

**Efecto de la aplicación de Hierro Dextrán a
terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus
cruces sobre su crecimiento en las primeras
siete semanas de vida**

Xavier Sebastián Revelo Saltos

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2005

Efecto de la aplicación de Hierro Dextrán a terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus cruces sobre su crecimiento en las primeras siete semanas de vida

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Xavier Sebastián Revelo Saltos

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor

Xavier Sebastián Revelo Saltos

Honduras
Diciembre, 2005

Efecto de la aplicación de Hierro Dextrán a terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus cruces sobre su crecimiento en las primeras siete semanas de vida

presentado por

Xavier Sebastián Revelo Saltos

Aprobada:

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador Área Temática

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Director de Carrera de
Ciencia y Producción
Agropecuaria

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado durante todos estos años.

A mis padres por su confianza y apoyo.

A todas las personas que me brindaron su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por haberme apoyado durante esta etapa de mi vida universitaria.

Al Dr. Miguel Vélez por su paciencia y enseñanzas.

Al Dr. Isidro Matamoros por ser ejemplo de vida dentro y fuera de la Escuela.

Al Dr. John Hincapié por su valiosa ayuda en la realización de este proyecto.

A mis amigos y colegas por cada día que vivimos juntos en nuestra Escuela.

A todo el personal de Zootecnia y de la Unidad de Ganado Lechero por el apoyo en la realización de esta tesis.

RESUMEN

Revelo, X. 2005. Efecto de la aplicación de Hierro Dextrán a terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus cruces sobre su crecimiento en las primeras siete semanas de vida. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 15 p.

La leche no contiene suficiente hierro para satisfacer las necesidades de los terneros cuya capacidad de crecimiento es elevada como consecuencia del mejoramiento genético. Se han usado compuestos de hierro para tratar su deficiencia. Entre junio y diciembre de 2004 se realizó un estudio en Zamorano con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de hierro dextrán (HD; Hierrox[®]) a terneros recién nacidos sobre su porcentaje de hematocrito, ganancia de peso y aumento de estatura en los primeros 42 días de vida. Se utilizaron 79 terneros machos y hembras de las razas Holstein, Jersey y sus cruces. Se aplicaron 1000 mg de HD vía intramuscular a 39 terneros en las primeras 24 horas de nacidos y 40 terneros se usaron como control. Se usó un diseño completamente al azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo. Al nacimiento el 81% de los terneros presentaron anemia (porcentaje de hematocrito menor a 42%). No se encontró relación entre el sexo o la raza de los terneros y el porcentaje de hematocrito al nacer ($P > 0.05$). El porcentaje de hematocrito a los 7, 21 y 42 días de los terneros que recibieron aplicación de HD fue mayor ($P < 0.05$) que el grupo control, sin embargo, a partir de la segunda semana de vida los animales de ambos tratamientos alcanzaron niveles de hematocrito por encima de los normales lo que se atribuye a la ingestión de hierro con el concentrado y harina de soya a partir del séptimo día. La ganancia de peso a los 42 días fue similar ($P > 0.05$) entre los animales con aplicación de HD (456 g/día) y el grupo control (468 g/día). No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en la estatura de los terneros a los 42 días: 77.3 cm y 77.2 cm para el grupo control y los animales con HD, respectivamente.

Palabras clave: Anemia, ganancia de peso, hematocrito, hierro dextrán, terneros.

Miguel Velez Ph.D.

CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatorias.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Resumen.....	vi
	Contenido.....	vii
	Índice de cuadros.....	viii
	Índice de figuras.....	ix
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
2.1	Localización.....	3
2.2	Animales.....	3
2.3	Tratamientos.....	4
2.4	Diseño experimental y análisis estadístico.....	5
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1	Porcentaje de hematocrito.....	6
3.1.1	Porcentaje de hematocrito al nacimiento.....	6
3.1.2	Variación del porcentaje de hematocrito en los primeros 42 días de vida..	7
3.2	Peso acumulado y Ganancia Diaria de Peso (GDP).....	9
3.3	Estatura y aumento diario de estatura.....	11
4.	CONCLUSIONES.....	12
5.	RECOMENDACIONES.....	13
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Distribución de los animales en los tratamientos.....	3
2. Composición del concentrado y del lacto-reemplazador.....	4
3. Valores normales de hematocrito en bovinos jóvenes.....	4
4. Clasificación de las anemias de acuerdo a su severidad.....	5
5. Porcentajes de hematocrito al nacer.....	6
6. Relación entre el porcentaje de hematocrito al nacer y el número de partos de la madre.....	6
7. Efecto de la aplicación de hierro dextrán sobre la variación del hematocrito..	7
8. Porcentaje de hematocrito por sexos en los primeros 42 días de vida.....	7
9. Porcentaje de hematocrito por razas en los primeros 42 días de vida.....	8
10. Aporte de hierro de la dieta de los terneros.....	9
11. Peso de los terneros con y sin aplicación de hierro dextrán.....	9
12. Efecto de la aplicación de hierro dextrán sobre la ganancia de peso.....	10
13. Efecto de la raza sobre la ganancia de peso.....	10
14. Efecto del sexo sobre la ganancia de peso.....	10
15. Estatura de los terneros con y sin aplicación de hierro dextrán.....	11
16. Efecto de la raza sobre el aumento de estatura.....	11
17. Efecto del sexo sobre el aumento de estatura.....	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Efecto de la aplicación de 1000 mg de Fe sobre el porcentaje de hematocrito en los primeros 42 días de vida..... 8

1. INTRODUCCIÓN

Los minerales solos, asociados entre sí o combinados con grupos orgánicos son parte estructural del organismo animal. El hierro pertenece al grupo de micronutrientes y se encuentra en su mayoría en la hemoglobina de la sangre y en la mioglobina de los músculos que son las encargadas de transportar oxígeno.

La sangre se puede separar en un componente líquido (plasma) y otro celular por medio de centrifugación. La fracción de células se llama hematocrito, es de color rojo debido a que en su mayor parte esta compuesta de eritrocitos que contienen hemoglobina (Cunningham 1992). La hemoglobina contiene 0.34% de hierro (Salt Institute 2004). Un metabolismo funcional exige un nivel óptimo de eritrocitos en la sangre; una disminución en el nivel de hemoglobina es el resultado una de deficiencia de proteína, hierro, cobalto o cobre (Blood y Studdert 1988).

Debido al desarrollo genético que han tenido los bovinos, los requerimientos nutricionales de los terneros recién nacidos han aumentado mientras que la composición de la leche o sus sustitutos es la misma. Los valores de hematocrito y hemoglobina en la sangre son por lo general bajos al nacimiento y se reducen más cuando el ternero empieza a amamantar. Si la ingesta de hierro en la dieta es baja, los niveles de hematocrito y hemoglobina pueden continuar descendiendo por semanas (Benjamín 1988; Thomas *et al.* 1954).

En los terneros mantenidos con una dieta pobre en hierro (leche) se desarrolla una anemia microcítica normocrómica (Merck & Co. 2003). Los terneros afectados por anemia son deficientes en hierro al nacer, lo que da como resultado niveles bajos de hemoglobina en las primeras semanas de vida (Hibbs *et al.* 1963).

Un bajo consumo de hierro resultante en anemia causa adaptaciones endocrinas y metabólicas; aumenta la utilización de la glucosa dependiente de la insulina y reduce la respuesta de la insulina a la hormona del crecimiento (Blum y Hammon 1999). Bremner *et al.* (1976) encontraron una reducción en la ganancia de peso cuando el contenido de hemoglobina es menor de 7 g de hemoglobina por cada 100 mL de sangre y que el principal efecto de la anemia por deficiencia de hierro es la disminución del apetito.

Thomas *et al.* (1954) observaron en terneros moderadamente anémicos a los 40 días posparto un incremento en el nivel de hemoglobina con una suplementación de 100 mg/día de hierro elemental. De igual forma, Kume y Tanabe (1996) encontraron un aumento en los niveles de hemoglobina y hematocrito en la sangre de terneros Holstein que recibieron 40 mg de FeSO₄ mezclados en el calostro hasta el quinto día.

Se han usado compuestos de hierro dextrán (Fe elemental, como poliglucopiranosil) más vitamina B₁₂ para tratar la deficiencia de hierro y la anemia, pero no se han establecido dosis precisas (Blood y Radostits 1992). La vitamina B₁₂ participa en el metabolismo energético como coenzima (Bayer 2004). Según Top Agrar (2004) la aplicación de 1000 mg de hierro dextrán en las primeras 24 horas de nacido aumenta el nivel de hemoglobina en la sangre, mejora el crecimiento y la ganancia de peso.

