

DETERMINACIÓN DE LA TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNOGLOBULINA
G EN BOVINOS RECIÉN NACIDOS SEGÚN TRES MÉTODOS DE SUMINISTRO
DE CALOSTRO EN UNA FINCA UBICADA EN LA VEREDA LA VICTORIA,
SECTOR RÍO BOBO, MUNICIPIO DE PASTO.

ANGELA EUGENIA MENESES GUERRERO
OSCAR ANDRES MORA PANTOJA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO - COLOMBIA
2006

DETERMINACIÓN DE LA TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNOGLOBULINA
G EN BOVINOS RECIÉN NACIDOS SEGÚN TRES MÉTODOS DE SUMINISTRO
DE CALOSTRO EN UNA FINCA UBICADA EN LA VEREDA LA VICTORIA,
SECTOR RÍO BOBO, MUNICIPIO DE PASTO.

ANGELA EUGENIA MENESES GUERRERO
OSCAR ANDRES MORA PANTOJA

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Médico Veterinario.

Presidente
DARIO ALEJANDRO CEDEÑO QUEVEDO
Médico Veterinario Esp. MSc.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE MEDICINA VETERINARIA
PASTO – COLOMBIA
2006

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado, son responsabilidad exclusiva de sus autores”.

Artículo primero del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación.

DARIO ALEJANDRO CEDEÑO QUEVEDO
Presidente

DORIS LUCIA BOLAÑOS OLIVA
Jurado

JUAN BERNARDO SERRANO TRILLOS
Jurado Delegado

San Juan de Pasto, Mayo 17 de 2006.

DEDICATORIA

Durante el transcurso de la carrera encontramos a quienes marcaron nuestra trayectoria como estudiantes, gracias a Dios, a nuestros maestros por compartir con nosotros sus experiencias y conocimientos, a nuestras familias, amigos y a todos aquellos que hicieron posible la culminación de nuestros estudios a través de este trabajo y que en adelante estarán siempre presentes en nuestras vidas como profesionales.

“Finalizamos nuestra carrera en la Universidad pero iniciamos
la vida como profesionales”

Angela Eugenia Meneses Guerrero.

Oscar Andrés Mora Pantoja.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a:

DARIO ALEJANDRO CEDEÑO QUEVEDO, Doctor Médico Veterinario Esp. MSc, quien nos guió y apoyó durante el transcurso de este trabajo en su función de director y además como amigo, ALEJANDRO JURADO MIER, Médico Veterinario Zootecnista, ALBEIRO LOPEZ RODRIGUEZ, Médico Veterinario Esp., JUAN MANUEL ASTAIZA, Médico Veterinario Zootecnista y SILVIA ROSA RICO GUERRA, Médico Veterinario Esp. por su colaboración, consejos, experiencia y tiempo, a CARLOS SOLARTE PORTILLA, Zootecnista, ARSENIO HIDALGO TROYA, Matemático y LUIS ALFONSO PORTILLA, Secretario de la Facultad de Ciencias Pecuarias, por su asesoría tanto en la parte estadística como la estructural de nuestro trabajo, DORIS BOLAÑOS, Médico Veterinario y JUAN BERNARDO SERRANO, Médico Veterinario, por su valiosa colaboración como jurados de este proyecto y finalmente a la empresa MIDLAND BIOPRODUCTS CORPORATION®, en Boone, Iowa, Estados Unidos quienes confiaron en nuestro estudio y lo apoyaron al facilitarnos de manera gratuita sus productos.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	23
3. OBJETIVOS.	24
3.1 OBJETIVO GENERAL.	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	24
4. MARCO TEÓRICO.	25
4.1 ÚLTIMO TERCIO DE LA GESTACIÓN.	25
4.2 PARTO.	27
4.3 EL NEONATO.	28
4.4 CRIANZA DE TERNERAS.	33
4.4.1 MÉTODOS DE SUMINISTRO DE CALOSTRO.	35
4.4.2 CANTIDAD DE CALOSTRO A SUMINISTRAR.	45
4.4.3 TIEMPO DE SUMINISTRO DE CALOSTRO.	47
4.5 CALOSTRO.	49
4.5.1 FORMACIÓN DEL CALOSTRO.	50
4.5.2 COMPOSICIÓN DEL CALOSTRO.	52
4.5.3 ABSORCIÓN DE COMPONENTES CALOSTRALES.	57
4.5.4 FUNCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL CALOSTRO.	61
4.6 FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS	64
4.7 TÉCNICAS PARA MEDIR INMUNOGLOBULINAS.	66
4.7.1 TÉCNICAS EN SUERO.	66
4.7.1.1 PLASMA CALF IgG MIDLAND QUICK TEST KIT®	67
4.7.1.2 REFRACTÓMETRO.	70

