

## Competencia inmunológica en la primera semana de vida en terneros mantenidos bajo dos sistemas de producción de leche

Héctor J Aricada<sup>1</sup>, MVZ, Esp Micr; Ricardo Bedoya<sup>2</sup>, MVZ; Adriana del Pilar García<sup>2</sup>, MVZ; Carolina Heredia<sup>2</sup>, MVZ; Adriana M Maldonado<sup>2</sup>, MVZ; Catalina Peláez<sup>2</sup>, MVZ; Alejandro Ceballos<sup>2</sup>, MVZ, MSc

<sup>1</sup>Laboratorio de Microbiología, Departamento de Salud Animal; <sup>2</sup>Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria, Departamento de Salud Animal, Universidad de Caldas, AA 275, Manizales, Colombia.  
aleceballos@ucaldas.edu.co

(Recibido: 7 abril, 2003; aceptado: 14 mayo, 2004)

### Resumen

*Para determinar la competencia inmunológica en la primera semana de vida en terneros en dos sistemas de producción de leche, se tomaron muestras de sangre en 14 vacas de dos hatos clasificados como lechería especializada (LE) y lechería tradicional (LT), ubicados en Caldas y Quindío, Colombia. Dos semanas antes del parto, de cada vaca se tomaron 10 mL de sangre sin anticoagulante mediante venopunción yugular, a los terneros se les tomó igual cantidad de sangre los días 1, 3 y 5 postnacimiento. Se determinó en las vacas la concentración de proteínas totales, albúmina, globulinas y glucosa, y en los terneros se determinaron las inmunoglobulinas mediante un test de turbidez, y la actividad sérica de gamma glutamil transferasa (GGT). Los resultados se presentan mediante estadística descriptiva y las comparaciones entre grupos se realizaron mediante una prueba "t" y un análisis de varianza factorial. La concentración promedio de proteínas totales fue  $67 \pm 5$  g/L y  $70 \pm 8$  y la de globulinas  $33 \pm 7$  g/L y  $34 \pm 11$  g/L para las vacas en LE y LT, respectivamente ( $p > 0.05$ ). En los terneros no se observaron diferencias para las variables analizadas según el sistema productivo ( $p > 0.05$ ). Los terneros mantenidos en LT presentaron una mayor concentración de globulinas y un aumento en la actividad de GGT al tercer día postnacimiento ( $p < 0.05$ ), pudiendo relacionarse con un mayor consumo de calostro. Los terneros mantenidos en el sistema LE presentaron un aumento en las unidades de turbidez (UT) ( $p = 0.08$ ), lo que refleja un aumento en la concentración de inmunoglobulinas G (IgG). Lo anterior indica una mejor competencia inmunológica de los terneros mantenidos en LE.*

**Palabras clave:** bovinos, nutrición, inmunología, inmunoglobulinas.

### Introducción

Los anticuerpos (Acs) o inmunoglobulinas (Igs) son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo, son componentes del sistema inmunológico cuya función es neutralizar, opsonizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo (1). Los neonatos requieren asistencia inmune pasiva transferida por la madre a través del calostro, reflejándose el fracaso de la transferencia pasiva en una baja concentración de inmunoglobulinas en los terneros (20). Este mecanismo

de defensa representa para los neonatos una garantía de viabilidad en el medio, por lo tanto la falla en la transferencia pasiva de Acs se refleja directamente en la generación de pérdidas económicas por muerte y enfermedades de los terneros (6).

El suministro de calostro, por lo tanto, es esencial en las primeras horas de vida, pues el nivel de Igs séricas en el neonato es un factor que determina la resistencia del mismo a enfermedades infecciosas

durante el primer mes de vida, evitando así el impacto económico que tiene para la ganadería la falla en la transferencia de inmunidad pasiva (3, 12, 18); esto se debe a que en diferentes especies, incluyendo los bovinos, los neonatos tienen un déficit en su respuesta inmune, por el tipo de placentación que no permite el paso de Acs de la madre al feto (8, 11, 18), lo que trae como consecuencia que los terneros recién nacidos se encuentren bajo una condición de hipoinmunocompetencia (5, 19, 22), y que sólo puede corregirse con la transferencia de inmunidad natural pasiva a través del calostro.

