

Niveles de inmunoglobulinas calostrales en becerras lecheras de la región de Tijuana y su efecto en la sobrevivencia y desarrollo de la cría durante la lactancia

Pau Pijoan Aguadé*

Abstract

A total of 884 sera obtained from dairy 1-7 days of age calves, from 6 Tijuana, B.C. Mexico dairies were analyzed in order to determine their passive immunoglobulin (Ig), as well as the effect of passive Ig levels on calf mortality rate (CMR) and growth rate (GR). In all animals, birth and weaning weights were evaluated through girth diameter. From the Ig levels obtained, the calves were divided in: Level 1 = < 5 mg/ml; level 2 = 5-10 mg/ml; level 3 = 10-15 mg/ml and level 4 = > 15 mg/ml. Furthermore, farms were classified in low mortality- (LMH) and high mortality herds (HMH), depending of their CMR (below or above the median). The overall CMR found in these 6 farms, during the first 60 days of life was 10.2% (range: 4.8% to 30.5%). In level 4 it was found only in 39.03% of all calves, whereas 11.9% and 21.8% were classified as levels 1 and 2, respectively. LMH showed a significant ($P < 0.05$) lower percentage of level 1 and higher rate of level 4 calves. In addition a higher ($P < 0.05$) daily weight gain was found in levels 3 and 4, which reflected in a higher ($P < 0.05$) weaning weight in these animals. The importance of passive Ig in both mortality- and growth rate in dairy calves in this region is discussed.

Key words: DAIRY CALF, COLOSTRUM, IMMUNOGLOBULINS, CALF MORTALITY, GROWTH.

Resumen

Se analizaron 884 sueros de becerras de 1 a 7 días de vida, procedentes de 6 establos, mediante la prueba de sulfito de sodio, con el objeto de determinar su nivel de inmunoglobulinas (Ig) calostrales. En las crías se calculó su peso al nacimiento y al destete según su diámetro torácico. De acuerdo al nivel de Ig detectado, los animales se dividieron en: Grupo 1 = < 5 mg/ml; grupo 2 = 5-10 mg/ml; grupo 3 = 10-15 mg/ml y grupo 4 = > 15 mg/ml. Además, los establos se dividieron en: hatos con mortalidad baja (HMB) y hatos con mortalidad alta (HMA), según si el índice de mortalidad de becerras fue inferior o superior a la mediana. El índice de mortalidad global detectado en los 6 establos fue del 10.2%, con un rango de 4.8% al 30.5%. Solamente el 39.03% de las becerras se consideraron del grupo 4, mientras que el 11.9% y el 21.8% se incluyeron dentro de los niveles 1 y 2, respectivamente. Los HMB mostraron un índice significativamente mayor de animales del nivel 4 ($P < 0.05$), así como menor del nivel 1, que los HMA. Asimismo, se presentó una mayor ($P < 0.05$) ganancia diaria de peso en los niveles 3 y 4 que en los niveles 1 y 2, reflejada en un mayor peso al destete.

Palabras clave: BECERRA LECHERA, CALOSTRO, IMMUNOGLOBULINAS, ÍNDICE DE MORTALIDAD, CRECIMIENTO.

Recibido el 5 de diciembre de 1996 y aceptado el 3 de marzo de 1997.

* Campo Experimental Costa de Ensenada, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR), Topacio 329-1, Fraccionamiento Valle Dorado, Ensenada, Baja California, 22890, México.

Introducción

La identificación de las diversas prácticas de manejo relacionadas con los índices de morbilidad y mortalidad de beceras es de gran importancia para los productores lecheros. Índices altos de mortalidad y morbilidad en beceras pueden interferir con el crecimiento y productividad del establo, ya que se reduce el porcentaje de remplazo, así como el banco genético de la granja. La cantidad de leche producida por el hato se ha correlacionado negativamente con la edad al primer parto, demostrándose de esta forma que un manejo óptimo de los remplazos repercute en una mayor producción de leche.¹⁰