Hibbs *et al.* (1963) encontraron que en terneros con un nivel inicial bajo de hemoglobina (< 9 g/100 mL) este aumentó después de una aplicación de 500 mg de hierro dextrán, mientras que en el grupo con nivel inicial alto (> 10.5 g/100 mL) la hemoglobina disminuyó, y los terneros con un nivel inicial medio (9 -10.5 g/100 mL) mantuvieron los valores constantes.

Hibbs *et al.* (1963) y Raleigh y Wallace (1962) no hallaron evidencia de que el aumento de los valores hematológicos incrementa la ganancia de peso y el crecimiento; mientras que Geisser *et al.* (1991), Thomas *et al.* (1954), Matrone *et al.* (1957) y Roy *et al.* (1964) encontraron un efecto positivo de la suplementación de hierro sobre la ganancia de peso de terneros durante sus primeras semanas de vida.

Según Kume *et al.* (1998), los terneros nacidos de primerizas presentan valores de hematocrito y hemoglobina más bajos que los nacidos de vacas adultas mientras que Hibbs *et al.* (1963) no encontraron relación entre el nivel de hemoglobina de terneros recién nacidos con los niveles de sus madres.

Se decidió estudiar el efecto de la aplicación de hierro dextrán más vitamina B₁₂ (Hierrox[®]) al nacer sobre el hematocrito, ganancia de peso y aumento de estatura en terneros Holstein, Jersey y sus cruzas bajo condiciones de Zamorano. Además se analizó la relación entre el porcentaje de hematocrito obtenido y la ganancia de peso y el aumento de estatura.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se realizó entre junio y diciembre de 2004 en la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, ubicada en el valle del Yeguaré, a 800 msnm, con una temperatura promedio de 25° C y una precipitación media anual de 1100 mm (Centro Meteorológico EAP 2005).

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 79 terneros recién nacidos Holstein, Jersey y sus cruces de ambos sexos, los que se asignaron a los tratamientos al azar según se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución de los animales en los tratamientos.

Composición racial	Sexo	Terneros con aplicación de Fe	Control
Holstein	Macho	7	7
Holstein	Hembra	4	5
Jersey	Macho	5	4
Jersey	Hembra	6	6
Cruces ¹	Macho	10	11
Cruces ¹	Hembra	7	7
Total		39	40

¹ Holstein × Jersey y Holstein × Pardo

Los terneros recibieron calostro a voluntad inmediatamente después del parto y durante los tres primeros días. A partir del cuarto día recibieron cuatro litros de lacto-reemplazador, agua y concentrado a voluntad (Cuadro 2). Además al momento del nacimiento se aplicó 3 mL de complejo vitamínico ADE₃ (Vit.A 5'000,000UI/ml; Vit.D3 75,000UI/ml; Vit.E 50mg/ml). Este tratamiento se repitió a la octava semana de vida.

Cuadro 2. Composición del concentrado y del lacto-reemplazador.

Componente	Concentración (%)	
	Concentrado	Lacto-reemplazador
Proteína Cruda	17	23
Grasa Cruda	2.9	17
Fibra Cruda	2.5	1
Calcio	1.28	dnd ¹
Fósforo	0.56	dnd ¹
Hierro	0.075	0.01

¹ datos no disponibles

Fuente: Viñeta del producto

En la investigación se incluyeron todos los animales nacidos de parto normal sin alteración genética o patología clínica.

2.3 TRATAMIENTOS

Se usaron dos tratamientos, sin y con 1000 mg de hierro dextrán (Hierrox®, Bayer) aplicados por vía intramuscular antes de las 24 horas de nacido según lo recomendado por Top Agrar (2004).

Se evaluaron los porcentajes de hematocrito en sangre entera, se pesaron los animales y se midió la altura al nivel de la cruz al nacimiento y a los 7, 21 y 42 días. La primera muestra de sangre fue colectada antes de la aplicación de hierro dextrán. Se recolectó 1 mL por punción de la vena yugular; posteriormente se llenó un capilar que fue centrifugado a 13000 revoluciones por minuto en una centrífuga MHCT II Adams® de hematocrito. La lectura de los valores se realizó utilizando la tarjeta lectora de tubos capilares Critocaps™, Monoject®. Se analizó la relación entre el nivel de hematocrito y la ganancia de peso y el aumento de estatura. Los valores de hematocrito fueron clasificados de acuerdo a los valores propuestos por Benjamín (1988) que se indican en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Valores normales de hematocrito en bovinos jóvenes.