4.7.1.3	PRECIPITACIÓN CON SULFITO DE SODIO.	72
4.7.1.4	TURBIDEZ DE SULFATO DE ZINC.	73
4.7.1.5	TEST DE GLUTARALDEHIDO.	73
4.7.1.6	RADIO INMUNODIFUSIÓN.	74
4.7.2	TÉCNICAS EN CALOSTRO.	75
4.7.2.1	COLOSTRUM BOVINE IgG MIDLAND QUICK TEST KIT®.	75
4.7.2.2	CALOSTRÓMETRO.	76
4.8	ALMACENAMIENTO DEL CALOSTRO.	77
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.	82
5.1	LOCALIZACIÓN.	82
5.1.1	GANADO EN PRODUCCIÓN.	82
5.1.2	MANEJO DE TERNERAS.	82
5.2	UNIDADES EXPERIMENTALES.	83
5.3	VARIABLES EVALUADAS.	84
5.4	MATERIALES Y MÉTODOS.	84
5.4.1	MATERIALES.	84
5.4.2	MÉTODOS.	86
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	89
6.1	MODELO ESTADÍSTICO.	89
6.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	100
7.	CONCLUSIONES.	103
8.	RECOMENDACIONES.	105
	BIBLIOGRAFÍA.	107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Proporción del tamaño de los estómagos en el bovino, desde el nacimiento a la madurez.	30
Tabla 2. Cantidad de calostro comparada con el tamaño y el peso corporal.	46
Tabla 3. Relación entre mortalidad y la cantidad de calostro administrado a terneras recién nacidas dentro de las primeras 12 horas después del nacimiento.	47
Tabla 4. Comparación de la composición del calostro de diferentes días después del parto con la composición de la leche.	57
Tabla 5. Comparación de cuatro pruebas para evaluar la transferencia pasiva en bovinos neonatos.	69
Tabla 6. Resultados.	89
Tabla 7. Tabla de contingencia.	89
Tabla 8. Tabla de contingencia A vs. B + C.	91
Tabla 9. Tabla de contingencia B vs. C.	92
Tabla 10. Frecuencias: Efecto según tratamiento.	93
Tabla 11. Contraste Chi cuadrado.	94
Tabla 12. Modelo inverso $X: Y = A + B/X$.	94
Tabla 13. Análisis de varianza.	95
Tabla 14. Tipo de parto y transferencia pasiva.	97

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Desarrollo ruminal desde el nacimiento hasta las ocho semanas de vida.	30
Figura 2. Desarrollo ruminal desde los tres meses hasta el rumen adulto.	31
Figura 3. Tasa de supervivencia.	34
Figura 4. Alimentador esofágico.	39
Figura 5. Longitud del alimentador esofágico.	42
Figura 6. Introducción de la sonda esofágica.	42
Figura 7. Ubicación de la sonda en el esófago.	43
Figura 8. Suministro de calostro.	43
Figura 9. Influencia del suministro de calostro a las 0 horas y la cantidad de calostro administrado, con respecto a la concentración de IgG sérica.	48
Figura 10. Efecto de la administración de calostro a las 12 horas, la cantidad de calostro suministrado y la concentración de inmunoglobulinas séricas.	49
Figura 11. Relación entre el cierre de la absorción de IgG, absorción de IgG, IgG calostrales y IgG séricas.	60
Figura 12. Cálculo de la Vida Media de la Inmunoglobulina G en suero.	63
Figura 13. Quick Test Plasma Calf Midland.	70
Figura 14. El Refractómetro	72
Figura 15. Test de Glutaraldehído.	74
Figura 16. Quick Test Colostrum Bovine Midland.	75
Figura 17. El Calostrómetro.	77
Figura 18. Supervivencia de las inmunoglobulinas calostrales conservadas con formaldehído y ácido fórmico a diferentes concentraciones.	80
Figura 19. Kit Plasma Calf IgG Test.	85

Figura 20. Kit Bovine Colostrum IgG Test	85
Figura 21. Toma de temperatura rectal.	87
Figura 22. Toma de frecuencia cardiaca y respiratoria.	87
Figura 23. Pesaje.	88
Figura 24. Clasificación de las vacas según el número de partos.	96
Figura 25. Calidad de calostro en la primera y segunda muestra.	96
Figura 26. Partos normales y distócicos.	97
Figura 27. Método A.	98
Figura 28. Método B.	98
Figura 29. Método C.	99

GLOSARIO

ABSORCION INTESTINAL NO SELECTIVA: acción del intestino de absorber sustancias de manera no selectiva, de cualquier tamaño, principalmente inmunoglobulinas.

