mayor cantidad de alimento.

Cuadro 8. Promedios diarios de peso y consumo de alimento de los lechones sometidos a los diferentes tratamientos, durante la evaluación (7 a 28 días)<sup>1</sup>.

Tratamientos <sup>2</sup>	Ganancia diaria de peso, g <sup>3</sup>	Consumo diario de alimento, g <sup>3</sup>
HDO	213,10 b	337,21b
HDI	220,24 b	343,46b
HDIB <sub>12</sub>	235,60 a	366,00a
<b>SEM<sup>4</sup></b>	<b>2,15</b>	<b>1,22</b>

<sup>1</sup> Promedios de 12 lechones por tratamiento (3 lechones por repetición).

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina B12 inyectable.

<sup>3</sup> Para cada fase de evaluación, promedios seguidos por letras diferentes en la misma columna difieren significativamente entre si (P<0.05) por la prueba de Tukey.

<sup>4</sup> SEM = Error estándar de la media.



## **V. DISCUSIÓN**

### **5.1. Niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes en lechones lactantes.**

Según el Cuadro 1, los resultados obtenidos de los niveles de hemoglobina (Hb), hematocrito (Ho) y hematíes en promedio en HDO, HDI y HDIB<sub>12</sub> fueron de 8,90, 9,63 y 9,67 g/100ml; los valores de hematocrito fue de 27,01, 28,59 y 29,44 % ; y los valores de hematíes fue de 4,453, 4,836 y 4,874 Millones/mm<sup>3</sup> respectivamente. Los resultados obtenidos de los valores de Hb y Ho son menores a los obtenidos por GRANDIA (2003), el cual reporto valores de hemoglobina en lechones de 10 a 15 g /100 ml; asimismo, MILLER *et al.* (1999), obtuvieron valores de hemoglobina y hematocrito de 12 g /100 ml y 35 %. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los obtenidos por QUILES y HEVIA (2000), que reportaron valores de hemoglobina de 8,0 a 14,0 g/100 ml y hematocrito de 25 – 40 %.

Los valores de Hb y Ho obtenidos en el presente trabajo son menores a los determinados por GRANDIA (2003) y MILLER y ULLREY (1999), sobre todo en el tratamiento de HDO es mucho menor, esto se debe a que el hierro es un elemento esencial de la molécula de hemoglobina (VERGARA y PENDEMONTTE, 2004), estos niveles bajos de Hb y Ho en el tratamiento de HDO se deben a que probablemente no se absorbió en forma adecuada el

hierro a nivel de intestino delgado (RETAMAL, 2000), en los tratamientos de HDI y HDIB<sub>12</sub> los valores de Hb y Ho son mejores que el tratamiento HDO esto se debe a que en HDI y HDIB<sub>12</sub> se administraron hierro por vía intramuscular, en consecuencia el hierro esta disponible directamente en el vaso, por lo tanto, la disponibilidad de hierro es mejor en el organismo, el hierro es aprovechado en el organismo para la formación de hemoglobina. La hemoglobina transporta oxígeno desde los pulmones hacia los tejidos y de los tejidos hacia los pulmones transporta CO<sub>2</sub> (ROPPA, 2002). Cuando existe buena formación de Hb y GR favorece al desarrollo y crecimiento de los animales. Asimismo, la administración de vitamina B<sub>12</sub> favorece la síntesis de hemoglobina y en consecuencia a la formación de hematíes.

Los bajos niveles de Hb y Ho en el tratamiento HDO concuerdan con QUILLES Y HEVIA (2000), quienes concluyeron que la administración de hierro en forma oral ya sea como óxido de hierro, sulfato o carbonato de hierro, conlleva a una absorción bastante baja llegando a un 40 % en los mejores de los casos.

