

Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad

**Arnold Mauricio Fortín Cabrera
Josué Jocsan Perdomo Carbajal**

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad

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

Presentado por:

Arnold Mauricio Fortín Cabrera
Josué Jocsan Perdomo Carbajal

Zamorano, Honduras

Diciembre; 2009

Determinación de la calidad del calostro bovino a partir de la densidad y de la concentración de IgG y del número de partos de la vaca y su efecto en el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad

Presentado por:

Arnold Mauricio Fortín Cabrera
Josué Jocsan Perdomo Carbajal

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Director Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Miguel Vélez, Ph.D.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador Área Zootecnia

ABSTRACT

Fortin, A.; Perdomo, J. 2009 Determination of the quality of the bovine colostrum based on the density and concentration of IgG and the number of lactations of the cow over the development of calves until 30 days old. Graduation project (thesis) of the B.S. program in Agricultural Sciences and Production, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

The colostrum contains important nutrients for the calf, this nutrients will help to adapt to the new environment and protects the calf for the first months of life against diseases. The objective of this study was to determine the quality of the bovine colostrums based on the density and concentration of IgG, its correlation between the density and concentration of IgG with the number of lactations of the cow and the development of the calf. Fifty-one primiparous and multiparous cows were used. The greatest density ($P < 0.005$) was from cows of two and three lactations with 115.38 and 120.00 mg/mL, respectively. The greatest concentration ($P < 0.05$) of IgG was found in cows of three lactations, 232.46 mg/dL. The greatest weight gain ($P < 0.05$) was obtained in calves of cows of three lactations and the lowest in calves of the cows of first lactation with 6.82 kg and 2.80 kg respectively. There was a positive low correlation ($r = 0.14561$; $P = 0.0092$) between the density and the number of lactations, a positive low correlation ($r = 0.24961$; $P < 0.0001$) between the concentration of IgG and the density of colostrum and a positive low correlation ($r = 0.17987$; $P = 0.0013$) between the weight gain and calostrum density.

Key words: antibodies, passive immunity, weight gain.

RESUMEN

Fortin, A.; Perdomo, J. 2009 Determinación de la calidad del calostro bovino con base en la densidad y concentración de IgG y número de partos de la vaca sobre el desarrollo de los terneros hasta los 30 días de edad. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano

El calostro contiene nutrientes importantes para el ternero, que le ayudan a adaptarse al nuevo ambiente y lo protegen en los primeros meses de vida contra las enfermedades. El objetivo de este estudio fue determinar la calidad del calostro bovino utilizando como base la densidad y la concentración de IgG en el calostro, la correlación entre la densidad y la concentración de IgG con el número de partos de la vaca y el desarrollo de los terneros. Se utilizaron 51 vacas distribuidas en cuatro tratamientos, vacas de primer, segundo, tercero y cuarto o más partos. La mayor densidad ($P < 0.05$) se obtuvo en las vacas de dos y tres partos con 115.38 y 120.00 mg/mL respectivamente; la mejor concentración de IgG ($P < 0.05$) se encontró en las vacas de tres partos con 232.46 mg/mL; los terneros que ganaron más peso a los 30 días de nacimiento ($P < 0.05$) fueron los alimentados con calostro de vacas de tercer parto con 6.82 kg mientras que los terneros de primer parto solo ganaron 2.80 kg; se encontraron correlaciones bajas pero positivas entre densidad y número de partos ($r = 0.14561$; $P = 0.0092$); concentración de IgG y densidad ($r = 0.24961$; $P < 0.0001$); y entre densidad y ganancia de peso ($r = 0.17987$; $P = 0.0013$).