La becerca nace prácticamente privada de inmunoglobulinas (Ig) sanguíneas, dependiendo enteramente del calostro para adquirir la casi totalidad de su inmunidad sérica. Los anticuerpos maternos son absorbidos por el intestino y se encuentran como gamaglobulinas séricas en la cría.²²

Un adecuado suministro de calostro y por consiguiente la adecuada transferencia de anticuerpos maternos a la becerca recién nacida, es de suma importancia en la prevención de diarreas² y neumonías.⁵ De lo anterior se desprende que cualquier diagnóstico que intente definir la causa de un exceso en la morbilidad o mortalidad en beceras lecheras, deberá incluir la evaluación de la eficiencia alcanzada en el establo en la transferencia de la inmunidad pasiva.²¹

La cantidad de Ig transferidas depende de diversos factores tales como: el tiempo transcurrido entre el parto y la ingestión del calostro, el contenido de Ig en el calostro, la cantidad de calostro consumido, el número de parto de la vaca, así como factores individuales en la cría.^{11,12} Se observa también la influencia de ciertos elementos ambientales, como la época del año.^{7,22}

La mayor concentración de Ig de calostro en el suero de la becerca se encuentra a los pocos días de nacida y se presenta una disminución paulatina en los niveles de Ig durante las primeras semanas de edad.⁹ Se ha indicado que la vida media de la principal Ig del suero, la IgG₁, es de 17-21 días.¹⁵ Sin embargo, se ha encontrado una gran correlación entre los niveles séricos de Ig en beceras de 1 y 2 semanas de vida.⁹

Muchos de los estudios en los que se ha comparado el riesgo de mortalidad con la concentración de Ig procedentes del calostro, se han efectuado en grupos de beceras que presentan índices muy elevados de mortalidad.^{1,17} Por el contrario, otros estudios han mostrado que aun con beceras hipogamaglobulinémicas se pueden lograr índices relativamente bajos de mortalidad.^{3,14} Lo anterior sugiere que ciertos factores de manejo o ambientales pueden influir en el grado de riesgo, asociado con una concentración específica de Ig pasiva.^{8,20}

El objetivo de este estudio fue determinar el nivel de inmunoglobulinas del calostro en beceras lecheras de

diversos establos de la región de Tijuana, así como el efecto que tiene dicho nivel en el índice de mortalidad y en el desarrollo de la cría durante la lactancia.

Material y métodos

Se muestrearon 884 beceras y beceros de 1 a 7 días de edad, pertenecientes a 6 establos aledaños a la ciudad de Tijuana, Baja California. Los muestreos se llevaron a cabo durante 2 épocas. El primero se realizó del 25 de septiembre al 15 de diciembre de 1995 (otoño), mientras que el segundo se efectuó del 10 de marzo al 31 de mayo de 1996 (primavera).

Las muestras sanguíneas se obtuvieron durante visitas semanales a los establos, mediante punción de la yugular y se mantuvieron a 4°C de 18 a 24 h, el suero se separó del coágulo mediante centrifugación (1,200 g por 10 minutos); inmediatamente después se detectaron los niveles de Ig mediante la prueba de sulfito de sodio, según la técnica descrita por Medina.¹⁸

En las crías se calculó su peso al nacimiento y al destete (60 días) mediante el análisis de su diámetro torácico, utilizando una cinta graduada diseñada especialmente para este fin.*

De acuerdo a los niveles de Ig detectados en las muestras, se formaron 4 grupos de animales: Grupo 1 = < 5 mg/ml; grupo 2 = 5-10 mg/ml; grupo 3 = 10-15 mg/ml; grupo 4 = > 15 mg/ml de Ig.

Los 6 establos en los que se llevó a cabo este estudio habían sido encuestados previamente,²⁰ por lo que se conocía el índice de mortalidad de crías ocurrido durante el año previo al inicio del muestreo. Todas las granjas estudiadas presentaron un alto nivel tecnológico, con una población de vientres (vacas en producción, secas y vaquillas próximas al parto) de raza Holstein superior a los 300 animales, en todos se utilizó la crianza artificial de las beceras, separándose éstas de la vaca durante las primeras 24 h de vida, a partir de lo cual en todos los establos se les dio un total de 4 kg diarios de sustituto de leche; además a partir de la primera semana de vida, se les ofreció concentrado *ad libitum*, destetándose los animales a los 60 días de vida o cuando su consumo de concentrado alcanzara los 3-4 kg diarios. Con base en el índice de mortalidad de crías, ocurrido durante la lactancia, los establos se clasificaron en: hatos con mortalidad alta (HMA), hatos con mortalidad baja (HMB); de acuerdo con Hancock,⁹ se consideraron como HMA y HMB a aquellos establos que presentaron un índice de mortalidad superior o inferior a la mediana, respectivamente.