## **5.2. Niveles de hemoglobina, hematocrito y glóbulos rojos en lechones durante la etapa de lactación.**

Según los Cuadros 2, 3 4, y las Figuras 1 y 2, los resultados obtenidos en los niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes evaluados al primer, 7, 14, 21 y 28 días; en el primer día de evaluación los valores de Hb, Ho y hematíes obtenidos de los tratamientos HDO, HDI y HDIB<sub>12</sub> concuerdan con los valores obtenidos por EGELI y FRAMSTAD (1998), que encontraron valores iniciales de hemoglobina 9,2 g/100ml, sin embargo son inferiores a los valores obtenidos por VECCHIONACCE *et al.* (1999) y MILLER Y ULLREY (1999), reportaron valores de Hb al primer día de edad de 10,23 g /100ml, hematocrito 26,43 % respectivamente y eritrocitos de  $5 \times 10^6$  /mm<sup>3</sup>. Asimismo, MERCK (2000), concluyo que los lechones nacen con niveles bajos de hierro, porque la transferencia de hierro transplacentaria y por la leche materna es deficiente. Por lo tanto, la baja cantidad de hierro circulante en el organismo del animal causa una reducción en la síntesis de hemoglobina (VERGARA Y PENDEMONTE, 2004). En consecuencia los animales muestran diferentes cuadros de anemia y los animales afectados por anemia no crecen en forma adecuada (GRANDIA, 2003).

Los niveles de hemoglobina, hematocrito y hematíes a partir del séptimo día de evaluación concuerdan con los obtenidos por QUILES Y HEVIA (2000), estos autores reportan una tasa media de hemoglobina en lechón de 8 a 14 g /100ml y hematocrito de 25 a 40 %, sin embargo, los resultados obtenidos en el presente estudio no concuerda con VECCHIONACCE *et al* (1999) quien encontró promedios iniciales de Hb 10,23 g/100 ml y Ho de 26,43

% permaneciendo constante hasta el destete. El primer día de vida de los lechones, los niveles de Hb, Ho y GR en los tres tratamientos no existe variación. Sin embargo a partir del séptimo día de vida de los lechones, existe variación en los niveles de Hb, Ho y GR, además existiendo una deficiente disponibilidad de hierro a partir del tercer día de vida y a las tres primeras semanas (MILLER Y ULLREY, 1999), asimismo para la formación de Hb se necesita del aporte de hierro (PEÑUELA, 2004), dado que el lechón es uno de los animales que muestra un índice de crecimiento rápido, que exige una cantidad y variedad de nutrientes mayor y entre ellos el hierro (MERCK, 2000), por eso a partir de la segunda semana de vida del animal se suministra alimento de acuerdo a sus necesidades nutricionales. Sin embargo, a los 14 días en el tratamiento HDIB<sub>12</sub> se observa mejores niveles de Hb, Ho y GR comparados con el tratamiento HDI y HDO, esto se puede deber a que en el tratamiento HDIB<sub>12</sub> se inyecta hierro con vitamina B<sub>12</sub> por vía intramuscular, esto ha favorecido a la buena formación de los niveles Hb. A los 28 días de edad se muestra que los niveles de Hb, Ho y GR en el tratamiento HDO son bajos, no concuerda con QUILLES Y HEVIA (2000), quienes mencionan que la tasa de media de Hb es de 8 – 14 g/ml y Ho de 25 – 40 %, así mismo menciona que el análisis de estos parámetros son los principales indicadores de la anemia, por lo tanto cuando existe niveles bajos de Hb, Ho y recuento de Hematíes en la sangre conduce a la anemia (DOSSIER, 2001 ), concuerda con MILLER Y ULLREY (1999), quienes encontraron valores de hematíes en lechones anémicos de  $3 \times 10^6/\text{mm}^3$ .

### 5.2.1 Valores de los índices eritrocíticos

Según el Cuadro 5, 6 y 7 los resultados obtenidos del volumen corpuscular medio (VCM), hemoglobina corpuscular media (HCM) y la concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), en los tratamientos HDO, HDI y HDIB<sub>12</sub>, durante los días de evaluación los niveles estuvieron en un rango de: (VCM) 59.20 – 61.39 fL, (HCM) 19.78 – 20.39 pg y (CHCM) 32.64 – 33.59 g/dL respectivamente, estos resultados obtenidos concuerdan con POLLMAN *et al.* (1983), REYES, SANTOS y RAMIREZ (2004) y SCHALM (1964), quienes encontraron valores de VCM de 52 a 62 fL, 50 a 68 fL y 50 a 68 fL promedio 63 fL respectivamente; de HCM de 17 a 24 pg y 17 a 23 pg y valores de CHCM de 29 a 34 g/dL, 30 a 34 g/dL y promedio de 32 g/dL. Sin embargo, los resultados obtenidos son inferiores en comparación a lo reportado por MILLER Y ULLREY (1999), quienes mostraron promedios VCM de 70 fL. Los valores están dentro del rango normal ninguno sobrepasa o disminuye estos límites, Asimismo los niveles de VCM, HCM y CHCM indican las características morfológicas de los glóbulos rojos o hematíes y diagnostican el tipo de anemia, sin embargo en el tratamiento HDO donde se encontraron niveles de Hemoglobina bajos (Cuadro 2), a los 28 días de edad, los niveles de VCM y CHCM muestran valores altos en comparación a los otros tratamientos, así mismo encontrándose dentro de los valores normales se determinó una anemia tipo normocítica y normocromica mencionado por GARCÍA y HUIDOBRO (2003).

