

RESPUESTA METABÓLICA DE TERNEROS DE LECHERÍA ALIMENTADOS CON SUSTITUTO LÁCTEO NACIONAL O IMPORTADOS

Metabolic Response of Dairy Calves Fed with a National or Imported Milk Replacers

José Borkert Vargas¹, Mirela Noro^{2*}, Rubén Guillermo Pulido³ y Fernando Germán Wittwer²

¹Práctica privada, Osorno, Chile. ²Instituto Ciencias Clínicas Veterinarias, UACH. ³Instituto Ciencia Animal, UACH.

*Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH), Casilla 567, Valdivia, Chile. Fono-Fax: 56 63 22 14 57.

E-mail: mirelanoro@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del ensayo fue evaluar y comparar la respuesta metabólica de terneros de lechería alimentados con un sustituto lácteo nacional o importados. Treinta terneros Frisón-Negro fueron asignados a un diseño al azar con tres tratamientos de diez animales cada uno: SLN, sustituto lácteo nacional; SLI1, sustituto lácteo importado 1 y SLI2, sustituto lácteo importado 2. Los terneros fueron mantenidos en jaulas individuales y alimentados diariamente con 450g de sustituto lácteo reconstituido al 12% de materia seca (MS) hasta los 60 días. Durante el estudio se ofreció concentrado comercial inicial para terneros, pellet de alfalfa (*Medicago sativa*) y agua *ad libitum*. En cada ternero se determinó semanalmente el consumo diario de (MS) y el peso vivo (PV). Muestras de sangre de cada ternero se obtuvieron los días 5, 25 y 60 de edad para determinar las concentraciones de glucosa, fructosamina, albúmina y urea. La ganancia de PV media hasta los 30 días (0,46; 0,39 y 0,36 kg/día para SLN, SLI1 y SLI2, respectivamente) fue superior ($P<0,05$) en SLN en comparación con SL2. A los 60 días de edad la ganancia de PV fue similar ($P>0,05$) entre los tres sustitutos (0,84; 0,86 y 0,75 kg/día para SLN, SLI1 y SLI2, respectivamente). El consumo de MS no presentó diferencias entre tratamientos. Las concentraciones plasmáticas medias de glucosa y fructosamina fueron similares entre tratamientos ($P>0,05$). La albuminemia (28,2; 29,6 y 30,0 g/L para SLN, SLI1 y SLI2, respectivamente) fue inferior para SLN comparado a SLI1 y SLI2, ($P<0,05$). Las concentraciones plasmáticas de urea (2,79; 3,09 y 3,53 mmol/L para SLN, SLI1 y SLI2, respectivamente), fueron inferiores para SLN en comparación a SLI2; SLI1 fue similar a SLN y SLI2 ($P<0,05$). Se concluye que bajo las condiciones de este ensayo, los terneros de lechería

criados artificialmente tienen sus concentraciones plasmáticas de indicadores del metabolismo energético y proteínico dentro de los límites indicados para la especie y edad. El uso de un sustituto lácteo nacional garantiza un balance energético y proteínico y ganancias de peso, similares a los sustitutos importados.

Palabras clave: Terneros lecheros, metabolitos, sustitutos lácteos.

ABSTRACT

An experiment was done in thirty Friesian bull calves artificially reared, in order to compare their metabolic response to the use of three milk replacers, one national and two imported. Calves were assigned to a completely randomised design, into three treatments of ten animals each: SLN, national milk replacer; SLI1, imported milk replacer 1; and SLI2, imported milk replacer 2. The calves were housed individually and fed with 450 g/d of milk replacer reconstituted to 12% of dry matter (DM) up to 60 days of age. A commercial calf starter, alfalfa (*Medicago sativa*) pellet and water were available *ad libitum*. Daily dry matter intake (DMI), and body weight (BW) once a week were determined. Blood samples were obtained from each calf at day 5, 25 and 60 and serum concentrations of glucose, fructosamine, albumin and urea were determined. Group SLN had a larger mean daily BW gain at day 30 of the experiment (0.46 kg), compared to group SLI2, (0.36 kg) ($P<0.05$), and similar to SLI1 (0.39 kg). At the end of the experiment, day 60, the three groups had similar daily BW gain (0.84, 0.86 and 0.75 g for SLN, SLI1 and SLI2, respectively). Dry matter intake was also similar in the three groups. Serum concentrations of glucose and fructosamine of the three groups were also similar ($P>0.05$) and remained within physiological values. Serum albumin concentration was lower ($P<0.05$) in SLN (28.2 g/L)

compared to SLI1 (29.6 g/L) and SLI2 (30.0 g/L). Serum urea concentration of SLN (2.79 mmol/L) was lower ($P < 0.05$) compared to SLI2 (3.53 mmol/L) and similar to SLI1 (3.09 mmol/L). It can be concluded that, under the conditions of the experiment, dairy calves reared up to 60 days of age with commercial milk replacers, have serum concentrations for protein and energy metabolism markers within the reference limits for the species and age. The use of a national milk replacer produces similar energy and protein metabolic balance, and also a similar body weight gain to two imported milk replacer.

