

LA TRANSFERENCIA DE INMUNIDAD PASIVA A LOS BECERROS RECIEN NACIDOS MEDIANTE CALOSTRO BOVINO CONGELADO*

A. Valdivia F., R. Ortiz M.¹, J. Martínez R.¹, A. Martínez de A.¹, T. Quezada T.¹
Programa de Investigación Pecuaria

2

RESUMEN

La inmunización pasiva ocurre en los bovinos mediante la transferencia de inmunoglobulinas (Igs) procedentes del calostro, empleando un mecanismo complejo, limitado en cantidad y tiempo. Este mecanismo se ve influenciado, entre otros, por factores calostrales de crecimiento, por tiempo a la primera alimentación, por la conformación de la ubre de la madre, la concentración de Igs en el calostro y aparenta ser independiente de las condiciones de estrés derivadas del nacimiento, como son hipoglucemia, hiperadrenalemia o pH sanguíneo ácido.

La falla en la transferencia (Ft) de Igs se refleja por una concentración sérica menor a 10 mg/mL y ocurre en el 42 al 60% de los becerros de razas lecheras que se amamantan libremente. En estados de emergencia tales como mastitis, pàesia, septicemia, primerizas, etcétera, en los que las madres no produzcan calostro adecuadamente, es necesario contar con una fuente alterna de Igs. El control de la cantidad, calidad y oportunidad con que se consume el calostro, puede reducir drásticamente la Ft.

Un lote de 48 becerros Holstein se agrapó en 16 bloques integrados por tres animales cada uno, nacidos en el mismo día, y se destinaron aleatoriamente como un becerro control y dos experimentales. Se separaron de sus madres y se alimentaron cada doce horas en el turno habitual de ordeño con 2 l de: 1.- Calostro fresco ó 2.- Calostro conservado por congelación a -20°C y calentado con microondas.

Se obtuvieron muestras de calostro y sanguíneas, las cuales se analizaron por inmunodifusión radial simple, precipitación con sulfato de zinc y Biuret. No se observaron diferencias estadísticas significativas en la concentración de inmunoglobulinas G y totales, albúmina y proteínas totales, ni tampoco en peso al nacimiento y edad a la primera alimentación. Lo cual demostró, bajo las condiciones de un estudio de campo, la capacidad del calostro congelado para transferir inmunidad pasiva tan eficientemente como el calostro fresco.

INTRODUCCION

La transferencia de anticuerpos maternos a los animales

recién nacidos a través del calostro fue notada primeramente por Erlich en 1892. (Busch, L. J., y T.E., Staley, 1980). Los bovinos nacen sin ninguna defensa inmune y dependen para su sobrevivencia de la absorción intestinal de anticuerpos, a partir del calostro que le proporciona su madre inmediatamente después del parto. La vaca gestante los concentra en su calostro al reaccionar específicamente contra los antígenos con los cuales entra en contacto dentro de su entorno natural, tanto los que afectan a su cría como contra los agentes inoculados experimentalmente. (Valdivia, F. A., et al., 1995). La producción de calostro aumenta paulatinamente en las lactancias sucesivas, iniciando desde 36 litros en el primer parto hasta 61 en el tercero. La concentración de inmunoglobulinas también aumenta desde el 5.9 hasta 7.5% del calostro y de éstas el 75% son del tipo IgG (Muller L.D., Beardsley G.L. y Ludens F.C., 1975) (Fraser, C.M., 1986). Sin embargo, el becerro podría consumir como máximo la tercera parte de lo que su madre produce, ya que solamente requiere calostro por 3 ó 4 días en cantidades de 5% de su peso corporal (35 a 60 kg) el primer día y 8% los siguientes. Además, el 50% de los partos en las explotaciones lecheras, por tratarse de machos, se sacrifican en el primer día de nacidos y, preferiblemente, sin haber consumido calostro. Estos datos permiten suponer una abundancia de calostro que seguramente se vende mezclado con la leche cruda, la que puede aparecer hasta con un 89% de contaminación (Zawistowski, J. & R. MacKinnon, 1993). Muy seguramente en la producción local sucede algo similar. Es contradictoria la abundancia de este valioso recurso con la alta frecuencia de la deficiencia de su ingestión.