### 5.3. Ganancia de peso y consumo de alimento.

Según el Cuadro 8, los resultados obtenidos en la evaluación, se demostró que los lechones que recibieron el tratamiento HDIB<sub>12</sub> durante la fase de lactación presentaron mayor consumo diario de alimento (366 g/día) y mayor ganancia de peso (235,6 g/día) que aquellos que recibieron en el tratamiento HDO y HDI; probablemente el consumo de alimento es mayor debido a que el hierro contribuye a la adaptación del lechón a una alimentación sólida (CASTRO 1995), asimismo concuerda con lo mencionado por POLLMAN *et al.* (1983) y KARL, (1991), quienes mencionan que utilizando hierro en forma intramuscular encontraron lechones con mayores pesos. Sin embargo no concuerda con lo reportado por MARIN Y VERA (2001); SUARES *et al.* (2002) y VELAZCO *et al.* (2002), quienes mencionaron que la aplicación de hierro dextrano intramuscular a diferentes dosis no afectaron en la ganancia de peso entre el nacimiento y el destete. Los lechones tratados con HDO mostraron un retraso en el crecimiento concordando con QUILES y HEVIA (2000), donde concluyeron que el es el primer síntoma evidente de una carencia de hierro el primer síntoma es el retraso en el crecimiento.

## **VI. CONCLUSIONES**

- El hierro administrado en forma intramuscular mejora los valores de hemoglobina y hematocrito en lechones al destete comparados con el tratamiento vía oral.
- La aplicación de hierro dextrano y vitamina B12 inyectable permiten obtener mayor consumo de alimento y mayor ganancia de peso de los lechones al destete.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Establecer un programa de sanidad con el uso de hierro dextrano y vitamina B12 inyectable en lechones.
- Realizar trabajos de investigación sobre la respuesta de la aplicación de hierro dextrano y vitamina B12 inyectable en la fase de lactación y evaluar su efecto hasta la etapa de acabado o peso al mercado.
- Realizar trabajos de investigación sobre la relación existente entre la dosis de aplicación de hierro con la proliferación de la bacteria *Escherichia coli*.



## **VIII. ABSTRACT**

This research work was carried out at the farm of the faculty of Animal Science, National Agrarian of the Forest University, Tingo Maria – Peru, during 2 months, with the objective to evaluate the effect of dextran iron administered by oral and injected way with dextran iron oral (HDO), dextran iron intra muscle (HDIB<sub>12</sub>), as source of iron; 36 one –day born piglets coming from four litters where used distributed in complete random block design, arranged in four blocks, three treatments where applied. Here they took the Hematological indexes, feed intake and body weight gain were measured in the pigs until 28 day old. significant differences Statistically was found in iron application way to hemoglobin, hematocrit, blood red cells body weight gain and feed intake, gut non significant to mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration, hematological indices levels slightly improved for the way of application. It was concluded that the iron administered intra muscle way presented better hemoglobin, hematocrit and red blood cell levels in weaning pigs compared with the other treatments.

**Key word:** Dextran iron, injected and iron piglets, hematological indexes, feed intake and body weight gain.

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

BONE, J. 1999. Fisiología y anatomía animal, el manual moderno S. A. México.  
p 201.

BLOOD, D. 1992. Medicina Veterinaria. 7 Ed. México, Mc Graw – Hill. V. 1 y 2.

CASTRO, A. 1995. Modernas técnicas de destete y alimentación en lechones.  
En: Seminario Internacional de Porcicultura 3° Edic. Lima, Perú.  
Resumen. Lima, Asociación Peruana de Porcicultores. p. 27-40.