Edad	Hematocrito (%)	Hemoglobina (g/dL)
Al nacimiento	42	13.0
A la semana	35	11.0
2 meses	32	10.5
4 meses	35	11.0
24 meses	35	11.0

Fuente: Benjamín 1988

Para la clasificación de las anemias se utilizó la clasificación propuesta por Cunningham (1992) que se detalla en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Clasificación de las anemias de acuerdo a su severidad.

Clasificación	Disminución del porcentaje de hematocrito con respecto al nivel normal
Leve	< 5 %
Moderada	5.1 % - 10 %
Severa	10.1 % - 20 %

Fuente: Cunningham 1992.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo con dos tratamientos, 40 repeticiones para el tratamiento con hierro dextrán y 39 para el control. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS[®] 2002) realizando un ANDEVA, en el modelo GLM, comparación de medias y Diferencia Mínima Significativa (DMS). Los valores porcentuales se normalizaron utilizando la función ARCOSENO. Para estudiar las relaciones entre la tasa de crecimiento, ganancia de peso y hematocrito se realizaron correlaciones. Para analizar la relación entre el porcentaje de hematocrito del ternero al nacer con el número de partos de la madre se realizó una prueba de chi cuadrado. El nivel de significancia exigido fue de 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PORCENTAJE DE HEMATOCRITO

3.1.1 Porcentaje de hematocrito al nacimiento

El 81% de los terneros presentaron anemia al nacimiento (Cuadro 5). El 71% de terneros nacidos anémicos fueron crías de primerizas ($P > 0.05$) (Cuadro 6). Esto concuerda con lo encontrado por Kume y Tanabe (1996) de que el nivel de hematocrito en terneros de vacas de primer parto es más bajo que el de terneros de vacas con partos múltiples. No se encontró relación entre el sexo y la raza de los terneros y su porcentaje de hematocrito al nacer ($P > 0.05$) pero si una correlación positiva entre el porcentaje de hematocrito al nacimiento y el reportado a los 7 (0.61) y 21 días (0.79).

Cuadro 5. Porcentajes de hematocrito al nacer.

Animales (%)	Hematocrito (%)	Clasificación ¹
19.0	> 42	Normal
10.1	39.9 – 42	Anemia leve
12.7	37.8 - 39.8	Anemia moderada
58.2	< 37.8	Anemia severa

¹Propuesta por Cunningham (1992).

Cuadro 6. Relación entre el porcentaje de hematocrito al nacer y el número de partos de la madre.

	Anemia al nacimiento		Hematocrito normal		Total
	Observado	Esperado	Observado	Esperado	
Primípara	45	44	9	10	54
Múltipara	19	20	6	5	25
Total		64		15	79

3.1.2 Variación del porcentaje de hematocrito en los primeros 42 días de vida

El porcentaje de hematocrito a los 7, 21 y 42 días de los terneros que recibieron aplicación de hierro dextrán fue mayor ($P < 0.05$) que el de los terneros control a pesar de que su porcentaje al nacimiento fue menor (Cuadro 7). Estos resultados son similares a los encontrados por Hibbs *et al.* (1963), Kume *et al.* (1998), Matrone *et al.* (1957) y Miltenburg *et al.* (1991), pero contrastan con los de Bunger *et al.* (1982) quienes no hallaron efecto de la aplicación de 1000 y 1500 mg de hierro dextrán sobre el porcentaje de hematocrito.

Cuadro 7. Efecto de la aplicación de hierro dextrán sobre la variación del hematocrito.

Tratamiento	n	Hematocrito (%)			
		Nacimiento	7 d	21 d	42 d
Control	40	36.7 ± 1 ^a	35.5 ± 1 ^a	36.1 ± 1 ^a	33.6 ± 1 ^a
1000 mg Fe	39	34.8 ± 1 ^b	36.5 ± 1 ^b	39.8 ± 1 ^b	36.5 ± 1 ^b

^{ab} medias en una columna seguidas por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$)

El porcentaje de hematocrito al nacimiento, 7, 21 y 42 días fue similar en ambos sexos (Cuadro 8). Estos resultados son distintos a los de Anderson *et al.* (1950) y de Thomas *et al.* (1954) quienes encontraron que las hembras tuvieron un porcentaje más alto.

Cuadro 8. Porcentaje de hematocrito por sexos en los primeros 42 días de vida.