Key words: Dairy calves, metabolites, milk replacers.

INTRODUCCIÓN

En la crianza artificial de terneros (*Bos taurus*) de lechería en Chile es frecuente el uso de sustitutos lácteos con la finalidad de disminuir los costos de ésta, permitiendo destinar la leche que el ternero consumiría para su comercialización. La dieta láctea es fundamental en la nutrición del ternero, en particular en el primer mes de vida, porque sólo el abomaso cumple una función digestiva durante las primeras etapas de vida, por lo que se considera como un animal no-rumiante desde el punto de vista digestivo [11]. Además, en virtud de su limitada capacidad de ingerir materia seca (MS) (entre 1,3 a 1,5% del peso vivo [PV]), la alimentación durante este período debe ser mayormente líquida y nutricionalmente concentrada [9].

El sistema de crianza artificial, si bien permite destinar la leche a la comercialización restringe la ingesta de ésta, de modo que los animales no logran expresar el máximo potencial genético de desarrollo, comparado con sistemas de amamantamiento con las madres [15]. Por otro lado, en la crianza artificial la calidad de un sustituto lácteo tiene una influencia determinante sobre el desempeño de los terneros hasta el destete. Los factores más importantes que determinan la calidad del sustituto lácteo son la fuente y contenido de proteína y energía, las vitaminas y complementos minerales y la inclusión de aditivos como los emulsificantes [9, 10]. Para determinar la calidad de los sustitutos se utilizan diversos métodos, aunque la productividad animal obtenida al utilizar estos alimentos, puede ser el mejor indicador [16].

Las diferencias en los distintos sustitutos lácteos comerciales se originan de las materias primas utilizadas y de las tecnologías empleadas en su procesamiento, producto de la constante innovación y del perfeccionamiento que realizan los fabricantes de estos alimentos [9]. Si bien existe una gran variedad de productos comerciales disponibles, en su mayoría importados, la información disponible sobre la respuesta metabólica y presentación de desbalances metabólicos-nutricionales en terneros alimentados con distintos sustitutos lácteos es escasa, no existiendo antecedentes con uso de productos nacionales.

El objetivo de este ensayo fue evaluar y comparar el efecto de tres sustitutos lácteos comerciales, un nacional y dos

importados, en la crianza artificial de terneros de lechería desde los 5 hasta los 60 días de edad, sobre las concentraciones plasmáticas de algunos indicadores del metabolismo energético y proteínico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y duración del estudio. El ensayo se realizó durante la primavera y verano del 2008, en la Estación Experimental "Santa Rosa", de la Universidad Austral de Chile (UACH), Región de Los Ríos, Chile (39°48' LS y 73°13' LO), a una altura de 12 m.s.n.m, clima templado húmedo con influencia mediterránea, con una temperatura media anual de 12°C, una precipitación de 1.871 mm anual [4].

Animales y grupos experimentales. Previa identificación y comprobación que los terneros estuvieran clínicamente sanos y con una adecuada inmunidad (>19 a la prueba del sulfato de zinc), 30 terneros Frisón Negro de 5 días de edad nacidos en primavera con 43 ± 5 kg PV fueron asignados aleatoriamente a uno de tres tratamientos: SLN: ración sólida más sustituto lácteo nacional (Mulac, Mupulmo®, Chile); SLI1: ración sólida más sustituto lácteo importado 1 (Sprayfo®, Holanda); SLI2: ración sólida más sustituto lácteo importado 2 (Kalvoquick, Nutrifeed®, Holanda). La ración sólida estuvo constituida por concentrado de iniciación y pellet de alfalfa (*Medicago sativa*).