Se utilizó la prueba de Ji cuadrada (χ^2) con objeto de determinar la significancia de las diferencias en la distribución de los niveles de Ig en los HMA y HMB, así como en las dos estaciones de muestreo (otoño y primavera). Además, se utilizó la prueba de Kruskal Wallis,^{6,13} para poder detectar la significancia de las diferencias dentro de los establos en el índice de mortalidad presente en beceras con distintos niveles de Ig. Por último, se realizó un análisis de varianza multivariado, mediante el programa CSS para

* Dairy cow weighing tape. The Coburn Company Incorporated, Whitewater, WI 53190, U.S.A.

Cuadro 1
INDICE DE MORTALIDAD DE CRIAS Y CLASIFICACION*
DE LOS ESTABLOS, EN LOS QUE SE ANALIZO LA
DISTRIBUCION DE LOS NIVELES DE INMUNOGLOBULINAS
DEL CALOSTRO

Establo	Número de becerras nacidas	Número de becerras muertas	Indice de mortalidad (%)	Grupo de mortalidad**
1	211	12	5.7	HMB
2	99	11	11.1	HMA
3	198	11	5.6	HMB
4	128	39	30.5	HMA
5	165	8	4.8	HMB
6	83	9	10.8	HMA
Total	884	90	10.2	

* Dependiendo del índice de mortalidad en el establo.

** HMA=hatos con mortalidad alta; HMB=hatos con mortalidad baja (índice superior o inferior a la mediana).

computadora;⁴ se analizó el peso al nacimiento, destete y ganancia diaria del nacimiento al destete, tomándose como variables: establo, sexo de la cría y nivel de Ig, así como su interacción. Cuando hubo diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey, a un nivel de confianza del 95% para separación de medias.

Resultados

El nivel global de mortalidad en los 6 establos fue del 10.2%, con un rango de 4.8% (establo 5) al 30.5% (establo 4). Las granjas 1, 3 y 5 se consideraron como HMB, mientras que las restantes se catalogaron como HMA (Cuadro 1).

Respecto a la proporción de becerras que presentaron distintos niveles de Ig del calostro en el suero, solamente se detectaron niveles superiores a los 15 mg/ml en el 39.03%

Cuadro 2
PORCENTAJE DE MORTALIDAD DE CRIAS EN 6 ESTABLOS
DE LA REGION DE TIJUANA DE ACUERDO A SU NIVEL
DE INMUNOGLOBULINAS (IG) DEL CALOSTRO

Grupo Ig*	Establo						Total (%)
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	
1	10*	21.4*	4.5 ^{ab}	57.1*	16.7*	36.4*	23.8*
2	7.5*	19.0*	12.2*	38.7 ^{ab}	6.9 ^{ab}	13.0*	15.5*
3	4.9*	5.7*	4.9 ^{ab}	21.4 ^{bc}	3.6 ^{ab}	10.0 ^{ab}	7.1 ^b
4	4.5*	6.9*	1.5 ^b	18.7 ^c	1.6 ^b	0.0 ^b	5.2 ^b
Total	5.7	11.1	30.5	30.5	4.8	10.8	10.2

* Grupo 1 = <5mg/ml; grupo 2 = 5-10 mg/ml; grupo 3 = 10-15 mg/ml; grupo 4 = > 15 mg/ml.

^{abc} Literales distintas indican significancia estadística $P < 0.05$.