La mayor parte de las inmunoglobulinas del calostro son de origen sanguíneo, ya que en fechas próximas al parto, las células de la glándula mamaria transfieren ávidamente los anticuerpos hacia el calostro, particularmente el subtipo denominado IgG1 (Sasaki, M., C.L. Davis y B.L. Larson, 1977).

La concentración de inmunoglobulinas se controla genéticamente y es la raza Holstein precisamente la que tiene una menor concentración de inmunoglobulinas; la raza Jersey produce una concentración 60% mayor (Muller, L.D. y D.K. Ellinger 1981).

¹ Profesor-Investigador del Centro Agropecuario.

Solamente una parte muy pequeña de las vacas poseen calostro de calidad superior (>50 mg de inmunoglobulinas por ml) en el primer parto. El 80% de las vacas tienen valores abajo del rango mínimo (<20 mg/mL), mientras que 14% son clasificadas como intermedias (20 a 50 mg/mL). La puntuación media es mayor en las vacas Holstein con parto gemelar y en aquellas vacas que mejoraron su condición corporal durante el período seco, en contraste con aquellas que permanecen estables o que decrecen su condición corporal (Shearer, J. et al., 1992).

El cese de la transferencia de materiales desde las células epiteliales a la sangre, ocurre espontáneamente a una tasa que se incrementa progresivamente antes de las 12 horas de edad y con un tiempo de cierre promedio de 24 horas. La variación de la concentración sérica de inmunoglobulinas entre becerros es amplia. El principal factor determinante es la cantidad de inmunoglobulinas consumidas por unidad de peso corporal. De manera contraria, la eficiencia de la absorción de IgM decrece conforme se incrementa la cantidad ingerida (Bus, L. J. y T.E. Staley, 1980).

El período de absorción es variable según la especie, y se desconoce el mecanismo mediante el cual se interrumpe esta absorción. El epitelio intestinal de los fetos de corderos expuestos a grandes cantidades de inmunoglobulinas, es reemplazado gradualmente por células de tipo digestivo, desapareciendo progresivamente la capa de células que llevan a cabo la absorción (Matte, J.J. et al., 1982).

El mecanismo molecular de transporte en el intestino del becerro recién nacido, tiene como resultado la transferencia de inmunoglobulinas del calostro intactas desde el lumen intestinal hasta la circulación, y es capaz de transferir una variedad de macromoléculas no inmunoglobulínicas (Besser, T.E. y D. Osborn, 1993). Este proceso es dependiente de la energía exógena como de las reservas metabólicas. Sin embargo la hipoglucemia inducida no tiene efecto sobre el tiempo de cierre intestinal en el becerro recién nacido (Tyler, H. y H., Ramsey, 1993).

El tiempo de cierre en becerros privados de calostro al nacimiento se pospone, desde 23 hasta 45 horas, en los becerros alimentados por primera vez a las 24 horas de edad (Tyler, H. y H. Ramsey, 1993) (Michaneck, P., M. Ventorp y B. Westrom, 1989). La capacidad del calostro para acelerar el cierre sugiere que algún factor de su contenido puede actuar para estimular el cierre ya sea humoral o luminalmente (Stott, G.H., et al., 1979) (Werhahn, E., F. Klobasa y J.E. Butler, 1981) (Watson, D.L., G. L. Francis y F.J. Ballard, 1992). Además se deben considerar las posibles contribuciones de los factores de crecimiento en el calostro, tales como el factor de crecimiento epidérmico y los factores de crecimiento gastrointestinal y corporal semejantes a la insulina, que vuelven al sistema digestivo en blanco y palanca del desarrollo postnatal (Tokuyama, Y. y H. Tokuyama, 1993).

La microflora intestinal del becerro recién nacido puede influenciar la absorción macromolecular y se correlaciona negativamente con la cuenta bacteriana por gramo de tejido intestinal (James, R.E., C.E. Polan y K.A. Cummins, 1981).