Alimentación. Desde el nacimiento hasta los 4 días de edad, los terneros fueron alimentados con calostro y manejados individualmente. A partir del 5º día (inicio del ensayo), la alimentación láctea consistió en dos litros de sustituto lácteo comercial (nacional o importado) administrando dos litros en la mañana y dos litros en la tarde. Además, los terneros dispusieron de concentrado comercial de iniciación (Alimentos Cisternas, Chile) y pellet de alfalfa (Agropellet Ltda, Chile), ambos a libre disposición desde el ingreso al ensayo. La composición de la dieta se observa en la TABLA I. A los 60 días de edad se destetaron y fueron llevados a jaulas colectivas.

Manejo y ambiente. Al ingreso al galpón de crianza artificial, los terneros fueron distribuidos en jaulas individuales, provistas de comederos para el concentrado de iniciación y pellet de alfalfa y de baldes de distintos colores para el suministro de sustituto lácteo y agua de bebida. Como cama, los terneros dispusieron de viruta, la cual fue removida semanalmente. En este ambiente permanecieron hasta cumplir los 60 días de edad.

Muestras y determinaciones. El PV se registró individualmente a las 14:30 horas, desde el inicio del ensayo y posteriormente, cada 7 días. La cantidad de alimento consumido se calculó diariamente por la diferencia de peso entre el alimento ofrecido y el rechazado. Los parámetros de consumo y PV se expresaron en el texto considerando la media desde los 5 a 30 días y desde los 31 a los 60 días, y se calculó para cada período la media de la ganancia de PV diaria mediante la pendiente del peso vivo por ecuación lineal.

TABLA I
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN EL ENSAYO.

Alimentos	MS (%)	CT (%)	PC (%)	EE (%)	FC (%)	EM (Mcal/kg)
Conc.inicial	87,0	7,50	19,6	3,50	6,80	3,03
Pellet alfalfa	87,7	9,11	18,2	1,64	29,7	2,27
SLN	95,7	8,16	19,4	14,4	0,01	3,94
SLI1	95,3	11,2	20,4	17,6	0,33	3,97
SLI2	94,3	11,2	20,7	18,4	0,01	4,02

MS= Materia seca; CT= Cenizas totales; PC= Proteína cruda; EE= Extracto etéreo; FC= Fibra cruda; EM= Energía metabolizable. SLN= sustituto lácteo nacional; SLI1: sustituto lácteo importado 1; SLI2: sustituto lácteo importado 2.

Se obtuvieron muestras de sangre mediante venopunción yugular el día de ingreso de los terneros al ensayo (5 días de edad) y, luego a los 25 y 60 días de edad, antes de la alimentación de la tarde (16 y 17 horas). La muestra fue inmediatamente transportada a 4°C al laboratorio de Patología Clínica Veterinaria, UACH, donde se obtuvo plasma mediante centrifugación a 5.600 x g (Centra CL3E, Thermo IEC, EUA) por 15 minutos siendo el plasma congelado (Freezer 420, CFC Free, Consul, Brasil) a -20°C hasta análisis. En las muestras se determinaron las concentraciones plasmáticas de glucosa (GOD – PAP, Glucosa Sys 1 Roche®), fructosamina (NBT, Sys 1 de Roche®), urea (Urea Líquid de Human®), albúmina (BCG, Albumin liquicolor, Human®), utilizando un fotolorímetro automático Cobas Mira Plus® de Roche, Alemania.

Análisis de datos. Se les realizaron análisis de normalidad (Shapiro Wilk), descriptivos, varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. Se utilizó el programa estadístico MINITAB versión 14.1 [12], con un nivel de confianza de un 95%. El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ij} = \mu + S_i + S_i^*T_j + \hat{\alpha}_{ij}$, donde: Y_{ij} = variables dependientes; μ = media general; S_i = efecto de la i-ésima sustituto lácteo; $S_i^*T_j$ = efecto de la interacción entre la i-ésima sustituto lácteo y j-ésima tiempo de muestreo; E_{ij} = residual del modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Perfil energético. En la TABLA II se muestran los indicadores del metabolismo energético medidos en este ensayo. La concentración plasmática de glucosa fue en promedio de 4,88 mmol/L, sin diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos durante el transcurso del ensayo, encontrándose dentro de los límites de referencia para la especie y edad, lo que indica un aporte energético adecuado de los tres sustitutos lácteos, nacional e importados, en particular en los primeros 25 días, donde el aporte del sustituto lácteo es la principal fuente de nutrientes para el ternero [2, 8, 9]. Si bien es aceptado que, la determinación de la glucemia para el monitoreo nutricional es de baja sensibilidad es posible observar glucemias fuera de los límites de referencia cuando existe un manifiesto déficit energético [18], situación que no ocurrió en este estudio. Además, la especificidad de la glucemia es limitante, ya que el estrés que se produce en algunos animales por el manejo de la obtención de la muestra condiciona una hi-

perglucemia transitoria. Al respecto, el manejo realizado en este estudio fue orientado a minimizar las situaciones estresantes para los animales; para ello el muestreo fue realizado por las mismas personas en instantes previos a la ingesta de la dieta para evitar el aumento de la concentración sanguínea de glucosa que ocurre después de la alimentación [7].