DAVILA, G. 2001. Producción Porcina Intensiva. [En línea]: Artículos  
(<http://www.infogranja.com.ar/articulos/porcinos>, 16 de noviembre del  
2004).

DOSSIER, C. 2001. Medicina y salud. [En línea]: Artículos  
(<http://www.medicina21.com/doc.php>, 23 de enero del 2004).

EGELI, A. K; FRAMSTAD, T. 1998. An evaluation of iron - dextran  
supplementation in piglets administered by injection on the first, third or  
fourth day after birth. Res vet sci jun; 66 (3): 179 - 184.

ENGLISH, R. 1991. Condiciones para destete precoz de lechones. Factor  
nutricional. Mundo Porcino, Lima, p 17.

- GARCÍA, D; HUIDOBRO, M. 2003. Hemograma. [En línea]: Publicaciones. (<http://escuela.med.puc.cl/Publ/ManualSemiologia/>, 2005).
- GRANDÍA, T. 2003. Trombocitopenia purpúrea. [En línea]: Artículos Uruguay (<http://www.vet-uy.com>, 19 de julio del 2004).
- KARL, E. 1991. Enfermedades del cerdo en explotación extensiva. 7° Edic. Barcelona, Edimed. p 74.
- MARIN Y VERA 2001. Evaluación de la aplicación de hierro intramuscular en lechones a nivel de granjas comerciales. [En línea]: Artículos (<http://www.sian.info.ve/porcinos>, 11 de Abril del 2004).
- MATEO, R. 2006. Análisis clínicos hematológicos. [En línea]: Artículos ([http://www.wikilearning.com/indices\\_hematimetricos](http://www.wikilearning.com/indices_hematimetricos), 15 de Agosto del 2007).
- MATEOS, G. G., GARCIA, V. D, JIMÉNEZ M. E. 1999. Microminerales en alimentación de monogástricos. [En línea]: Artículos (<http://www.edicionestecnicasreunidas.com>, 14 de julio del 2006).
- MERCK, M. 2000. El Manual de Merck de Veterinaria. 5ª Ed. Océano Centrum. Barcelona – España. 1795 p.
- MILLER Y ULLREY 1999. Anemia en lechones. Facultad Veterinaria [En línea]: Artículos (<http://www.vet-uy.com/artic>, 15 de Julio del 2005).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, (NRC) 1994. Nutrient Requirements of Domestic Animals, No. 2. Nutrient Requirements of Swine. National Research Council. Washington.

- PEÑUELA, A. 2004. Hemoglobina [En línea]: Artículos (<http://www.colombiamedica.univalle.edu.co/Vol36No3/>, 27 de Junio del 2004).
- POLLMAN, D., SMITH, J., STEVENSON, J., SHONEWEIS, D. 1983. Valores hematológicos en condiciones tropicales durante las siete primeras semanas de vida. [En línea]: Artículos (<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicación>, 18 de Diciembre del 2003).
- QUILLES, A y HEVIA, M. 2000. Anemia ferropénica del lechón. Departamento de Producción Animal. [En línea]: Artículos (<http://www.vet-uy.com>, 25 de Diciembre del 2005).
- QUINTEROS, A. 2002. Desarrollo de un alimento a partir de hierro y evaluación de su biodisponibilidad. [En línea]: Tesis. Barcelona – España (<http://www.tdx.cesca.es/>, 21 de Mayo del 2004).
- RETAMAL, A. 2000. Farmacoterapéutico de Castilla-La Mancha. [En línea]: Boletín (<http://www.sescam.jccm.es>, 10 de Noviembre del 2005).
- REYES, J; SANTOS, G; RAMIREZ, H. 2004. Detección de viremia en la infección experimental por *Rubulavirus porcino* [En línea]: Artículos (<http://www.scielo.cl/scielo.php>, 2005).
- ROPPA, L. 2002. Mundo Avícola y porcino. Principales Razas. Asociación Peruana de Porcicultores revista N° 36 y 37. [En línea]: Artículos (<http://www.porcicultura.com/>, 15 de Setiembre del 2005).
- SCHALM, O. 1964. Hematología veterinaria. Unión tipográfica- editorial Hispano Americana- España. 125.