Sexo	Hematocrito (%)							
	Nacimiento		7 d		21 d		42 d	
	Fe	Control	Fe	Control	Fe	Control	Fe	Control
Macho	34.9 ± 1	36.3 ± 1	36.1 ± 1	36.9 ± 1	38.8 ± 1	37.6 ± 1	35.3 ± 1	34.3 ± 1
Hembra	36.4 ± 2	37.3 ± 1	37.3 ± 2	34.1 ± 1	41.2 ± 2	34.5 ± 2	37.3 ± 2	32.4 ± 2

Se encontraron algunas diferencias ($P < 0.05$) pero sin una tendencia clara en el porcentaje de hematocrito a los 7, 21 y 42 días de los terneros Holstein, Jersey y sus cruza sin la aplicación de hierro (Cuadro 9). Thomas *et al.* (1954) encontraron que el porcentaje de hematocrito es menor en terneros Holstein y Jersey que en cruza Red Dane y Sindhi-Jersey.

Cuadro 9. Porcentaje de hematocrito por razas en los primeros 42 días de vida.

Raza	n	Hematocrito (%)							
		Nacimiento		7 d		21 d		42 d	
		Fe	Control	Fe	Control	Fe	Control	Fe	Control
Holstein	23	34 ± 2 ^a	37 ± 2 ^a	38 ± 2 ^a	36.2 ± 2 ^a	42 ± 2 ^a	36.0 ± 2 ^{ac}	39 ± 2 ^a	33.4 ± 2 ^a
Jersey	21	32 ± 2 ^a	37 ± 2 ^a	34 ± 2 ^a	34.2 ± 2 ^b	38 ± 2 ^a	34.9 ± 2 ^b	36 ± 6 ^a	33.6 ± 2 ^{ab}
Cruces ¹	35	39 ± 2 ^a	37 ± 1 ^a	37 ± 2 ^a	36.2 ± 1 ^{ab}	40 ± 2 ^a	37.3 ± 1 ^c	35 ± 6 ^a	33.8 ± 1 ^b

^{abc} medias en una columna seguidas por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$)

¹ Holstein × Jersey, Holstein × Pardo

Durante los primeros siete días de vida los terneros con y sin inyección de hierro dextrán presentaron anemia. A partir de la segunda semana de vida los animales de ambos tratamientos alcanzaron niveles de hematocrito superiores a los normales (Figura 1).

Estos resultados son similares a los de Miyata *et al.* (1984), quienes encontraron un leve incremento del porcentaje de hematocrito de terneros con aplicación de 400 mg de hierro dextrán al tercer día y a la segunda semana, mientras que Thomas *et al.* (1954) reportaron que el porcentaje de hematocrito de terneros Holstein y Jersey se redujo después del parto y alcanzó niveles normales a los 30 días de vida.