La fructosamina permite conocer el estado de control glucémico a mediano y largo plazo debido a que refleja retrospectivamente la glucemia correspondiente a las últimas dos semanas, y sin ser afectada por los cambios transitorios de la glucemia [5]. Los resultados indicaron que los terneros no presentaron episodios prolongados de hipo o hiperglucemia, debido a que la concentración plasmática de fructosamina se mantuvo constante con un valor promedio de 253 $\mu\text{mol/L}$ y dentro de los límites sugeridos como adecuados por Coppo [5], y sin presentar diferencias ($P>0,05$) entre tratamientos durante el transcurso del ensayo (TABLA II). Los valores de fructosamina a los 25 días de vida, sumado al PV y la ganancia de PV logrados por los tratamientos (TABLA III), permiten señalar que los tres sustitutos lácteos entregaron un aporte adecuado de energía en la dieta a ésta edad, donde es sabido que el consumo de energía proviene principalmente de la dieta líquida (TABLA III).

Perfil proteínico. En la TABLA II se muestran los indicadores del metabolismo proteínico medidos en este experimento. La concentración plasmática de albúmina presentó valores dentro de los límites de referencia, con un valor promedio de 30 g/L [8, 14] y superior al observado en otro estudio [9].

Las concentraciones plasmáticas de albúmina obtenidas con los distintos sustitutos lácteos fueron los apropiados para promover un adecuado desarrollo fisiológico [19]. Sin embargo, la concentración plasmática de albúmina fue inferior en un 6% para SLN en relación a SLI1 y SLI2 ($P<0,05$), lo que podría indicar una partición de los aminoácidos absorbidos hacia el tejido muscular para satisfacer la mayor ganancia de peso vivo por los terneros de SLN (TABLA III), en desmedro de la síntesis de albúmina hepática [17].

La concentración plasmática de albúmina presentó un aumento de un 11% ($P<0,05$) durante el período experimental, atribuye a los cambios fisiológicos que ocurren durante el desarrollo de los terneros asociado principalmente al cambio de una dieta líquida a una sólida y por el aumento en el consumo de MS

TABLA II
CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA ($\bar{X} \pm EE$) DE INDICADORES SANGUÍNEOS DE METABOLISMO DE ENERGÍA Y PROTEÍNAS A LOS 5, 25 Y 60 DÍAS DE EDAD DE TERNEROS DE LECHERÍA ALIMENTADOS CON TRES SUSTITUTO LÁCTEO NACIONAL (SLN) O IMPORTADOS (SLI1 Y SLI2).

Parámetro	Días	SLN	SLI1	SLI2
Glucosa (mmol/L)	5	5,21 ^a ± 0,33	5,31 ^a ± 0,24	5,55 ^a ± 0,25
	25	4,44 ^a ± 0,20	4,53 ^a ± 0,16	4,31 ^a ± 0,14
	60	4,87 ^a ± 0,18	4,94 ^a ± 0,23	4,77 ^a ± 0,19
Fructosamina (uumol/L)	5	*	*	*
	25	253 ^a ± 9,04	250 ^a ± 10,7	263 ^a ± 8,37
	60	260 ^a ± 10,7	255 ^a ± 14,2	237 ^a ± 21,7
Albúmina (g/L)	5	26,4 ^a ± 0,52	27,3 ^a ± 0,96	28,3 ^a ± 0,86
	25	28,5 ^a ± 0,75	30,1 ^b ± 0,79	30,3 ^b ± 0,60
	60	29,6 ^a ± 0,60	31,5 ^b ± 0,58	31,5 ^b ± 0,48
Urea (mmol/L)	5	2,27 ^a ± 0,15	2,36 ^a ± 0,39	2,81 ^a ± 0,23
	25	2,56 ^a ± 0,22	2,67 ^a ± 0,21	3,29 ^b ± 0,22
	60	3,54 ^a ± 0,36	4,25 ^{ab} ± 0,22	4,51 ^b ± 0,38

*= No analizada; ^{a,b} diferencias entre tratamientos en un período, P<0,05.