Hay tres causas por las cuales fracasa la transferencia adecuada del calostro; en primera instancia, éste puede ser insuficiente o de mala calidad; también puede existir suficiente calostro, pero la ingestión por el recién nacido es inadecuada, y la tercera causa, independiente de las anteriores, es la falla en la absorción intestinal (24); adicionalmente la permeabilidad del intestino para las Igs se pierde después de las primeras 24 a 36 horas de vida y la concentración de Igs de la leche va disminuyendo con el avance de la lactancia (9, 11, 25). La cantidad, composición y características físico-químicas del calostro pueden variar por diversos factores, entre otros se cuentan variaciones individuales, duración de la gestación y el período seco, intervalo entre partos, número de lactancias, raza del ganado, alimentación en el periodo preparto y edad de la vaca, ya que las vacas después de su tercera lactancia tienden a tener una mayor concentración de Igs calostrales que vacas más jóvenes (4, 6, 21).

Un calostro de buena calidad se produce por vacas con un estado nutricional adecuado, siendo la energía y los aminoácidos algunos de los nutrientes más importantes en el desarrollo de los componentes del sistema inmune (5, 20, 24). Una suplementación o nutrición inadecuada durante el período seco, generaría una disminución de Igs en el calostro, lo que influye sobre la absorción de las mismas en el ternero (15).

Existen varias pruebas para cuantificar los niveles de inmunoglobulinas que tiene un individuo; así, se han descrito la determinación de proteínas totales (12, 19, 22), albúmina, globulinas (22), turbidimetría con sulfato de zinc (12, 19), y para determinar la cantidad de calostro consumido, se puede medir la actividad sérica de la enzima gamma glutamil transferasa (GGT, EC

2.3.2.2) (1, 16, 25), que es directamente proporcional a la concentración de Igs séricas absorbidas después de la ingestión del calostro (12, 16, 19).

En consideración a lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el consumo de calostro y la competencia inmunológica de terneros recién nacidos en dos sistemas de producción de leche mediante la determinación de la concentración plasmática de proteínas totales y fraccionadas, y la actividad de GGT.

## Materiales y métodos

### *Ubicación y explotaciones*

Se seleccionaron dos explotaciones lecheras según su sistema productivo, una ubicada en el área rural del municipio de Armenia, Quindío (4°32' LN y 75°40' LO), a una altitud de 1370 msnm, con una temperatura promedio de 24°C y una pluviosidad de 2300 mm por año, donde las razas predominantes eran Holstein y cruzamientos con Cebú, con una producción promedio de 15 litros/vaca/día.

La alimentación de las vacas estaba basada en especies forrajeras tipo gramíneas, principalmente Estrella (*Cynodon* sp), se empleaba el sistema rotacional de potreros y los animales se suplementaban con concentrado comercial según la producción (1 kg por 3.5 litros de leche). La clasificación de este sistema productivo se encontraba dentro de lechería especializada en pastoreo intensivo más suplementación (LE) (17).

La otra explotación estaba ubicada en Salamina, Caldas (5°24' LN y 75°29' LO) a una altitud de 2825 msnm, con una temperatura promedio de 10°C y una pluviosidad de 1000 mm por año. No había una raza predominante, encontrándose un mestizaje con diferentes razas, la producción promedio era 10 litros/vaca/día, y la alimentación estaba basada en especies forrajeras tipo gramíneas, encontrando principalmente Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), Rye grass (*Lolium* sp) y Falsapoa (*Holcus lanatus*), sistema productivo clasificado como lechería tradicional sin suplementación (LT) (17). En ambas explotaciones el número de ordeños era dos y se utilizaba sal mineralizada y agua a voluntad.

### Animales

En cada una de las explotaciones se seleccionó al azar un grupo de animales conformado por siete vacas preparto y sus respectivas crías, considerando el preparto desde la cuarta semana antes del parto.