El efecto de los factores de la manipulación del ganado sobre la absorción de inmunoglobulinas, revela efectos negativos pequeños, asociados con el uso de calostro de vacas con un largo período seco, poco volumen suministrado y baja concentración de IgG1 recibida por el becerro. No hay interrelación significativa entre las concentraciones de cortisol causadas por la inanición y la absorción de Igs, sino que otros factores como la calidad y cantidad de calostro, edad del becerro a la alimentación, así como factores desconocidos en el calostro, son más importantes para determinar la máxima concentración de inmunoglobulinas en suero (Nightengale, G.T. y G. H. Stott, 1981) (Edwards, S.A. y D.M. Brom, 1982). Sorprendentemente la concentración de cortisol en el suero al nacimiento, es menor en becerros distócicos que en eutócicos (114 contra 274 mg/mL) y no se relaciona de ninguna manera con la absorción de IgG (Stott, G.H. y E. J. Reinhard, 1978).

Los becerros que son mantenidos con sus madres, absorben más inmunoglobulinas que aquellos que son separados rápidamente, los cuales pueden sufrir profundos efectos psicológicos y fisiológicos. El trauma de la separación del becerro de su madre es difícil de estimar, pero todas las evidencias indican que es real (Stott, G.H., 1980). Los niveles de IgG descienden paulatinamente, llegando a alcanzar los valores mínimos a los 60 días, llegan a desaparecer completamente a los 6 meses de edad, mientras que la IgM y la IgA descienden bruscamente, alcanzando los valores mínimos a los 21 días de vida. Las globulinas no son excretadas por el riñón. La transferencia hacia el lumen intestinal es el medio principal de su depuración. Esta transferencia tiene como resultado la unión antígeno anticuerpo en el lumen gastrointestinal (Besser, T.E. et al., 1988). La alta tasa de sobrevivencia de los becerros aglobulinémicos puede ser debida al efecto profiláctico de las inmunoglobulinas del calostro en el intestino una vez que el cierre ha ocurrido (Hurley, W. L. et al., 1993).

Existe una asociación indirecta con la ganancia de peso en el destete, ya que los becerros que tienen un nivel inadecuado de IgG presentan una mayor tasa de riesgo de mortalidad antes del destete, de mortalidad neonatal y morbilidad antes del parto, y los que se enferman tienen en promedio un peso menor al destete de 16 kilos, que aquellos que se clasifican como una IgG adecuada (Wittum, T.E. y L.J. Perino, 1995). Otros factores que determinan la mortalidad y morbilidad en los animales recién nacidos, son complejos y están muy relacionados entre ellos. Los más evidentes incluyen: la vitalidad que presenten los animales al nacer, la existencia de agentes patógenos en el entorno, la temperatura ambiental, el tipo de alojamiento, el comportamiento de las madres, el tamaño del hato y los cuidados prestados durante el parto (Martínez, M.A., 1991).

La falla de transferencia pasiva (IgG1 menor a 10 mg/mL a las 48 horas de edad), ocurre en el 60% de los becerros que se alimentan directamente con sus madres; 19% de los que se alimentan con un biberón y 11% en los becerros que se alimentan por medio de una sonda (Besser, T. E., C. C. Gay y L. Pritchett, 1991). El análisis de la concentración de IgG e IgM muestra que el 42% de los becerros sufre falla en la transferencia de una o ambas inmunoglobulinas (Brignole, T.J. y G.H. Stott, 1980).

Por otra parte, el calostro excedente y de buena calidad puede ser congelado y administrado cuando se requiera. Las pérdidas por putrefacción, la contaminación por bacterias patógenas, y el deterioro de nutrientes durante largo almacenamiento, son evitados por este procedimiento (Polzin, H. W., D.E. Otterby y D.G. Johnson, 1981).

Cuando el calostro congelado no está disponible, el calostro fermentado puede ser usado para proveer un grado limitado de inmunización pasiva a los becerros neonatos (Owen, F.G., 1974) (Carlson, S.M.A. y L.D. Muller, 1977).

MATERIAL Y METODOS

Con el objetivo de evaluar en condiciones de campo la eficacia del calostro congelado para preservar la transferencia de inmunidad pasiva, se efectuó, durante 1995, un estudio en el establo denominado Ganadería Loma Verde, ubicado en el municipio de Pabellón de Arteaga, Ags., en el cual se recolectó el calostro del primero y segundo ordeño postparto de vacas sanas, de más de dos partos y con una buena condición corporal, conservándolo inmediatamente a -20°C.