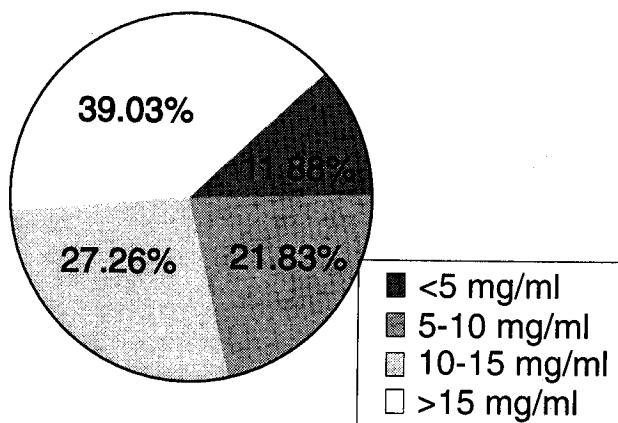


Figura 1. Proporción de becerras que presentaron distintos niveles de anticuerpos del calostro.

de los animales, mientras que en el 33.7% fueron menores a los 10 mg/ml (Figura 1).

En el Cuadro 2 se muestra el porcentaje de mortalidad de crías en los establos estudiados, dependiendo del nivel de Ig detectado en las becerras. Es interesante notar que, aunque en algunos establos no se logró detectar diferencia significativa ($P > 0.05$) en el porcentaje de mortalidad, entre animales con bajos o altos niveles de Ig (establos 1 y 2), al analizar el porcentaje general de mortalidad, se observa que los niveles 1 y 2 mostraron índices superiores ($P < 0.05$) a los niveles 3 y 4.

Al dividir a las granjas en HMA y HMB, se observó que los HMB mostraron un porcentaje significativamente menor ($P < 0.05$) de animales del nivel 1 que los HMA (10.3% y 14.8%, respectivamente, Cuadro 3). Por el contrario, los HMB presentaron un mayor ($P < 0.05$) índice de becerras del nivel 4 que los HMA (41.6% y 34.8%, respectivamente).

La variación en los niveles de Ig, de acuerdo a la estación de muestreo, se presentan en la parte inferior del Cuadro 3. Como se puede observar, dependiendo de la estación, no se presentó un efecto muy claro en los niveles de Ig, ya que mientras que en otoño el índice de animales del nivel 1 fue superior ($P < 0.05$) al detectado en primavera (14.7% y 8.8%, respectivamente), de igual forma, el porcentaje de animales de nivel 4 fue superior ($P < 0.05$) en otoño que en primavera (42.3% y 35.4%, respectivamente).

Con respecto al peso de las crías, con el fin de mantener constante el número de datos relativos a este parámetro, se eliminaron de los análisis estadísticos los datos obtenidos en aquellas que fallecieron durante el transcurso del estudio. Debido a lo anterior, se incluyeron exclusivamente en estos análisis los datos sobre un total de 794 crías.

Los resultados del análisis de varianza multivariado llevado a cabo con los datos de los pesos al nacimiento, destete y GDP, mostraron que tanto el establo como el sexo de la cría tuvieron un efecto significativo ($P < 0.001$) sobre el peso al nacimiento, destete y GDP. Por otro lado, el nivel de Ig, aunque no presentó un efecto significativo ($P > 0.05$) sobre

Cuadro 3
DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE LOS DISTINTOS NIVELES DE INMUNOGLOBULINAS (IG), EN BECERRAS DE HATOS CON INDICE DE MORTALIDAD BAJA (HMB) O ALTA (HMA) Y EN DOS ESTACIONES DE MUESTREO

Grupo	Estación	Grupo*								Total n
		n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
HMB		59	(10.28) *	118	(20.56) *	158	(27.53) *	239	(41.64) *	574
HMA		46	(14.84) ^b	75	(24.19) *	83	(26.77) ^b	106	(34.18) ^b	310
	Otoño	68	(14.69) *	85	(18.36) *	114	(24.62) *	196	(42.33) *	463
	Primavera	37	(8.79) ^y	108	(25.65) ^y	127	(30.16) ^y	149	(35.39) ^y	421
Total		105	(11.88)	193	(21.83)	241	(27.26)	345	(39.02)	884

* Grupo 1 = < 5 mg/ml; grupo 2 = 5-10 mg/ml; grupo 3 = 10-15 mg/ml; grupo 4 = > 15 mg/ml.