- SORZA, Z. 2003. Nutrición de lechón. En: Congreso de Porcicultura y Expo Porcina (3., 2003, Lima, Perú). Memorias. Lima, Asociación Peruana de Porcicultores. p: 132 – 149.
- SUAREZ, O; GONZÁLEZ, C; CUMARE, V; VECCHIONACCE, H. 2002. Efecto del hierro inyectable en lechones utilizando dos productos comerciales a tres dosis. [En línea]: Artículos (<http://www.sian.info.ve/porcinos/congresos>, 12 de Abril del 2005).
- VALTEK. 2002. Hemoglobina. [En línea]: (<http://www.valtek.cl/Es/Valtek.htm>, 25 Noviembre del 2005).
- VECCHIONACCE, H; VERA, E; MARÍN, R; GONZÁLEZ, C; FIGUEROA, R; DÍAZ, I. 1999. Comparison of gleptoferron and iron dextran for nursing pigs, performance [En línea]: Artículos (<http://www.sian.info.ve/porcinos>, 15 de Agosto del 2006).
- VELAZCO, G, GONZÁLEZ, C, VECCHIONACCE, H, CÁRDENAS, S. 2002. Efecto del hierro inyectable en lechones de diferentes edades [En línea]: Artículos (<http://www.sian.info.ve/porcinos>, 02 de Marzo del 2005).
- VERGARA, A; PENDEMONTTE, T. 2004. Hematopoyesis y Anemia. [En línea]: (<http://www.escuela.med.puc.cl>, 05 de Octubre del 2005)
- ZAVALA, R. 2001. Manejo de lechones. Barcelona - España. [En línea]: (<http://www.infocarne.com>, 17 de Junio del 2004).

## **X. ANEXO**

Cuadro 9. Peso vivo promedio (Kg.) de los lechones durante la fase de lactación (7 a 28 días de edad).

Tratamiento <sup>2</sup>	Repetición.	Edad (días) <sup>1</sup>		
		Nacimiento	7 días	28 días
HDO	1	1,31	2,30	6,90
HDO	2	1,26	2,32	6,80
HDO	3	1,31	2,35	6,82
HDO	4	1,36	2,33	6,68
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,31</b>	<b>2,33</b>	<b>6,80</b>
HDI	1	1,26	2,40	7,1
HDI	2	1,28	2,37	7,00
HDI	3	1,27	2,38	6,90
HDI	4	1,29	2,35	7,00
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,27</b>	<b>2,38</b>	<b>7,00</b>
HDIB <sub>12</sub>	1	1,26	2,46	7,35
HDIB <sub>12</sub>	2	1,33	2,42	7,37
HDIB <sub>12</sub>	3	1,30	2,42	7,51
HDIB <sub>12</sub>	4	1,31	2,39	7,25
<b>PROMEDIO</b>		<b>1,30</b>	<b>2,42</b>	<b>7,37</b>

<sup>1</sup> Los datos de cada repetición representa el promedio de 9 lechones

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.

Cuadro 10. Ganancia de peso y consumo promedio de alimento/animal, durante la fase de lactación (7 a 28 días de edad).

Tratamiento	Repetición	Variables	
		Ganancia de peso <sup>1</sup>	Consumo de alimento <sup>1</sup>
		Kg.	Kg.
HDO	1	4,60	1,00
HDO	2	4,48	1,02
HDO	3	4,47	1,02
HDO	4	4,35	1,01
<b>PROMEDIO</b>		<b>4,48</b>	<b>1,01</b>
HDI	1	4,70	1,05
HDI	2	4,63	1,02
HDI	3	4,52	1,03
HDI	4	4,65	1,03
<b>PROMEDIO</b>		<b>4,63</b>	<b>1,03</b>
HDIB <sub>12</sub>	1	4,89	1,11
HDIB <sub>12</sub>	2	4,95	1,10
HDIB <sub>12</sub>	3	5,09	1,08
HDIB <sub>12</sub>	4	4,86	1,11
<b>PROMEDIO</b>		<b>4,95</b>	<b>1,10</b>

<sup>1</sup> Los datos de cada repetición representa el promedio de 9 lechones

<sup>2</sup> Tratamientos: HDO = Hierro dextrano oral, HDI= Hierro dextrano inyectable, HDIB<sub>12</sub> = Hierro dextrano y Vitamina. B12 inyectable.