Los becerros Holstein recién nacidos fueron separados de sus madres y colocados en jaulas individuales en un lugar sombreado y protegido de los vientos, y siguiendo un diseño en bloques al azar (Stott, et al., 1979) en el que cada uno de 16 bloques, se constituía por tres becerros, un control y dos experimentales, que por nacer el mismo día se sometieron a las mismas condiciones medioambientales, y se les asignó un tratamiento consistente en: 1.- Calostro fresco ordeñado mecánicamente de sus madres y administrado por medio de una cubeta con mamila; ó 2.- Calostro congelado procedente de otra vaca del mismo establo. El calostro fresco y el congelado se administraron en cantidad de dos litros a las 6:00 y a las 18:00 horas, independientemente de la hora en que hubiera ocurrido el parto. El horario de alimentación dependió de la rutina de ordeño acostumbrada en el establo.

El calostro congelado se calentó a 38°C, antes de su administración, utilizando para ello un baño María en horno de microondas. Previamente a la primera y tercera alimentación se obtuvieron muestras sanguíneas de la vena yugular de los becerros controles y experimentales, utilizando tubos al vacío. El suero se recolectó a las 24 horas y se congeló a -20°C junto con las muestras de calostro, todas debidamente identificadas, hasta que se les practicaron las mediciones correspondientes. Para analizar las muestras de

calostro y sanguíneas se utilizaron tres técnicas:

1.- Precipitación con sulfato de zinc para cuantificar las concentraciones de Igs en el calostro y en el suero sanguíneo, utilizando un espectrofotómetro (Pfeifer, N.E., et al., 1977).

2.- Inmunodifusión radial simple con placas comerciales, bajo la que se obtuvieron las concentraciones de IgG en las muestras de calostro y de suero (Mancini, G., A., A. O Carbonar y J.I. Heremans, 1961), y

3.- Cuantificación de proteínas por la técnica de Biuret utilizando un paquete comercial de reactivos, para conocer la concentración de albúmina y proteínas totales del suero de los becerros (Miyada, D.S., et al., 1972).

RESULTADOS

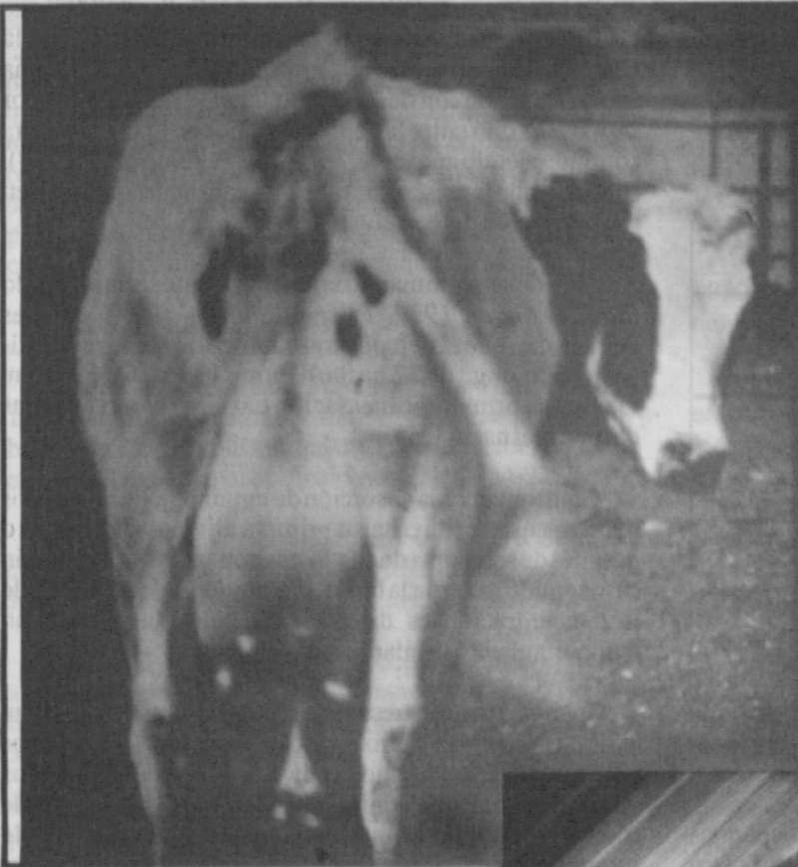
La variación de la temperatura se identificó por una curva, conforme transcurrió el tiempo de congelación. Se inició con una disminución de la temperatura hasta 5°C en 30 minutos. Se alcanzó la temperatura más baja, -20°C, hasta las 5 horas y se conservó así por varios días. Posteriormente se inició la descongelación con una duración de 22 minutos.