^{abxy} Literales distintas indican significancia estadística P < 0.05.

el peso al nacimiento, tuvo efecto sobre el peso al destete y GDP (P < 0.01). Ninguna asociación de los efectos anteriores mostró significancia (P > 0.05).

Por último, en el Cuadro 4 se presentan los pesos de las becerras al nacimiento, destete y GDP, de acuerdo al nivel de Ig del calostro detectado. Se puede observar que, aunque entre grupos no se presentó diferencia (P > 0.05) en el peso al nacimiento, sí hubo un mayor (P < 0.05) peso al destete y GDP, en los animales de los niveles 3 y 4 que en los de los niveles 1 y 2, alcanzando una diferencia de 152 g diarios en la GDP, entre los animales del nivel 4 con los del nivel 1 (534 g y 423 g, respectivamente).

Discusión

El nivel de mortalidad en crías, detectado en este trabajo, concuerda con lo encontrado previamente mediante una encuesta en 38 establos de esta región.²⁰ Debido a lo

anterior, se puede afirmar que el problema de mortalidad de becerras es uno de los factores que limitan mayormente el desarrollo de la ganadería lechera en la región de Tijuana.

En este estudio, aunque parece ser muy elevado el índice de becerras en las que se detectaron niveles bajos de Ig de calostro, este índice es comparable al encontrado en un trabajo llevado a cabo por la National Dairy Heifer Evaluation Project,¹⁹ en varias regiones de los Estados Unidos de América, en el cual, de un total de 2177 becerras muestreadas, el 41% mostró niveles de Ig pasiva inferiores a 10 mg/ml (27.4% mostró niveles inferiores a 6.2 mg/ml y solamente el 33.1% presentó niveles superiores a 20 mg/ml). Sin embargo, la diferencia más aparente entre este estudio y el anterior es que, en la investigación estadounidense, el nivel de mortalidad a los 60 días fue de tan sólo el 4% y 8.5%, respectivamente en las becerras con niveles superiores o inferiores a 10 mg/ml.

Existe bastante controversia sobre el nivel de riesgo asociado con bajos niveles de Ig del calostro. En por lo menos un estudio,¹⁴ no se observó relación entre la concentración de IgG₁ y el riesgo de mortalidad, encontrándose un nivel general de mortalidad del 7.9%, mientras que la mortalidad en becerras con niveles muy bajos de IgG₁ (< 8 mg/ml) fue del 6.4%. En forma similar, Viring *et al.*²² no encontraron diferencias estadísticas en el índice de presentación de diarreas en becerras con bajos niveles de Ig (5.9 mg/ml) y aquellas con niveles más elevados; aunque cabe indicar que, en todos los grupos de animales en ese estudio, la incidencia de diarrea fue baja (6.12%). Por el contrario, existen diversidad de estudios^{17,3,9} en los que sí se ha encontrado un índice de mortalidad más alto en aquellas becerras con bajos niveles de Ig, que en las que presentaron niveles elevados.

De esta forma, parece ser que existen otros factores de riesgo, además de los niveles de Ig pasiva, los que determinan dentro de un establo, tanto el nivel de mortalidad como la incidencia de diarrea. Se podría sospechar que diversos efectos climáticos podrían estar involucrados,

Cuadro 4
PESO AL NACIMIENTO, DESTETE* Y GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)** EN BOVINOS HOLSTEIN, DE LA REGION DE TIJUANA, SEGUN EL NIVEL DE INMUNOGLOBULINAS (IG) DEL CALOSTRO

Grupo***	n	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)	GDP** (g)
		X ± EEM	X ± EEM	X ± EEM
1	80	47.40 ± 0.71 *	72.76 ± 1.31 *	423 ± 18 *
2	163	46.14 ± 0.51 *	74.19 ± 0.86 *	467 ± 11 *
3	224	47.17 ± 0.40 *	81.29 ± 0.86 ^b	569 ± 10 ^b
4	327	47.14 ± 0.35 *	81.67 ± 0.70 ^b	575 ± 10 ^b
Total	794	46.97 ± 0.22 *	79.13 ± 0.45	534 ± 10