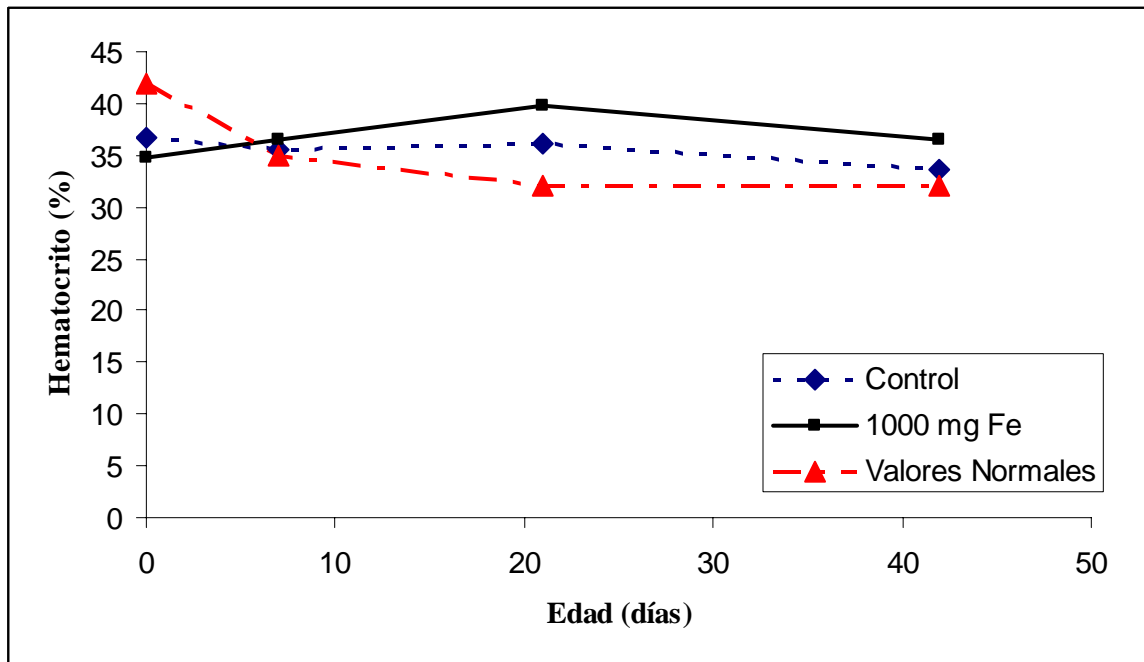


Figura 1. Efecto de la aplicación de 1000 mg de Fe sobre el porcentaje de hematocrito en los primeros 42 días de vida.

La ingestión de hierro con el concentrado y la harina de soya a partir del séptimo día (Cuadro 10) evita que el ternero continúe en estado anémico. La alimentación de terneros únicamente con leche entera o lactoreemplazador es insuficiente para cubrir el requerimiento de hierro; Miltenburg *et al.* (1991) encontraron que 100 mg/kg de hierro en el lactoreemplazador durante las primeras seis semanas son insuficientes para mantener las reservas necesarias de hierro.

No se ha establecido claramente el requerimiento de hierro para terneros recién nacidos. Según el NRC (2001) un ternero de 6 semanas con un consumo de 0.9 kg diarios de materia seca necesita 150 mg/día de hierro, mientras que Lindt y Blum (1994) encontraron que 50 mg/día de hierro mantienen un crecimiento normal a pesar de que el ternero presenta una anemia leve.

Cuadro 10. Aporte de hierro de la dieta de los terneros.

Alimento	Fe (mg/kg)	Consumo (kg/día)	Aporte (mg/día)	Requerimiento ¹ (mg/día)
0 – 7 días				
Leche entera	4.10	4	16.40	
Total			16.40	150
7 – 42 días				
Harina de Soya	145	0.14	20.30	
Lactoreemplazador ²	100	0.46	46.00	
Concentrado	185	0.70	129.50	
Agua ³	0.10	2.00	0.24	
Total			196.04	150

Fuente: ¹ NRC (2001), ² viñeta del producto, ³ Laboratorio de Suelos Zamorano.

3.2 PESO ACUMULADO Y GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)

El peso al nacimiento y la ganancia de peso a los 7, 21 y 42 días fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos (Cuadros 11 y 12). Estos resultados son similares a los encontrados por Hibbs *et al.* (1963), Raleigh *et al.* (1962) y Reece *et al.* (1985), pero no a los de Geisser *et al.* (1991) quienes encontraron un efecto positivo de la aplicación de 1600 mg de hierro al día sobre la ganancia de peso de terneros Holstein.

Cuadro 11. Peso de los terneros con y sin aplicación de hierro dextrán.

Tratamiento	n	Peso (kg)			
		Nacimiento	7 d	21 d	42 d
Control	40	32.3 ± 1.3	33.9 ± 1.3	36.0 ± 1.4	46.5 ± 1.5
1000 mg Fe	39	32.9 ± 1.4	35.0 ± 1.4	36.3 ± 1.4	45.0 ± 1.4

No se encontró relación entre la GDP y el porcentaje de hematocrito ($P > 0.05$), esta es normal y permite un crecimiento adecuado; por el contrario, Thomas *et al.* (1954) encontraron una correlación positiva entre el porcentaje de hematocrito y la GDP.

Cuadro 12. Efecto de la aplicación de hierro dextrán sobre la ganancia de peso.

Tratamiento	n	Ganancia de peso promedio (g/día)				
		0-7 d	0-21 d	0-42 d	7-21 d	21-42 d
Control	40	271 ± 24	186 ± 27	468 ± 24	191 ± 25	320 ± 25
1000 mg Fe	39	266 ± 24	229 ± 29	456 ± 25	204 ± 26	302 ± 25

El peso al nacimiento de los terneros Holstein fue mayor ($P < 0.05$) que el de los cruces y de los Jersey (38.5 ± 1.2 kg, 34.9 ± 0.9 kg y 23.1 ± 1.2 kg, respectivamente) y los terneros Holstein y los cruces presentaron una mayor ganancia diaria de peso ($P < 0.05$) que los terneros Jersey (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de la raza sobre la ganancia de peso.