TABLA No. 1 VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES DE LOS GRUPOS DE BECERROS ALIMENTADOS CON CALOSTRO FRESCO O CONGELADO

GRUPO	VARIABLE		
	PESO (kg)	EDAD (horas)	CONGELACION (días)
Control	45.50 ± 6.80	6.40 ± 5.30	---
Experimental	43.35 ± 5.15	6.80 ± 2.20	9.86 ± 8.43

Como se muestra en la tabla No. 1, no se encontró diferencia significativa entre el peso corporal al nacimiento y la edad en que los becerros recibieron la primera alimentación en los grupos que recibieron el calostro fresco o congelado.

En la tabla No. 2 se muestran los valores de las concentraciones de inmunoglobulinas totales e inmunoglobulina G. La media entre los dos grupos fue poco menor a 50 mg/mL, sin embargo 9 de cuatro animales estudiados tuvieron valores superiores a 50 mg/mL, lo cual representa un 20.4%.



que el (1977) que han mostrado una
las técnicas
1981 y 1982
Vidal y cols
que las características de los
los efectos adscritos no se han
A.M. 5 cols
en un estudio de control
de las variables por el
de la interacción entre
de los factores, solamente
y los efectos de los
que se registran la
de la interacción y los
de las variables de

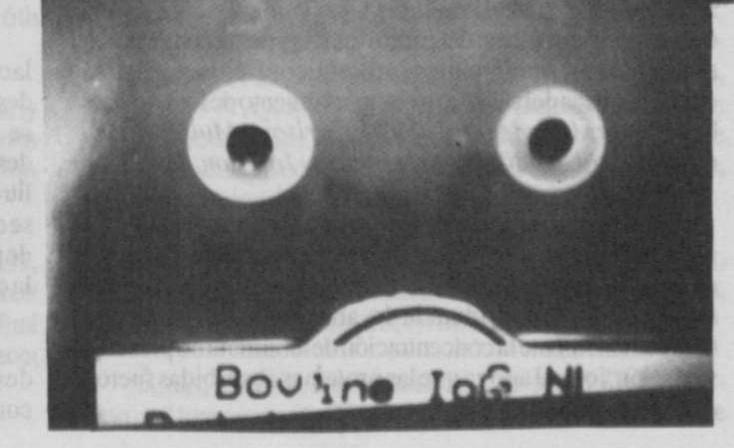


TABLE NO. 02. VALORES MEDIOS DE
CONCENTRACION (mg/ml) DE
INMUNOGLOBULINAS TOTALES (IgG)
EN SUERO SANGUINEO Y LINFAL OSTI
DEBIDO A LAS TÉCNICAS DISTINTAS
DE LA TÉCNICA DE INMUNODIFUSIÓN
RAJAL SIMPLE (DRA) 1977

TÉCNICA	VALOR MEDIO (mg/ml)
INMUNODIFUSIÓN (DRA)	1.25
INMUNODIFUSIÓN (DRA) + INMUNODIFUSIÓN (DRA)	1.25
INMUNODIFUSIÓN (DRA) + INMUNODIFUSIÓN (DRA) + INMUNODIFUSIÓN (DRA)	1.25

Experimento: 2288 + 930

TABLA No. 2 VALORES MEDIOS DE LA CONCENTRACION (mg/mL) DE INMUNOGLOBULINAS TOTALES (Igs e IgG) EN SUERO SANGUINEO Y EN CALOSTRO POR MEDIO DE LAS TECNICAS DE TURBIDEZ CON SULFATO DE ZINC (TSZ) E INMUNODIFUSION RADIAL SIMPLE (IDRS).