* Peso destete = peso a 60 días

** G.D.P. = ganancia diaria de peso del nacimiento al destete.

*** Grupo 1 = < 5 mg/ml; grupo 2 = 5-10 mg/ml; grupo 3 = 10-15 mg/ml; grupo 4 = > 15 mg/ml.

^{ab} Literales distintas en columnas indican significancia P < 0.05.

tales como los detectados por Martin *et al.*,¹⁶ responsables de que la mortalidad de becerras en la región de Tulare, California, sea mayor en invierno que en verano. Sin embargo, es cierto que dentro de una misma región siempre existen granjas con niveles moderados de mortalidad, en los que no necesariamente se alcanzan niveles muy altos de Ig de calostro; tal es el caso del establo 6 de este estudio, en el que el 40.96% de las crías presentaron niveles inferiores a los 10 mg/ml y, sin embargo, su nivel de mortalidad general no fue demasiado elevado (10.8%). En varios trabajos,^{8,20} factores tales como: tipo de alojamiento, personal al cuidado de las becerras, programas de vacunación, etcétera, se han relacionado con el porcentaje de mortalidad de becerras de una granja.

En este estudio no se logró detectar con certeza un efecto de estación en la frecuencia de becerras con bajos o altos niveles de Ig, lo cual no concuerda con diversos trabajos previos,^{7,22} en los que se observan niveles de Ig bajos en invierno, se incrementan en primavera y alcanzan un nivel máximo en verano. La razón más probable de que no se haya logrado detectar un efecto estacional en los niveles de Ig, pudiera ser que los muestreos se llevaron a cabo en otoño y primavera, cuando los niveles se encuentran respectivamente en descenso o ascenso. Sin embargo, otra posible explicación pudiera ser que la variación climática entre verano e invierno, en la región de Tijuana, no es tan destacada como en la encontrada en estudios previos, llevados a cabo en climas más extremos.

En la literatura revisada por el autor no se logró encontrar ningún registro previo de que se presente una mayor ganancia diaria de peso en becerras con altos niveles de Ig de calostro, reflejado en un significativo incremento en el peso al destete, semejante al descubierto en este estudio. La posible razón de este incremento es que en las becerras con altos niveles de Ig, se presentó una menor incidencia y severidad de procesos diarreicos, así como otras enfermedades infecciosas. Lo anterior se puede deducir debido a la diversidad de estudios previos, en los que se ha encontrado, en animales con altos niveles de Ig, una menor frecuencia en la severidad e incidencia de diarreas y gastroenteritis,^{2,15} enfermedades respiratorias,⁵ así como enfermedades infecciosas en general.^{1,17} Por la razón que sea, es necesario recalcar, sin embargo, que en la región de Tijuana se puede lograr un peso al destete promedio, superior en hasta 8.9 kg, en becerras con altos niveles de Ig, sobre las que presentaron una baja cantidad de Ig.

De lo anterior es posible concluir que, en la región de Tijuana, en alrededor de un tercio de las crías no se logra una transferencia de Ig del calostro suficiente para poderlas proteger en forma adecuada, pudiendo ser éste uno de los factores responsables de la elevada mortalidad de crías, presente en la mayoría de los establos de la zona. Además, el mayor desarrollo durante la lactancia, detectado en aquellas becerras con altos niveles de Ig, sugiere la necesidad de instrumentar, en forma rutinaria, siste-

mas diagnósticos de los niveles de Ig de calostro, no solamente en aquellos establos con problemas de alta mortalidad de crías, sino además en aquellas granjas en las que se intente incrementar el desarrollo de sus becerras durante la lactancia.

Agradecimientos

Se agradece al Sistema de Investigación del Mar de Cortés (Fosimac-Conacyt), así como a la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno de Baja California, por el apoyo financiero brindado para la ejecución de este trabajo. Se desea hacer patente, además, un reconocimiento a la asociación ganadera local de productores de leche de Tijuana, B.C., así como a los establos que participaron en el estudio, por las facilidades otorgadas al autor.