### Muestras

Se tomaron 10 mL de sangre sin anticoagulante mediante venopunción yugular empleando el sistema de tubos al vacío (Vacutainer® B-D, Franklin Lakes, NJ, USA). A las vacas se les extrajo una muestra única 15 días antes del parto y a cada una de las crías se les tomó una muestra en tres oportunidades después del nacimiento (días: 1, 3 y 5). Las muestras se remitieron en las siguientes 12 horas al Laboratorio de

Patología Clínica Veterinaria de la Universidad de Caldas, manteniéndolas refrigeradas hasta su recepción. Las muestras se centrifugaron a 3000 rpm con el fin de separar el suero, el que se envasó en tubos de reacción debidamente rotulados y se conservaron a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

### Análisis

En las muestras obtenidas se determinó la concentración de glucosa, proteínas totales (PT), albúmina y globulinas (GLO); además, en los terneros se obtuvo la relación albúmina/globulinas (A/G), inmunoglobulinas (Igs) y actividad sérica de GGT. En la Tabla 1 se describen los métodos analíticos empleados, así como las unidades (SIU) para cada una de las variables analizadas.

**Tabla 1.** Método analítico y unidades estándar internacionales (SIU) empleados para la determinación de los metabolitos estudiados.

Variable	SIU	Método analítico
Proteínas Totales	g/L	Biuret (colorimétrico).
Albúmina	g/L	Verde de bromocresol (colorimétrico).
Globulinas	g/L	Ecuación.
Glucosa	mmol/L	Colorimétrico GOD/PAD
GGT	U/L	Cinética-espectrofotométrica según IFCC ( $37^{\circ}\text{C}$ ).
Inmunoglobulinas	UT	Test turbidez con sulfato de zinc

### Análisis estadístico

El estudio correspondió a un análisis prospectivo descriptivo donde los datos, previa comprobación del tipo de distribución, fueron analizados mediante estadística descriptiva, obteniéndose el promedio ( $\bar{X}$ ), la desviación estándar (DE), el rango, el intervalo de confianza (IC) al 95% y el coeficiente de variación (CV). Las comparaciones entre grupos, donde el factor de variación fue el sistema productivo (lechería especializada y lechería tradicional), se realizaron mediante una prueba de "t", y la eventual interacción entre las variables sistema productivo y momento de toma de la muestra en los terneros, fue analizada mediante un análisis de varianza (ANDEVA) factorial, se fijó como nivel de significancia  $p < 0.05$  (27).

### Resultados

El rango, el promedio ( $\bar{X}$ ) y la desviación estándar (DE) para la concentración de glucosa, proteínas totales

y globulinas en las vacas de ambos grupos al momento de la toma de las muestras, se puede observar en la Tabla 2. Se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para la concentración de glucosa con respecto al sistema productivo, mientras que para proteínas totales y globulinas no se observaron diferencias entre los grupos ( $p > 0.05$ ).

La concentración de proteínas totales y de globulinas en los terneros no presentó diferencias significativas según el tipo de explotación al cual pertenecieran ( $p > 0.05$ ), (véase Tabla 3); igualmente, los valores promedio fueron similares entre los períodos estudiados ( $p > 0.05$ ), (véanse Figuras 1A y 1B). La relación albúmina/globulinas (A/G) no mostró diferencias significativas entre los grupos; no obstante, en los terneros de LT se observó una tendencia a presentar valores inferiores hacia el tercer día después de nacidos ( $p = 0.14$ ). En el test de turbidez se encontró

**Tabla 2.** Promedio ( $\bar{x}$ ) y desviación estándar (DE) para la concentración sanguínea de proteínas totales y globulinas en vacas de lechería especializada (LE) y lechería tradicional (LT) en dos explotaciones del Viejo Caldas, Colombia.

	LE	LT	p
Glucosa (mmol/L)	4.2 ± 0.3a	3.1 ± 0.5b	<0.05
Proteínas totales (g/L)	67 ± 5	70 ± 8	NS
Globulinas (g/L)	33 ± 7	34 ± 11	NS

NS: no significativo.