Palabras claves: anticuerpos, ganancia de peso, inmunidad pasiva.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
4. CONCLUSIONES	8
5. RECOMENDACIONES	9
6. BIBLIOGRAFÍA	10

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Composición nutricional del calostro, la leche de transición y la leche entera.....	1
2. Contenido de anticuerpos en la leche de acuerdo al número de partos.....	3
3. Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en mg/mL en el calostro bovino.....	5
4. Densidad y concentración de IgG del calostro y ganancia de peso de los terneros a los 30 días de nacimiento.....	6
5. Cantidad de calostro necesario para cubrir los requerimientos mínimos de IgG en las primeras dos horas de vida de la ternera.....	7

1. INTRODUCCIÓN

El calostro es la acumulación de secreciones lácteas en la glándula mamaria en las últimas semanas de la gestación, bajo la influencia de los estrógenos y la progesterona (Abul *et al.* 1996). Los neonatos requieren de asistencia inmune pasiva que son anticuerpos y linfocitos específicamente sensibilizados contra la mayoría de microorganismos de su entorno la cual es transferida por la madre a través del calostro hasta que el ternero desarrolla su inmunidad activa (Tizard 1989a).

El calostro contiene además nutrientes importantes para el ternero, que le ayudan a adaptarse al nuevo ambiente (Cuadro 1). Es de color amarillo a rosa, consistencia espesa, y contiene 60 veces más inmunoglobulinas, dos veces más sólidos y energía, 100 veces más vitamina A, seis veces más proteína y tres veces más minerales que la leche normal (Quigley 1998).

Cuadro 1. Composición nutricional del calostro, la leche de transición y la leche entera

Componentes	Número de ordeño					Leche entera
	1	2	3	4	5	
Sólidos totales (%)	23.90	17.90	14.10	13.90	13.60	12.50
Grasa (%)	6.70	5.40	3.90	3.70	3.50	3.20
Proteína * (%)	14.00	8.40	5.10	4.20	4.10	3.20
Anticuerpos (%)	6.00	4.20	2.40	0.20	0.10	0.090
Lactosa (%)	2.70	3.90	4.40	4.60	4.70	4.90
Minerales (%)	1.11	0.95	0.87	0.82	0.81	0.74
Vitamina A (µg/dL)	295.00	190.00	113.00	-	74.00	34.00

Fuente: Wattiaux (2002)

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo. Son componentes del sistema inmunológico cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo del recién nacido al momento del parto (Abul *et al.* 1996).

En el calostro existen tres tipos de Inmunoglobulinas (Ig): IgG, IgM, e IgA; de la IgG existen dos isotipos: IgG1 e IgG2. Las Ig trabajan juntas para proveer al ternero con inmunidad pasiva. El calostro contiene de 70-80% IgG, 10-15% IgM y 10-15% IgA. La mayoría de las IgG en el calostro bovino proviene de la sangre. Las IgM e IgA son

sintetizadas por los plasmocitos en la glándula mamaria. El rol primario de la IgG es el de identificar y ayudar a destruir patógenos invasores. Debido a que son de menor tamaño que las otras Ig, se pueden mover fuera de la corriente sanguínea hacia otras partes del cuerpo donde pueden ayudar a identificar patógenos. Las IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia (envenenamiento de la sangre); son moléculas largas que permanecen en la sangre y protegen al animal de invasiones bacterianas. Las IgA protegen las superficies de mucosas como la del intestino. Se adhieren al revestimiento intestinal y evitan que los patógenos se adhieran y causen enfermedades (Quigley 1997).

La falla en la transferencia pasiva de anticuerpos se refleja en la generación de pérdidas económicas por mortalidad y enfermedad de los terneros. El suministro de calostro, por lo tanto, es esencial en las primeras horas de vida, pues el nivel de inmunoglobulinas séricas en el neonato es un factor que determina la resistencia del mismo a enfermedades durante sus primeros días de vida (Barraza *et al.* 2002).