Literatura citada

1. Boyd, J.W.: The relationship between serum immune globulin deficiency and disease in calves: A farm survey. *Vet. Rec.*, 90:645-649 (1972).
2. Boyd, J.W., Baker, J.R. and Leyland, A.: Neonatal diarrhea in calves. *Vet. Rec.*, 95:310-313 (1974).
3. Brignole, T.J. and Scott, G.H.: Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum of immunoglobulin absorption and calf survival. *J. Dairy Sci.*, 63:451-456 (1980).
4. CSS: Complete Statistical System. Statistica. *Stat Soft Inc.*, Tulsa, Oklahoma, 1991.
5. Davidson, J.N., Yancey, S.P., Campbell, S.G. and Warner, R.G.: Relationship between serum immunoglobulin values and incidence of respiratory diseases in calves. *J. Am. vet. med. Ass.*, 179:708-710 (1981).
6. Fleiss, J.L.: Statistical Methods for Rates and Proportions. 2nd ed. *John Wiley & Sons*, New York, 1981.
7. Gay, C.C., McGuire, T.C. and Parish, S.M.: Seasonal variations in passive transfer of immunoglobulin G1 to newborn calves. *J. Am. vet. med. Ass.*, 183:566-568 (1983).
8. Goodge, W.J. and Theodore, E.M.: Calf management practices and health management decisions on large dairies. *J. Dairy Sci.*, 69:580-590 (1986).
9. Hancock, D.D.: Immunological development of the calf. Assessing efficiency of passive immune transfer in dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 68:163-168 (1985).
10. Heinrichs, A.J., Kiernan, N.E., Graves, R.E. and Hutchinson, L.J.: Survey of calf and heifer management practices in Pennsylvania dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 70:896-900 (1987).
11. Kruse, V.: Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at first milking after parturition. *Anim. Prod.*, 12:619-626 (1970).
12. Kruse, V.: Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. *Anim. Prod.*, 12:627-638 (1970).
13. Langley, R.: Practical Statistics Simply Explained. *Dover Publications Inc.*, New York, 1968.
14. Lomba, F., Fumiere, I., Tshibangu, M., Chauraux, G. and BienFet, V.: Immunoglobulin transfer to calves and health problems in large bovine units. *Ann. Rech. Vet.*, 9:353-358 (1978).
15. Logan, E.F., Penhale, W.J. and Jones, R.A.: Changes in the serum immunoglobulin levels of colostrum-fed calves during the first 12 weeks postpartum. *Res. vet. Sci.*, 14:394-397 (1972).
16. Martin, S.W., Schwabe, C.W. and Franti, C.E.: Dairy calf mortality rate: Characteristics of calf mortality rates in Tulare County, California. *Am. J. vet. Res.*, 36:1099-1104 (1975).

17. McGuire, T.C., Pfeiffer, N.E., Weikel, J.M. and Bartsch, R.C.: Failure of colostral immunoglobulin transfer in calves dying from infectious disease. *J. Am. vet. med. Ass.*, 169:713-718 (1976).
18. Medina, M.: Determinación de gamaglobulinas en el becerro neonato. En: Manual de Inmunología. Editado por: Morilla, A., Bautista, C.R., 237-247. *Diana*, México, D.F., 1986.
19. National Dairy Heifer Evaluation Project: Give your heifer program a check up. *University of California. Division of Agricultural & Natural Resources*, 1993 (mimeo).
20. Pijoan, A.P.: Factores de manejo asociados con la mortalidad de becerras en establos de Tijuana, B.C. *Vet. Méx.*, 28:269-275 (1997).
21. Reid, J.F.S. and Martinez, A.A.: A modified refractometer method as a practical aid to the epidemiologic investigation of disease in the neonatal ruminant. *Vet. Rec.*, 96:177-179 (1975).
22. Viring, S., Olsson, O., Alenius, S., Emanuelsson, U., Jacobsson, O., Larson, B., Linde, N. and Uggla, A.: Studies of enteric pathogens and gamma-globulins levels of neonatal calves in Sweden. *Acta vet. scand.*, 34:271-279 (1993).