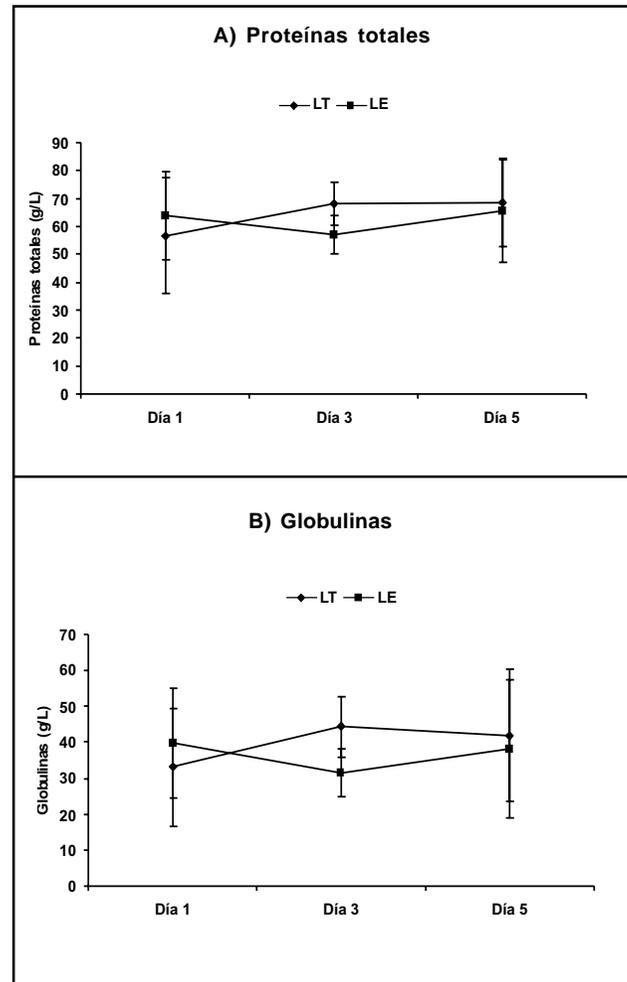
una tendencia a presentar mayores valores de IgG en los terneros hijos de vacas mantenidas en el sistema productivo de lechería especializada ( $p=0.08$ ).

La actividad sérica de GGT presentó un aumento hacia el tercer día de nacimiento en los terneros hijos de vacas mantenidas en el sistema de lechería tradicional ( $p<0.05$ ), para disminuir posteriormente, (véase Tabla 3), por el contrario, los terneros hijos de vacas mantenidas en el sistema de lechería especializada presentaron una actividad de GGT similar a lo largo de la primera semana de vida ( $p>0.05$ ), (véase Tabla 3).

## Discusión

Los valores de PT y de globulinas para vacas se encontraban dentro del rango señalado para vacas en parto (5). No obstante, la concentración de glucosa presentó diferencias significativas según el sistema productivo ( $p<0.05$ ), encontrándose en las vacas mantenidas en LE una mayor concentración producto de la suplementación en el parto. Pese a señalarse que la concentración de glucosa en la vaca parto condiciona la competencia inmunológica del ternero recién nacido, en este estudio no se obtuvieron diferencias en dicha competencia según la glicemia de la madre.

Con respecto a la concentración de PT y globulinas en los terneros, si bien no se presentaron diferencias según el sistema productivo al cual pertenecieran las madres ( $p>0.05$ ), se observó la tendencia a una elevación de la concentración de globulinas en el día 3 en los terneros nacidos bajo el sistema LT ( $p=0.18$ ), (véase Figura 1B), lo que condiciona que se haya observado un aumento relativo en las PT. Se ha señalado que la suplementación parto induciría una mayor concentración de PT en las crías, contrario a lo



**Figura 1.** Concentración sanguínea de proteínas totales (A) y globulinas (B) durante la primera semana en terneros de lechería especializada (LE) y lechería tradicional (LT) en dos explotaciones del Viejo Caldas, Colombia.

observado en este estudio (2, 7, 10); pero, al no recibir una suplementación adicional las vacas mantenidas en el sistema de LT, la elevación de las globulinas y en consecuencia de las PT en estos terneros, sería producto de un mayor consumo de calostro durante los primeros días de vida. Lo anterior se corrobora con una disminución de la relación A/G ( $p=0.14$ ) en el tercer día después del nacimiento y un aumento de la actividad sérica de GGT (véase Tabla 3).