Raza	N	Ganancia de peso promedio (g/día)				
		0-7 d	0-21 d	0-42 d	7-21 d	21-42 d
Holstein	23	281 ± 31 ^a	284 ± 36 ^a	517 ± 33 ^a	253 ± 34 ^a	352 ± 33 ^a
Jersey	21	263 ± 33 ^a	167 ± 37 ^b	342 ± 32 ^b	156 ± 32 ^b	249 ± 33 ^b
Cruzas	35	261 ± 25 ^a	172 ± 30 ^b	528 ± 25 ^a	183 ± 27 ^a	332 ± 25 ^a

^{ab} medias en una columna seguidas por diferente letra difieren entre si ($P < 0.05$)

Sin embargo, no hubo efecto del sexo sobre la ganancia diaria de peso ($P > 0.05$) entre los días 0 y 42 (Cuadros 14). Normalmente se esperaría una mayor ganancia diaria de peso de los terneros machos pero esas diferencias no fueron notorias en las primeras semanas de vida. Estos resultados son similares a los encontrados por Whitaker *et al.* (2002).

Cuadro 14. Efecto del sexo sobre la ganancia de peso.

Sexo	N	Ganancia de peso promedio (g/día)				
		0-7 d	0-21 d	0-42 d	7-21 d	21-42 d
Macho	44	269 ± 24	178 ± 27	492 ± 24	182 ± 24	322 ± 24
Hembra	35	266 ± 27	239 ± 32	441 ± 28	209 ± 28	303 ± 28

3.3 ESTATURA Y AUMENTO DIARIO DE ESTATURA

La estatura al nacimiento y a los 7, 21 y 42 días fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos. (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estatura de los terneros con y sin aplicación de hierro dextrán.

Tratamiento	N	Altura a la cruz (cm)			
		Nacimiento	7 d	21 d	42 d
Control	40	70.3 ± 0.2	72.1 ± 0.2	74.1 ± 0.2	77.3 ± 0.2
1000 mg Fe	39	70.9 ± 0.2	72.9 ± 0.2	74.6 ± 0.2	77.2 ± 0.2

La estatura de los terneros Holstein y cruces (73.8 ± 0.7 cm y 72.5 ± 0.6 cm) fue mayor al nacimiento ($P < 0.05$) que el de los terneros Jersey (64.3 ± 0.8 cm) pero fue similar en machos y hembras (71.6 ± 0.8 cm y 69.6 ± 0.9 cm respectivamente). No hubo efecto de la raza y el sexo sobre el aumento diario de estatura ($P > 0.05$) entre los días 0 y 42 (Cuadros 16 y 17).

Cuadro 16. Efecto de la raza sobre el aumento de estatura.

Raza	n	Aumento de estatura (cm)				
		0-7 d	0-21 d	0-42 d	7-21 d	21-42 d
Holstein	23	0.3 ± 0.02	0.1 ± 0.03	0.2 ± 0.04	0.2 ± 0.03	0.2 ± 0.03
Jersey	21	0.3 ± 0.03	0.2 ± 0.02	0.1 ± 0.04	0.2 ± 0.02	0.1 ± 0.03
Cruzas	35	0.3 ± 0.02	0.1 ± 0.03	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02

Cuadro 17. Efecto del sexo sobre el aumento de estatura.

Sexo	N	Aumento de estatura (cm/día)				
		0-7 d	0-21 d	0-42 d	7-21 d	21-42 d
Macho	44	0.3 ± 0.02	0.1 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.02
Hembra	35	0.3 ± 0.02	0.2 ± 0.03	0.1 ± 0.03	0.2 ± 0.02	0.2 ± 0.03

4. CONCLUSIONES

La aplicación de 1000 mg de hierro dextrán en las primeras horas de vida de los terneros incrementa el porcentaje de hematocrito, sin embargo, no mejora la ganancia de peso ni el aumento de estatura en los primeros 42 días de vida.

No hay relación entre el porcentaje de hematocrito y la ganancia de peso. En los primeros 42 días de vida de los terneros, la ganancia de peso y el aumento de estatura son similares en machos y hembras.