TECNICA		
FUENTE	T.S.Z. (Ig)	I.D.R.S. (IgG)
Calostro		
Fresco	47.50 ± 10.48	37.71 ± 17.22
Congelado	38.71 ± 10.52	31.33 ± 17.48
Suero		
Control	30.90 ± 11.84	33.92 ± 16.63
Experimental	25.88 ± 9.30	25.58 ± 14.42

Aunque se encontraron valores medios más altos para las concentraciones de Igs e IgG en el suero y en el calostro administrado fresco sobre el que proporcionó congelado, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ni entre las técnicas de medición utilizadas ni entre las fuentes de calostro o el suero sanguíneo de los becerros controles o experimentales.

Un becerro control y otro experimental presentaron falla de transferencia, pero no se observó morbilidad ni mortalidad en todo el lote.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las concentraciones séricas alcanzadas por los becerros alimentados con calostro fresco o congelado oscilan entre los valores promedio esperadas para becerros Holstein (48.2 ± 21.9 y 42.7 mg/mL de IgG1). Lo cual coincide con la estimación del mínimo deterioro de las Igs por la congelación a partir de componentes proteínicos, características organolépticas del calostro y comportamiento de los becerros bajo crianza (Snyder et al., 1974, Carlson y Muller, 1977; Otterby, et al., 1980; Polzin, Otterby y Johnson, 1981).

En el experimento se observó que la cuantificación de proteínas en el suero estimada por la técnica de Biuret mostró una diferencia significativa entre la primera y segunda muestra, lo cual evidencia la absorción de proteínas. Coincidentemente la concentración de albúmina no presentó variación, lo cual apoya que las proteínas absorbidas fueron del tipo globulina.

Se ha propuesto (Watson, Francis y Ballard, 1992) que las 6 horas post parto es la edad óptima de inicio de la alimentación del becerro recién nacido para que se logre una adecuada absorción de Igs. A esta edad se alcanza un valor sérico máximo entre las 15 y las 48 horas. Esta propuesta continúa siendo apoyada (Tokuyama y Tokuyama, 1993), considerando la presencia de factores calostrales que inducen la maduración del epitelio intestinal.

Sin embargo, tomando en cuenta lo que se ha señalado (Stott et al., en 1979, Tyler y Ramsey, 1993), quienes demuestran que el tiempo en el cual ocurre el cierre intestinal, se prolonga de 22 hasta 40 horas en los becerros que reciben su primera alimentación tan tarde como 24 horas después del nacimiento.

Confrontamos la absorción de inmunoglobulinas en los becerros que recibieron su primera alimentación antes o después de seis horas de edad y encontramos que en ningún caso se pudo rechazar la hipótesis nula de que la pendiente de la concentración es diferente de cero, sugiriendo un comportamiento similar en ambos horarios.

Se compararon los resultados de las técnicas de medición, TSZ e IDRS, para suero y calostro, encontrándose altos valores de r², lo cual nos indica la *repetibilidad* de los resultados de ambas técnicas en el diagnóstico de la falla de transferencia de inmunidad pasiva y síndrome de inmunodeficiencia láctica. Esto concuerda con algunos reportes (Pffeifer, et al., 1977) que han mostrado una buena relación entre las técnicas.

Así mismo ya ha sido señalado (Vidal-Valverde, Ruiz y Medrano, 1993) que las características de los componentes lácteos congelados adecuadamente no se desnaturalizan hasta los 6 u 8 meses de conservación.

Ninguna de las variables, por sí solas, explicó la concentración de las inmunoglobulinas presentes en el suero sanguíneo de los becerros, solamente la interacción entre la cantidad de inmunoglobulinas ingeridas el peso al nacimiento, la edad a la que recibieron la primera alimentación los becerros, la congelación y los días que duró congelado el calostro, explicaron las variaciones observadas.

Realizando un breve análisis de los costos que implican la conservación por congelación de calostro y la consecuente descongelación para proporcionárselo luego a los becerros, se encontró un costo aproximado por litro de calostro descongelado de \$3.92 por litro. Un becerro que consuma 4 litros de calostro representará un costo de \$15.68, mismo que se considera muy bajo si lo comparamos con los beneficios de protección proporcionada por las inmunoglobulinas y con la conservación del valor genético del animal.