La importancia de una adecuada transferencia de inmunoglobulinas calostrales, particularmente IgG-1, es reconocida en la falla en la transferencia pasiva de inmunidad, aumentando así el riesgo de desarrollar enfermedades como enteritis, septicemia, artritis, onfalitis y neumonías, debido a que en los terneros que nacen inmunocomprometidos, la producción de Acs endógenos no es suficiente para obtener un nivel

protectivo en su primera semana de vida (7, 14, 23). Se ha señalado que las alteraciones en la transferencia

de inmunidad pasiva pueden afectar hasta un 25% de los neonatos (7).

**Tabla 3.** Promedio ( $\bar{x}$ ), desviación estándar (DE) y rango para la concentración sanguínea de proteínas totales (PT), globulinas (GLO), gamma glutamil transferasa (GGT) e inmunoglobulinas en terneros de lechería especializada (LE) y lechería tradicional (LT) en dos explotaciones del Viejo Caldas, Colombia.

	Día 1	Día 3	Día 5	p
	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	$\bar{x} \pm DE$	
<b>LE</b>				
PT	64 ± 16	57 ± 7	66 ± 14	NS
GLO	40 ± 15	31 ± 6	32 ± 17	NS
AG	0.7 ± 0.3	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.7	NS
UT	26 ± 1	26 ± 2	26 ± 1	NS
GGT	918 ± 1132	1066 ± 1202	1047 ± 1010	NS
<b>LT</b>				
PT	57 ± 21	68 ± 8	69 ± 16	NS
GLO	33 ± 18	47 ± 9	45 ± 19	NS
AG	0.9 ± 0.4	0.6 ± 0.2	0.8 ± 0.4	NS
UT	26 ± 2	25 ± 2	25 ± 2	NS
GGT	852 ± 607 <sup>a</sup>	1821 ± 935 <sup>b</sup>	905 ± 536 <sup>a,b</sup>	<0.05

NS: no significativo.

La concentración de globulinas en los terneros hijos de vacas mantenidas en LE es similar durante la primera semana, lo que no es coincidente con otros estudios que señalan una variación en la globulinemia en este período (23, 26), donde se alcanzan los valores más bajos 36 horas después del nacimiento (10, 21, 23). Hacia el cuarto día postparto las concentraciones de Igs son similares a las observadas en la leche y su estabilización se logra alrededor de los cuatro meses después del nacimiento, lo que indica que el sistema inmune ha madurado (10, 23, 26).

En el test de turbidez se observó una tendencia a presentar valores promedio más elevados en las UT en los terneros de LE que los observados en los de LT ( $p=0.08$ ), lo que indica que pese a un mayor consumo de calostro en los terneros de LT, los que nacieron en el sistema LE tenían un mayor nivel de IgG, probablemente por una disminución en el catabolismo de las Igs obtenidas a través del calostro (20).

En este estudio los valores de GGT observados hasta el quinto día postnacimiento fueron superiores a 200 U/L, en los terneros hijos de vacas mantenidas en

sistema LT, la actividad de GGT hizo un pico en el día 3 postnacimiento ( $p<0.05$ ) para posteriormente declinar, lo que puede deberse a una mayor permanencia del ternero con la madre, sin que esto necesariamente indique que la calidad del calostro consumido sea óptima. Una elevación en la actividad de esta enzima indica una adecuada ingestión de calostro por parte de los terneros, ya que la actividad de esta enzima es alta en el calostro de rumiantes y puede atravesar la barrera intestinal en las primeras horas de vida (20); por lo anterior, la concentración de Igs séricas en el ternero sería directamente proporcional a la actividad sérica de GGT. Esta actividad aumenta hasta el segundo o tercer día postnacimiento disminuyendo gradualmente con el tiempo (4 a 6 semanas en corderos y terneros). La determinación de la actividad de esta enzima es una herramienta diagnóstica útil para establecer alteraciones en la transferencia de inmunidad pasiva en los terneros, ya que su sensibilidad y especificidad son de un 80% y 97%, respectivamente, cuando los valores superan 200 U/L (16).