La cantidad de calostro ingerido es otro factor que condiciona los niveles de Ig en la sangre siendo 2 litros de calostro luego del nacimiento la regla general para aumentar los niveles de Ig en sangre y agotar tempranamente el potencial de absorción de las células intestinales de macromoléculas disminuyendo al mismo tiempo la permeabilidad a microorganismos patógenos; además es recomendable el suministro de la misma cantidad entre las 8 y 12 horas de edad y la alimentación en un 10% del peso vivo de la cría con calostro durante varios días luego del nacimiento (Chacón 2009).

Existe la posibilidad de conservar calostro de mejor calidad para suministrarlo a los terneros recién nacidos. El calostro puede ser refrigerado a 1–2 °C por una semana, sin que la concentración de IgG disminuya. Alternativamente se puede congelar hasta por un año, sin provocar una disminución significativa de las IgG. El congelador debe estar a una temperatura constante de -20 °C, asegurándose que no existan periodos de descongelamiento. La forma óptima para descongelarlo es mediante la inmersión en agua tibia cuya temperatura no debe superar los 50 °C, lo que permitirá una descongelación lenta (Mella 2003).

Otra forma para determinar la cantidad de calostro necesaria para una ternera consiste en considerar que la cantidad mínima necesaria de IgG en el suero de la ternera para proveer de una inmunidad adecuada es de 10 mg/mL; el volumen de plasma de una ternera recién nacida puede oscilar entre 6.5 y 14.5% del PV, la eficiencia de absorción de las IgG dentro de las primeras 2 horas de vida que oscila entre 21 y 50% (Elizondo 2007).

La composición del calostro varía ampliamente debido a una gran variedad de factores que incluyen la historia clínica de la vaca, el volumen producido (siendo el calostro de vacas altas productoras menos rico en Ig por efecto de dilución), la época del año, la nutrición de la vaca en el periodo seco y la raza (la raza Holstein produce un calostro con una cantidad menor de Ig) (Cuadro 2.) La calidad del calostro en términos de anticuerpos producido por una vaca puede ser determinada por medio de la regresión $Y=254.716X-261.451$ ($r^2=0.84$) (donde Y es la concentración de Ig en % y X es la gravedad específica del calostro) (Chacón 2009).

Cuadro 2. Contenido de anticuerpos en la leche de acuerdo al número de partos

Número de parto	Porcentaje de anticuerpos
Primero	5.90
Segundo	6.30
Tercero	8.20
Cuarto en adelante	7.50

Fuente: Chacón (2009).

El objetivo de este estudio fue determinar la calidad del calostro bovino utilizando como base la densidad y la concentración de IgG en el calostro, su correlación con el número de partos de la vaca y su efecto sobre el desarrollo en los terneros hasta los 30 días de edad. Los objetivos específicos fueron determinar la correlación entre la densidad y la concentración de IgG del calostro con el número de partos del animal, determinar la correlación entre la densidad y la concentración de IgG del calostro sobre el desarrollo de los terneros (ganancia de peso) hasta los 30 días.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre noviembre del 2008 y agosto del 2009 en dos ganaderías: En las instalaciones de levante de terneros de la finca Agropecuaria El Carreto, propiedad de la familia Gallardo Ponce a 37 km de Tegucigalpa y en la Unidad de Ganado Lechero de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, a 35 km de Tegucigalpa, ambas fincas a una altura promedio de 800 msnm y una precipitación y temperatura promedio anual de 1100 mm y 24°C respectivamente.

Se utilizaron 51 vacas desde uno a más partos distribuidas así: 19 vacas Holstein en la finca Agropecuaria El Carreto y 32 vacas Holstein, Pardo Suizo y sus encastes en el Zamorano. Todos los animales fueron sometidos a la revisión preparto por el Médico Veterinario a fin de determinar su buen estado de salud. Como criterio de inclusión se utilizó una condición corporal para vacas preparto ≥ 3 y ≤ 4 en la escala de 1 a 5. Los animales fueron agrupados en cuatro categorías (tratamientos) de acuerdo al número de partos, donde cada vaca fue una unidad experimental:

Categoría 1: vacas de primer parto

Categoría 2: vacas de segundo parto

Categoría 3: vacas de tercer parto

Categoría 4: vacas de cuarto o más partos

Una vez sucedido el parto, la hembra fue ordeñada en las primeras cuatro horas pos parto y se llenó completamente una probeta plástica graduada, en la que se introdujo el calostrómetro y se determinó la densidad (Cuadro 3), simultáneamente se tomó una muestra de calostro en un tubo Eppendorf (1.5 mL), se rotuló y congeló a -20°C hasta su envío a Laboratorios Molina en Tegucigalpa, donde se realizó la prueba de inmunodifusión radial para determinar la concentración de IgG.

La inmunodifusión radial es una técnica de análisis inmunológico de tipo cuantitativo. Se utiliza para detectar la cantidad de anticuerpos en líquidos biológicos, en este caso la concentración de IgG que hay en el calostro de los animales. El anticuerpo en suspensión se mezcla con agar impregnado en antígeno. Una vez solidificado, se hacen agujeros que contendrán la muestra de calostro. Se deja incubar de modo que el calostro con las IgG se difunde por la placa de agar y reacciona con el antígeno embebido en la placa. A las 24 horas se habrá creado un precipitado producto de la reacción entre antígeno e IgG que se muestra en la placa como una línea blanca rodeando los agujeros. El diámetro de este círculo es un reflejo de la concentración de IgG que tendrá la muestra de calostro, de modo que a mayor diámetro, mayor concentración de este anticuerpo (Tizard 1989b).

Cuadro 3. Escala de calibración del calostrómetro e interpretación de la concentración de inmunoglobulinas en mg/mL en el calostro bovino.

Color	Concentración (mg/mL)	Interpretación
Rojo	< 22	Calidad inferior
Amarillo	≥ 22 y < 50	Calidad marginal
Verde	≥ 50	Calidad superior

Fuente: Fleenor y Stott (1980)

Cada ternero recibió calostro durante los tres primeros días, luego fue llevado a la unidad de levante en donde fue alimentado hasta los 60 días de nacido con lacto-reemplazador a razón de 4 litros diarios (2 en la mañana y 2 en la tarde) tiempo al cual fueron destetados. En esta unidad se les suministró concentrado de levante de terneros *ad libitum*, agua limpia y fresca permanentemente y heno. La sal mineral al 10% fue colocada a partir de los 30 días de nacidos.

Los terneros fueron pesados inmediatamente al nacer, tatuados y se realizó la curación del ombligo con tintura de yodo al 5%. Posteriormente se pesaron a los 30 días.

Se analizaron las siguientes variables:

- Densidad del calostro.
- Concentración de IgG y su correlación de acuerdo a la densidad del calostro.
- Ganancia de peso de los terneros y su correlación con la densidad de acuerdo al tipo de calostro ingerido.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA); cada finca fue un bloque con cuatro tratamientos con medidas repetidas en el tiempo. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento de Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias con la prueba de Duncan; para los procedimientos de correlaciones se utilizó la correlación de Pearson. El programa estadístico fue el Statistical Analysis System (SAS 2007). El nivel de significancia exigido fue de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad del calostro. Se encontró diferencias ($P<0.05$) en la densidad según el número de partos de la vaca (Cuadro 4). La mayor densidad se obtuvo en vacas de dos y tres partos y la menor en las de primer parto. Los resultados coinciden con los de Chacón (2009) quien concluyó que el porcentaje de anticuerpos es mayor en vacas de tercer parto. También coinciden con los de Devery y Larson (1983) que el calostro producido por animales de primer parto tiene generalmente una menor densidad que el de vacas con mayor número de partos. Se encontró una correlación positiva ($r=0.40575$; $P< 0.0001$) entre la densidad y el número de partos. Esto quiere decir que entre mayor número de partos mayor es la densidad del calostro.