TABLA III
CONSUMO DE ALIMENTO Y GANANCIA DE PESO VIVO ($\bar{X} \pm DE$) DE 5 Á 30 Y DE 31 Á 60 DÍAS DE EDAD DE TERNEROS DE LECHERÍA ALIMENTADOS CON SUSTITUTO LÁCTEO NACIONAL (SLN) O IMPORTADOS (SLI1 Y SLI2).

Parámetro	Tratamiento	Período (días)	
		5 - 30	31 - 60
Consumo de concentrado (kg/día)	SLN	0,27 ^a ± 0,10	0,98 ^a ± 0,18
	SLI1	0,26 ^a ± 0,10	1,00 ^a ± 0,18
	SLI2	0,24 ^a ± 0,11	0,93 ^a ± 0,24
Consumo de pellet (kg/día)	SLN	0,17 ^a ± 0,04	0,43 ^a ± 0,07
	SLI1	0,16 ^a ± 0,03	0,44 ^a ± 0,04
	SLI2	0,14 ^a ± 0,04	0,37 ^a ± 0,11
Consumo total (kg/día)	SLN	0,88 ^a ± 0,12	1,87 ^a ± 0,19
	SLI1	0,87 ^a ± 0,09	1,90 ^a ± 0,17
	SLI2	0,83 ^a ± 0,12	1,76 ^a ± 0,29
Peso vivo (kg)	SLN	60,8 ^a ± 5,74	78,8 ^a ± 5,85
	SLI1	60,0 ^a ± 5,74	77,3 ^a ± 6,71
	SLI2	57,2 ^b ± 5,87	74,0 ^b ± 6,10
Ganancia de peso diaria (kg/día)	SLN	0,46 ^a ± 0,13	0,84 ^a ± 0,14
	SLI1	0,39 ^{ab} ± 0,10	0,86 ^a ± 0,15
	SLI2	0,36 ^b ± 0,11	0,75 ^a ± 0,17

Consumo total: Consumo de sustituto lácteo (0,45 kg/día) + Consumo concentrado + Consumo pellet. ^{a,b} diferencias entre tratamientos, P<0,05.

[6]. Por lo tanto, la mayor ingesta de proteínas y síntesis de proteína microbiana podrían producir un aumento de aminoácidos disponibles para la síntesis hepática, y por lo tanto, un incremento de la concentración plasmática de albúmina [13].

Los valores de la concentración plasmática de urea (TABLA II) estuvieron dentro de los límites de referencia para la especie y edad, con una media de 2,48 mmol/L [8, 14]. Sin

embargo, la concentración plasmática de urea fue inferior para SLN al día 25 y 60 comparada a SLI2 (P<0,05), lo que se podría deberse a un mayor aprovechamiento de la proteína de la dieta [13], lo que se evidenciaría por el mayor PV y ganancia de PV (P<0,05) logrado por SLN respecto a SLI2 a los 25 días de edad (TABLA III). Por otro lado, la concentración plasmática de urea durante la primera semana de edad presentó valo-

res inferiores a los establecidos para un bovino adulto, situación que se asocia a la baja producción de amonio ruminal en la etapa inicial de vida del ternero, resultando en una menor ureagénesis hepática [1]. Además, se explicaría en gran parte porque la proteína sería utilizada para el crecimiento y por ende, no sufriría desaminación [3].

A los 60 días de edad, la concentración plasmática de urea se incrementó en un 40% ($P < 0,05$; TABLA II) para SLI2 respecto a SLN, lo que podría relacionarse al mayor consumo de proteína proveniente del alimento seco, como también al inicio de la actividad microbiana del rumen, lo que aumentaría la concentración de amonio ruminal. Este aumento, asociado a un aporte inadecuado de energía o asincronía entre la energía y la proteína en rumen, aumentaría la concentración plasmática de urea de los terneros [13]. Por otro lado las menores concentraciones de urea en SLN indicaron un mejor aprovechamiento de la proteína en SLN [13] lo que culminó en una mayor ($P < 0,05$) de ganancia de PV media durante el ensayo ($0,65 \pm 0,08$ kg/día) comparado con SLI2 ($0,56 \pm 0,08$ kg/día), a su vez similar ($P > 0,05$) a SLI1 ($0,62 \pm 0,08$ kg/día).