Bajo las condiciones de este estudio es posible concluir que los terneros mantenidos bajo el sistema

de LT presentaron un aumento en el consumo de calostro determinado por una mayor globulinemia y una elevación de la actividad de GGT; pero, los terneros nacidos en el sistema de LE presentaron una mayor concentración de IgG, lo que permitiría sugerir que

estos podrían poseer una mejor inmunocompetencia en los primeros días de vida, para lo cual se requiere la realización de estudios posteriores donde pueda controlarse la cantidad y calidad del suplemento ofrecido a las vacas en el período seco.

### Agradecimientos

Los autores desean expresar sus agradecimientos a los propietarios y trabajadores de las explotaciones donde se realizó el estudio, y a la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas por su apoyo financiero para culminar esta investigación.

### Summary

*Immunological status during the first week of calves maintained under two different production systems.*

*To evaluate the immunological status of calves maintained under two different production systems and during their first week of life, two dairy herds were selected according to their production system, they were classified either specialized (LE) or traditional (LT) dairy production system. Seven cows and their calves were selected at random, venous blood samples were taken from the cows in the second week prior to calving, and samples of calves were taken 1, 3 and 5 days after calving. Total protein (TP), albumin, globulins (GLO) and glucose were analyzed in the cows; in addition, serum gamma glutamyl transferase (GGT) activity and turbidity test were analyzed in calves. Data were processed by descriptive methods, and the comparisons between groups were made by "t" test and factorial analysis of variance, significance level was set at  $p < 0.05$ . The mean concentration of TP in cows was  $67 \pm 5$  g/L and  $70 \pm 8$  g/L for LE and LT, respectively ( $p > 0.05$ ). The concentration of globulins was  $33 \pm 7$  g/L and  $34 \pm 11$  g/L for both groups ( $p > 0.05$ ). The mean concentration of the different metabolites analyzed in calves was not different between groups ( $p > 0.05$ ), calves from LE group presented higher turbidity units ( $p = 0.08$ ), indicating a higher concentration of IgG. There was a trend to observe a higher concentration of globulins in calves from the group LT ( $p = 0.18$ ) after calving, probably due to a higher calostrum intake, but IgG did not increase. According to these results, the immunological status of calves was better in those maintained in the LE production system.*

**Key words:** dairy cattle, nutrition, immunology, immunoglobulines

### Referencias

1. Abul KA, Lichtman HA, Pober, SJ. Inmunología celular y molecular. 3d ed, México DF: Interamericana; 1996.
2. Al-Sabbagh TA, Swanson LV, Thompson JM. The effect of ewe body condition at lambing on calostrual immunoglobulin G concentration and lamb performance. J Anim Sci. 1995; 73:2860-2864.
3. Barraza D, Motta L, Rugeles C, Martínez G, Flórez H. Efecto del clima tropical en la adquisición de inmunidad pasiva y la fisiología del ternero neonato doble-propósito en condiciones tropicales calidas húmedas [en línea]. Colombia: Corpoica, 2002 [citado 15, febrero, 2003]. URL: <http://www.turipana.org.co>.
4. Ceballos A, Villa NA, Bohórquez A, Quiceno J, Jaramillo M *et al.* Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto

- del eje cafetero colombiano. Rev Col Cienc Pec. 2002; 15:26-35.
5. Dawson LER, Carson AF, Kilpatrick DJ. The effect of the digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on colostrum production and lamb performance. Anim Feed Sci Tech. 1999; 82:21-36.
  6. Flórez DH, Martínez SG, Silva SJ, Romero D, Díaz AE, et al. Prevención de enfermedades y de la muerte de terneros [en línea]. Colombia: Corpoica, 2002 [citado 15, marzo, 2003]. URL: <http://www.corpoica.com>.
  7. Galyean ML, Perino LJ, Duff GC. Interaction of cattle health/immunity and nutrition. J Anim Sci. 1999; 77:1120-1134.
  8. Gay B. Alimentación de la Ternera y Vaquillona [en línea]. 1991. [Citado 23, febrero, 2002]. URL: <http://www.agroconnection.com>
  9. Hammon HM, Blum JW. Free amino acids in plasma of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or by feeding only milk replacer. J Anim Physiol Anim Nutr. 1999; 82:193-204.
  10. Holloway MN, Tyler JW, Lakritz J, Carlson SL, Holle J. Serum immunoglobulin G concentrations in calves fed fresh and frozen colostrum. J Am Vet Med Ass. 2001. 219:357-359.
  11. Horsch F. Inmunoprofilaxis de los animales domésticos. Zaragoza:Editorial Acribia, 1984.
  12. Johnnston NA, Parish SM, Tyler WJ, Tillman CB. Evaluation of serum g-Glutamyltransferase activity as a predictor of passive transfer status in calves. J Am Vet Med Ass. 1997; 211:1165-1166.
  13. Logan EF. The influence of husbandry on colostrum yield and immunoglobulin concentration in beef cows. Br Vet J. 1997; 133:120-125.
  14. Maunsell FP, Morin DE, Constable PD, Hurley WL, McCoy, GC. Use of mammary gland and colostrum characteristics for prediction of calostrual IgG concentration and intramammary infection in Holstein cows. J Am Vet Med Ass. 1999; 214:1817-1822.
  15. Orskov ER. Nutrición de los rumiantes. Zaragoza:Editorial Acribia, 1990.
  16. Perino LJ, Sutherland RJ, Woollen NE. Serum g-Glutamyltransferase activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate passive transfer of immunoglobulin. Nebraska Veterinary and Biomedical Science Newsletter Revista 1995; [citado 24, febrero, 2002]. URL: <http://www.nvdl.unl.edu>.
  17. Rivera B, Vargas JE, Arcila CP, Márquez R, Pérez JF *et al.* Propuesta para la clasificación de sistemas de producción de leche: El caso de la zona de influencia de Manizales. Rev Sist Prod. 1999; 10(1):83-103.
  18. Stott GH, Fleenor WA, Kleese WC. Calostrual immunoglobulin concentration in two fractions of first milking post-partum and five additional milking. J Dairy Sci. 1981; 64(3): 459-465.
  19. Tessman RK, Tyler JW, Parish SM, Johnson DL, Gant GR. Use of age and serum g-Glutamyltransferase activity to assess passive transfer status in lambs. J Am Vet Med Ass. 1997; 211:1163-1164.
  20. Tizard I. Propiedades generales de las respuestas inmunitarias. En: Inmunología Veterinaria. 3ª ed. México DF:Nueva interamericana SA-McGraw-Hill, 1987. p.4-11.
  21. Vann RC, Holloway JW, Carstens GE, Boyd ME, Randel RD. Influence of calf genotype on colostrual immunoglobulins in *Bos taurus* and *Bos indicus* cows and serum immunoglobulins in their calves. J Anim Sci. 1985; 73:3044-3050.
  22. Weaver DM, Tyler JW, Marion RS, Wallace LM, Nagy JK. Evaluation of assays for determination of passive transfer status in neonatal llamas and alpacas. J Am Vet Med Ass. 2000; 216:559-563.
  23. Wernery U. Camelid immunoglobulins and their importance for the newborn. J Vet Med. 2001; 48:561-568.
  24. Wren G. Nutrición, estrés e inmunología [en línea]. Veterinaria Bovina, 1996 [citado 23, febrero, 2002]. URL: <http://www.org.es/eianez/inmunoco/cap-15.htm>.
  25. Zanker IA, Hammon HM, Blum JW. Activities of g-Glutamyltransferase, alkaline phosphatase and aspartate aminotransferase in colostrum, milk and blood plasma of calves Fed First Colostrum

- at 0-2, 6-7, 12-13 and 24-25 h after birth. J Vet Med A. 2001; 48:179-185.
26. Zanker IA, Hammon HM, Blum JW. Plasma amino acid pattern during the first month of life in calves fed the first colostrum at 0-2 h or at 24-25 after birth. J Vet Med. 2000; 46:107-121.
27. Zar JH. Biostatistical análisis. 3<sup>rd</sup> ed. Upper Saddle River (USA):Prentice Hall; 1996.
28. Zhao F, Okine EK, Kennelly JJ. Glucose transporter gene expression in bovine mammary gland. J Anim Sci. 1999; 77:2517-2522.