Por lo tanto se concluye en que, bajo las condiciones descritas, la transferencia de Igs procedentes del calostro congelado fue eficiente para lograr una buena concentración

sérica de Igs a los becerros recién nacidos; lo cual sugiere que la capacidad del calostro bovino para conferir inmunidad pasiva a los becerros se puede preservar con este método y que puede utilizarse, de manera complementaria a las indicaciones generales de manejo del becerro recién nacido (Martínez, 1991; Medina, 1989), en aquellas situaciones de emergencia, tales como mastitis, paresia, septicemia, primerizas, etcétera, en las que se carece del aporte de la calidad, cantidad u oportunidad esperada del calostro materno.

LITERATURA CITADA

- Besser T.E., T.C. MacWire, Gay C.C. and L.C. Pritchett, 1988, Transfer of functional immunoglobulin G (IgG) antibody into the gastrointestinal tract accounts for IgG clearance in calves, *Journal of Virology*, 62(7):2234-2237.
- Besser T.E., C.C. Gay and Pritchett L., 1991, Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves, *Journal of American Veterinary Assay*, 198(3):419-22.
- Besser T.E. and Osborn D., 1993, Effect of bovine serum albumin on passive transfer of immunoglobulin G1 to Newborn calves, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 37(3-4): 321-327.
- Brignole, T.J. and G.H. Stott, 1980. Effects of Suckling Followed by Bottle Feeding Colostrum on Immunoglobulin Absorption and Calf Survival, *Journal of Dairy Science*, 63:451-456.
- Bush L.J. and T.E. Staley, 1980. Absorption of colostrum immunoglobulins in newborn calves, *Journal of Dairy Science*, 63:672-680.
- Carlson, S.M.A. and L.D. Muller, 1977, Compositional and metabolic evaluation of colostrum preserved by four methods during warm ambient temperatures, *Journal of Dairy Science*, 60(4): 566-571.
- Edwards, S.A. and D.M. Brom, 1982, Factors affecting levels of passive immunity in dairy calves, *British Veterinary Journal*, 138:233-240.
- Fraser, C.M., 1986, *The merck veterinary manual*, 6th Edition, Merck Co., USA, p. 1070.
- Hurley, W.L., R.C.J. Grieve, C.E. Magura, H.M. Hegarty and S. Zou, 1993. Electrophoretic comparisons of lactoferrin from bovine mammary secretions, milk neutrophils and human milk, *Journal of Dairy Science*, 76:377-387.
- James, R.E., C.E. Polan and K.A. Cummins, 1981, Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of [Iodine-125] gamma-globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves, *Journal of Dairy Science*, 64:52-61.
- Mancini, G., A.O. Carbonara and J.I. Heremans, 1961, Immunochemical quantitation of antigens by single radial immunodiffusion, *Immunochemical*, 2: 235-254.
- Martínez, M.A., 1991, Inmunoglobulinas en becerros recién nacidos, *Avances en Medicina Veterinaria*, México, V., X., (5): 171-186.
- Matte, J.J., C.L. Girard, J.R. Seoane and G.J. Brisson, 1982, Absorption of colostral immunoglobulin G in the newborn dairy calf, *Journal of Dairy Science*, 65: 1765.
- Medina, M., 1989, Determinación de gamaglobulinas en el becerro neonato, en Morilla, G.A., *Inmunología Veterinaria*, Editorial Diana, México, D.F., p. 237-253.
- Michaneck, P., M. Ventorp and B. Westrom, 1989. Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of different ages at first feeding, *Research in Veterinary Science*, 46(3):375-379.
- Miyada, D.S., V. Baysinger, S. Notrica and R.M. Nakamura, 1972, Albumin quantitation by Dye Binding and salt fractionation techniques, *Clinical Chemistry*, 18(1):52-56.
- Muller, L.D., G.L. Beardsley, and F.C. Ludens, 1975, Amounts of sour colostrum for growth and health of calves, *Journal of Dairy Science*, 58(9):1360-1964.
- Muller, L.D. and D.K. Ellinger, 1981, Colostral immunoglobulin concentration among breeds of dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 64:1727-1730.
- Nightengale, G.T. and G.H. Stott, 1981. Adrenal response of newborn calf to acute inanition and colostrum feeding, *Journal of Dairy Science*, 64:236-240.
- Otterby, D.E., D.J. Johnson, J.A. Foley, D.S. Tomsche, R.G. Lundquist and P.J. Hanson, 1980, Fermented or chemically-treated colostrum and nonsalable milk in feeding programs for calves, *Journal of Dairy Science*, 63:951-958.
- Owen, F.G., 1974, Colostrum protects the newborn calf against disease, *Dairy Report*, University of Nebraska.
- Pfeifer, N.E., T.C. McGuire, R.B. Bendel and J.M., Weikel, 1977. Quantitation of bovine immunoglobulins: Comparisons of single radial immunodiffusion, zinc sulfate turbidity, serum electrophoresis and refractometer methods, *American Journal of Veterinary Research*, 38(5):693-698.
- Polzin, H.W., D.E. Otterby and Johnson D.G., 1981, Responses of calves fed fermented or acidified colostrum, *Journal of Dairy Science*, 60(2): 224-233.
- Sasaki, M., C. L. Davis and B.L. Larson, 1977, Production and turnover of IgG1 and IgG2 immunoglobulins in the