CONCLUSIÓN

Se concluye que los terneros de lechería criados artificialmente y alimentados con sustitutos lácteos tienen sus concentraciones plasmáticas de indicadores del metabolismo energético y proteínico dentro de los límites indicados para la especie y edad. El uso de sustituto lácteo nacional garantiza un balance energético y proteínico y ganancias de peso similares a los sustitutos importados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABDELGADIR, I.E.; MORRILL, J.L.; HIGGINS, J.J. Ruminant availabilities of protein and starch: effects on growth and ruminal and plasma metabolites of dairy calves. **J. Dairy Sci.** 79: 283-290. 1996.
- [2] BLOME, R.M.; DRACKLEY, J.K.; MCKEITH, F.K.; HUTJENS, M.F.; MCCOY, G.C. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein. **J. Anim. Sci.** 81: 1641-1655. 2003.
- [3] CHERDTHONG, A.; WANAPAT, M. Development of urea products as rumen slow-release feed for ruminant production: **A review. Aust. J. Basic & Appl. Sci.** 4: 2232-2241. 2010.
- [4] DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. Informe de precipitaciones. 2010. En Línea: <http://www.meteo-chile.cl/precipitacion.html>. 20 de octubre, 2010.
- [5] COPPO, J.A. Evolution of fructosaminaemia and glucemia during the growth of unweaned and early weaned half-bred zebu calves. **Vet. Res. Commun.** 25: 449-459. 2001.
- [6] FUNABA, M.; KAGIYAMA, K.; IRIKI, T.; ABE, M. Changes in nitrogen balance with age in calves weaned at 5 or 6 weeks of age. **J. Anim. Sci.** 72: 732-738. 1994.
- [7] HAMMON, H.M.; BLUM, J.W. Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or only milk replacer. **J. Nutr.** 128: 624-632. 1998.
- [8] HAMMON, H.M.; SCHIESSLER, G.; NUSSBAUM, A.; BLUM, J.W. Feed intake patterns, growth performance, and metabolic and endocrine traits in calves fed unlimited amounts of colostrum and milk by automate, starting in the neonatal period. **J. Dairy Sci.** 85: 3352-3362. 2002.
- [9] HILL, T.M.; BATEMAN, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Effects of fat concentration of a high-protein milk replacer on calf performance. **J. Dairy Sci.** 92: 5147-5153. 2009.
- [10] HILL, T.M.; BATEMAN, H.G.; ALDRICH, J.M.; SCHLOTTERBECK, R.L. Optimizing nutrient ratios in milk replacers for calves less than five weeks of age. **J. Dairy Sci.** 92: 3281-91. 2009.
- [11] LÓPEZ, A.; GONZÁLEZ, M.; GARCÍA, C.; MARTÍNEZ, M. Un sustituto lácteo para la crianza de terneros: respuesta productiva de animales en crecimiento. **Arch. Med. Vet.** 13: 61-66. 1981.
- [12] MINITAB. Minitab Inc., State College. Pennsylvania, USA. 2004.
- [13] NORO, M.; VARGAS, V.; PULIDO, R.G.; WITTEW, F. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. **Arch. Med. Vet.** 38: 227-232. 2006.
- [14] NUSSBAUM, A.; SCHIESSLER, G.; HAMMON, H.M.; BLUM, J.W. Growth performance and metabolic and endocrine traits in calves pair-fed by bucket or by automate starting in the neonatal period. **J. Anim. Sci.** 80: 1545-1555. 2002.
- [15] PAREDES, L.; HIDALGO, V.; CAPRILES, M.; VARGAS, T. Variabilidad en la crianza de becerros en la ganadería de doble propósito en Sabaneta de Barinas, estado de Barinas. **Zoot. Trop.** 20: 69-82. 2001.
- [16] QUIGLEY, J.D.; BERNARD, J.K. Milk replacers with or without animal plasma for dairy calves. **J. Dairy Sci.** 79: 1881-1884. 1996.

- [17] ROWLANDS, G. J. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. **World Rev. Nutr. Diet.** 35: 172-235. 1980.
- [18] STANLEY, C.C.; WILLIAMS, C.C.; JENNY, B.F.; FERNANDEZ, J.M.; BATEMAN, H.G.; NIPPER, W.A.; LOVEJOY, J.C.; GANTT, D.T.; GOODIER, G.E. Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves. **J. Dairy Sci.** 85: 2335-2343. 2002.
- [19] TIKOFSKY, J.N.; VAN AMBURGH, M.E.; ROSS, D.A. Effect of varying carbohydrate and fat content of milk replacer on body composition of Holstein bull calves. **J. Anim. Sci.** 79: 2260-2267. 2001.