Concentración de IgG. Las diferencias fueron significativas ($P<0.05$) entre la concentración de IgG según el número de partos, siendo las vacas de tercer parto las que presentaron la mayor concentración de IgG y las de primer parto la menor (Cuadro 4). Estos resultados difieren de los de Devery y Larson (1983) quienes encontraron que la concentración de IgG aumente linealmente según el número de lactancias hasta llegar a la cuarta, momento en que se estabiliza. Se encontró una correlación positiva ($r=0.24961$; $P< 0.0001$) entre la densidad y la concentración de IgG, lo que representa que a mayor densidad del calostro, hasta el tercer parto, mayor será la concentración de IgG, lo que coincide con Fleenor y Stott (1980) y con Morin *et al.* (2001) quienes concluyeron que la densidad es un indicativo de la calidad del calostro.

Cuadro 4. Densidad y concentración de IgG del calostro y ganancia de peso de los terneros a los 30 días de nacimiento

Número Partos	Densidad	Concentración IgG mg/mL	Ganancia de peso a los 30 días (kg)
1	52.33 ^a	74.75 ^a	2.80 ^a
2	115.38 ^{bc}	178.67 ^b	4.55 ^b
3	120.00 ^c	232.46 ^c	6.82 ^b
4	108.10 ^b	109.15 ^d	4.75 ^b
P	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
C.V.	10.36	12.05	10.35

^{a, b, c, d} Medias en la misma columna con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí ($P<0.05$)

*C.V.= Coeficiente de variación

Ganancia de peso de los terneros . Se encontró un aumento ($P<0.05$) en la ganancia de peso de acuerdo al número de partos de la vaca (Cuadro 4). Estos resultados son similares a los obtenidos por Jarmuz *et al.* (2001), quienes reportaron una correlación positiva y altamente significativa entre la concentración de IgG del suero sanguíneo, medido a los 2 días de vida y el peso vivo a los 200 días de edad. Esto implica que a mayor cantidad de IgG los terneros obtendrán incrementos de pesos mayores, posiblemente debido a una mayor protección pasiva suministrada por la vaca y que se verá reflejada en una mayor resistencia a las enfermedades. De igual manera Vann y Baker (2001) concluyeron que terneros con una alimentación de calostro superior de 16 gr IgG/L de suero, obtuvieron pesos mayores que los alimentados con niveles adecuados y no adecuadas de 10 gr IgG/L de suero y 4 gr IgG/L de suero respectivamente.

Se encontró una correlación positiva entre la densidad y la ganancia de peso ($r=0.17987$; $P=0.0013$), lo anterior significa que a medida que aumenta el número de partos, hasta el tercero, aumenta la densidad; de igual manera a mayor densidad, mayor concentración de IgG y a mayor densidad mejor la ganancia de peso.

Con base en los requerimientos sugeridos por Elizondo (2007) de la cantidad mínima necesaria de IgG en el suero de la ternera para proveer de una inmunidad adecuada, y asumiendo que el volumen de plasma de la ternera recién nacida es de 9% de su peso PV y que la eficiencia de absorción de las IgG dentro de las primeras 2 horas de vida es de 30%, se realizaron los cálculos de la cantidad de calostro necesario por la ternera para llenar sus requerimientos, tomando en cuenta el número de partos, el peso al nacimiento y la concentración de IgG que se indican en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Cantidad de calostro necesario para cubrir los requerimientos mínimos de IgG en las primeras dos horas de vida de la ternera.