5. RECOMENDACIONES

No es necesaria la aplicación de hierro dextrán a terneros al nacimiento bajo condiciones de Zamorano.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, A; Galey, H; Pratt, A. 1950. Studies on the blood chemical composition of bovine blood. *J. Dairy Sci.* 13:336.
- Bayer S.A. 2004. Hierrox[®] 200 (instrucciones de uso del producto). NZ. Bovac Laboratorios Ltd.
- Benjamín, M. 1998. Manual de patología clínica en veterinaria. México DF, MX. Limusa. 380 p.
- Blood, D.C.; Radostits, O.M. 1992. Medicina veterinaria. 7 ed. México DF, MX. Interamericana McGraw-Hill. 1598 p.
- Blood, D.; Studdert, V. 1988. Diccionario de veterinaria. Madrid, ES. Mc Graw-Hill. 1296 p.
- Blum, J; Hammon, H.1999. Endocrine and metabolic aspects in milk fed calves ontogeny and influence of altered nutrition. *Domestic Animal Endocrinology.* 17:219.
- Bremner, I; Brockway, M; Donnelly, H; Webster, J. 1976. Anemia and veal calf production. *Vet. Rec.* 99:203.
- Bunger; U, Ponge, J; Fiebig, U; Kleiner, W; Motsch, T; Kaphengst, P; Furcht, G; Schmoldt, P. 1982. Oral and intramuscular ferridextran intervention in growing male calves. Hematologic reactions. *Arch Tierernähr.* 32:349.
- Cunningham, J.G. 1992. Fisiología veterinaria. México DF, MX. Interamericana McGraw-Hill. 716 p.
- Geisser, P; Hohl, H; Baer, M; Heim, H. 1991. Investigation on the dosage/efficacy relationship of iron dextran in veal calves. *Arzneimittelforschung* 41:32.
- Hibbs, J; Conrad, H; Vandersall, J; Gale, C. 1963. Occurrence of iron deficiency anemia in dairy calves at birth and its alleviation by iron dextran injection. *J. Dairy Sci.* 46:1118.
- Kume, S; Tanabe, S. 1996. Effect of supplemental lactoferrin with ferrous iron on iron status of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 79:459.

Kume, S; Toharmat, T; Kobayashi, N. 1998. Effect of restricted feed intake of dams and heat stress on mineral status of newborn calves. *J. Dairy Sci.* 81:1581.

Lindt, F; Blum, J. 1994. Growth performance, haematological traits, meat variables, and effects of treadmill and transport stress in veal calves supplied different amounts of iron. *Zentralbl Veterinarmed* 41:342.

Matrone, G; Conley, C; Wise, G; Waugh, R. 1957. A study of iron and copper requirement of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 40:1437.

Merck & Co., US. 2003. The Merck veterinary manual: nutritional anemias (en línea). New Jersey, US. Consultado 1 jul. 2004. Disponible en: <http://www.merckvetmanual.com>.

Miltenburg, G; Wensing, T; Vliet, J; Schuijt, G; Broek, J; Breukink, H. 1991. Blood Hemoglobin, Plasma Iron, and Tissue Iron in Dams in Late Gestation, at Calving, and in Veal Calves at Delivery and Later. *J. Dairy Sci.* 74:3086.

Miyata, Y; Furugouri, K; Shijimaya, K. 1984. Developmental changes in serum ferritin concentration of dairy calves. *J Dairy Sci.* 67:1263.

NRC (National Research Council). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Washington, EU. Nacional Academia Press. 404 p.

Raleigh, R; Wallace J. 1962. The influence of iron and copper on hematologic values and on body weight of range calves. *Am. J. Vet. Research* 23:296.

Reece, W; Brackelsberg, P; Hotchkiss, D. 1985. Erythrocyte changes, serum iron concentration and performance following iron injection in neonatal beef calves. *J Anim Sci.* 61:1387-94.

Roy, J; Gaston, H; Shillam, K; Thompson, S; Stobo I. 1964. The effect of anemia and of iron and chlortetracycline supplementation on the performance of calves given large quantities of whole milk. *British J. of Nutrition* 18:467.

SAS[®]. 2002. User's Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Carey N.C.

Salt Institute. 2004. Iron for animals (en línea). Alexandria VA, Estados Unidos. Consultado 3 jun. 2004. Disponible en: <http://www.saltinstitute.org/47n.html>.

Thomas, J; Okamoto, M; Jacobson. 1954. A study of hemoglobin levels in the blood of young dairycalves and the alleviation of anemia by iron. *J. Dairy Sci.* 37: 805.

Top Agrar. 2004. Müden Kälbern fehlt oft Eisen. *Top Agrar.* 4:R14.

Whitaker, S; Jeffrey, S; Willett, L; Borger, D; Neiswander, R; Schanbacher, F; Weiss W. 2002. The effect of cortisol and time of first feeding on immunoglobulin absorption in Holstein calves. *Animal Sciences Research and Reviews. Special Circular 156.*