bovine around parturition, *Journal of Dairy Science* 59(12):2046-2054.

Shearer, J., H.O. Mohammed, J.S. Brenneman and T.Q. Tran, 1992, Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving, *Preventive Veterinary Medicine*, 14(1-2):143-154.

Snyder, A.C., J.D. Schuh, T.N. Wegner and J.R. Gebert, 1974, Passive immunization of the newborn dairy calf via fermented colostrum, *Journal of Dairy Science*, 57:641 (abstr).

Stott, G.H. and E.J. Reinzhard, 1978, Adrenal function and passive immunity in the dystocical calf, *Journal of Dairy Science*, 61:1457.

Stott, G.H., D.B. Marx, B.E. Menefee and G.T. Nightengale, 1979, Colostral immunoglobulin transfer in calves. I. Period of absorption, *Journal of Dairy Science*, 62:1632.

Stott G.H., 1980, Immunoglobulin absorption in calf neonates with special considerations of stress, *Journal of Dairy Science*, 63:681-688.

Tokuyama, Y., and H. Tokuyama, 1993, Purification and identification fo TGF-B2 related growth factor from bovine colostrum, *Journal of Dairy Research*, 60:99-109.

Tyler, H. and H. Ramsey, 1993, Effect of induced hypoglycemia on cessation of macromolecular transport in neonatal calf, *Journal of Dairy Science*, 76:3021-3025.

Tyler, H. and H. Ramsey, 1993, Effect of insulin-induced hypoglycemia on cessation of macromolecular transport in neonatal calf, *Journal of Dairy Science*, 76:2736-2741.

Valdivia F., A., R. Ortiz M., E. de la Cerda G., A. Martínez de A. y F. Jaramillo J., 1995, El calostro bovino hiperinmune en la terapéutica de infecciones humanas gastroentéricas, *Investigación y Ciencia*, 14(5): 19-24.

Zawistowski, J. and R. MacKinnon, 1993, Incidence of colostrum in raw milk, *Journal of Food Protection*, 56(7):625-626.

Vidal-Valverde, C., R. Ruiz and Medrano, 1993, Effects of frozen and other storage conditions on alfa tocoferol content of cow milk, *Journal of Dairy Science*, 76:1520-1525.

Watson, D.L., G.L. Francis and F.J. Ballard, 1992, Factors in ruminant colostrum that influence cell growth and murine IgE antibody responses, *Journal of Dairy Research*, 59: 369-380.

Werhahn, E., F. Klobasa and J.E. Butler, 1981, Investigation of some factors which influence the absorption of IgG by the neonatal piglet, *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2:35.

Wittum, T.E. and L.J. Perino, 1995, Passive immune status at postpartum hour 24 and long-term health and performance of calves, *American Journal of Veterinary Research*, 56(9): 1149-1154.

* Parte de la presente información ha sido presentada en el XX Congreso Nacional de Buiatría, en la Exposición Internacional de la Leche 1996, el XX aniversario del laboratorio de Fisiología Celular del CINVESTAV IPN, y ante grupos de productores y profesionistas del área.