Número de partos	Peso al nacimiento (kg)	Cantidad de plasma estimada (L)	Cantidad de IgG necesaria en plasma (g/L)	Concentración de IgG (mg/mL)	Cantidad de calostro necesario (L)
1	26.60	2.39	79.80	74.75	1.07
2	28.41	2.56	85.23	178.67	0.48
3	30.45	2.74	91.35	232.46	0.39
4	29.74	2.68	89.33	109.15	0.82

4. CONCLUSIONES

- La mayor concentración de IgG se obtuvo en vacas de tres partos, y las mejores densidades en vacas de dos y tres partos.
- La mayor ganancia de peso se obtuvo en los terneros que ingirieron el calostro con mayor concentración de IgG, que fue el de las vacas de tres partos.
- Con base a la concentración de IgG y la densidad el mejor calostro para suministrar a los terneros es el calostro proveniente de vacas de tercer parto.

5. RECOMENDACIONES

- Almacenar y suministrar calostro de las vacas de tercer parto.
- Suministrar al menos 2 litros de calostro lo más pronto posible luego del nacimiento y 2 litros más dentro de las siguientes 12 horas para asegurar la ingestión suficiente de inmunoglobulina.

6. BIBLIOGRAFÍA

Abul, KA; Lichtman, HA; Pober S.J. 1996. Inmunología celular y molecular. 3^a ed. México D.F. Nueva Interamericana SA-McGraw-Hill. p. 32 – 35.

Barraza, D; Motta, L; Rugeles, C; Martínez, G; Flórez, H. 2002. Efecto del clima tropical en la adquisición de inmunidad pasiva y la fisiología del ternero neonato doble-propósito en condiciones tropicales cálidas húmedas. (En línea). Colombia, CORPOICA. Citado 09 mar. 2008. Disponible en <http://www.turipana.org.co>.

Chacón, P. 2009. El calostro y su uso en la alimentación de terneras. (En línea) Citado 28 sep. 2009. Disponible en http://www.engormix.com/el_calostro_su_uso_s_articulos_2589_GDC.htm.

Devery, JE.; Larson, BL. 1983. Age and previous lactations as factors in the amount of bovine colostrum immunoglobulins. Journal of Dairy Science. 66:221-226

Elizondo, J. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. Revista Agronomía Mesoamericana 18(2): 271-281.

Fleener, WA.; Stott, GH. 1980. Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrums. Journal of Dairy Science. 63: 973 – 977

Jarmuz, W.; Szelag, I.; Skrzypek R. 2001. Relationships between concentration of serum immunoglobulins and growth rate of dairy heifers. Journal of Dairy Science. 84:432.

Mella, C. 2003. Factores a considerar para el logro de una adecuada alimentación con calostro. Santiago de Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Producción Animal. Circular de extensión técnico ganadera. 29: 6-14.

Morin, DE; Constable, PD; Maunsell, FP; McCoy, GC. 2001. Factors associated with colostrum specific gravity in dairy cows. Journal of Dairy Science. 84:937-943.

Quigley, J. 1997. Nota acerca de terneros- #03 Calf Notes: Alimentación con calostro. Fundamentos acerca de las inmunoglobulinas del calostro (en línea). Citado 15, mar. 2008. Disponible en <http://www.calfnotes.com>.

Quigley, J. 1998. Using the colostrometer to measure colostrum quality. (En línea) Citado 27 feb. 2008. Disponible en www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN22.htm.

SAS. 2007. User Guide. Statistical Analysis System Inc., Carry, NC. Versión 9.01. 329 p.

Tizard, I. 1989a. Propiedades generales de las respuestas inmunitarias. En: Inmunología Veterinaria. 3ª ed. México D.F. Nueva Interamericana SA-McGraw-Hill. p. 4 – 11.

Tizard, I. 1989b. Serología: detección de anticuerpos y métodos de medida. En: Inmunología Veterinaria. 3ª ed. México D.F. Nueva Interamericana SA-McGraw-Hill. p. 147.

Vann, RC; Baker, JF. 2001. Calf serum IgG concentrations affects weaning performance. Journal of Animal Science. 79:223-224.

Wattiaux, M. 2002. Universidad de Wisconsin. Instituto Babcock. (En línea). Citado 6, Oct. 2009. Disponible en <http://www.babcock.cals.wisc.edu>