ANTICUERPO: proteína secretada a la sangre como reacción a un antígeno, producen inmunidad contra ciertos microorganismos y sus toxinas.

ANTÍGENO: sustancia extraña que ingresa al organismo, generalmente proteína o complejo polisacárido que suscita la formación de anticuerpos específicos.

CALOSTRO: primera secreción de la glándula mamaria después del parto y formada durante el periodo pre-parto.

CALOSTRÓMETRO: instrumento que sirve para medir la concentración de inmunoglobulinas en el calostro a través de su densidad.

CASEINA: grupo de proteínas que constituye el 80% del total de los sólidos no grasos presentes en la leche.

CIERRE INTESTINAL: mecanismo por el cual cesa la absorción de inmunoglobulinas calostrales en el intestino delgado.

ENDOCITOSIS: proceso por el cual una célula engloba dentro de su citoplasma materiales del medio externo.

ESPECIFICIDAD: capacidad de una prueba para discriminar los negativos o sea que debe ser negativa en sanos, su valor numérico representa la proporción de animales sanos detectados por la prueba.

FACTOR DEL COMPLEMENTO: componente del suero que se desempeña como colaborador en el desarrollo de la inmunidad.

GOTERA ESOFAGICA: surco muscular que atraviesa la pared del retículo desde el cardias hasta el orificio retículoomasal, presente en bovinos recién nacidos.

HIPOGAMAGLOBULINEMIA : baja concentración de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo del recién nacido.

INMUNOGLOBULINA: grupo de glicoproteínas estructuralmente relacionadas que son producidas por linfocitos B y células plasmáticas y que son responsables de la inmunidad.

INMUNIDAD HUMORAL: también denominada inmunidad activa, respuesta inmune mediada por anticuerpos y complemento.

INMUNIDAD PASIVA: aquella que se obtiene de forma externa, en los bovinos recién nacidos a través del calostro.

INMUNIDAD: capacidad de defensa de un individuo sensible frente a sustancias antigénicas, adquirida de forma activa o pasiva.

INMUNIZACION: conjunto de procesos que conducen a la formación de inmunidad. Se puede adquirir de forma activa dando por resultado una respuesta inmune primaria y formación de memoria o pasiva en la que no se forma memoria.

INMUNOCOMPETENCIA: capacidad de un organismo para responder al contacto con un antígeno mediante una reacción inmune específica.

LACTASA: enzima que desdobra la lactosa, que es el principal azúcar de la leche.

MEMORIA INMUNOLOGICA: capacidad de responder tras un primer contacto con un rápido aumento en el título de anticuerpos o con una acelerada proliferación de linfocitos sensibilizados.

MORBILIDAD: proporción de animales que enferman en un sitio y tiempo determinado.

MORTALIDAD: tasa de muertes producidas en una población durante un tiempo dado.

NEUTRALIZACION: contrarrestar el efecto o disminuir la efectividad de un antígeno.

OPSONINAS: factores séricos que estimulan la fagocitosis o englobamiento de partículas extrañas. Pueden ser termolábiles como algunos componentes del complemento o termoestables como algunos anticuerpos

OPZONIZACION: fenómeno por el que ciertos anticuerpos, combinados con el antígeno, permiten una mejor fagocitosis de éste.

PERIODO SECO: intervalo de tiempo en el cual hay una suspensión de la lactancia con el propósito de que la ubre descanse, regenere tejido y pueda volver a tener una buena producción de leche durante la siguiente lactancia.

PINOCITOSIS: cuando la célula engloba partículas muy pequeñas incluidas en una porción de líquido extracelular.

REFRACTOMETRO: instrumento que sirve para medir la concentración de proteínas totales en líquidos como el suero sanguíneo, a través de refracción de la luz de una longitud de onda específica.

RENINA: enzima secretada por las glándulas fúndicas de la mucosa gástrica que separa la leche en fracciones líquidas y sólidas, formando su coagulación.

RID: radio – inmunodifusión, procedimiento de laboratorio mediante el cual es medida la concentración de inmunoglobulinas en suero sanguíneo.

SENSIBILIDAD: capacidad de una prueba para identificar a los casos positivos, lo que significa que debe ser positiva en enfermos, su valor numérico representa la proporción de animales con la enfermedad que detecta la prueba.

TRANSFERENCIA PASIVA DE INMUNOGLOBULINAS: proceso mediante el cual el bovino recién nacido adquiere a través de la absorción intestinal no selectiva, inmunoglobulinas del calostro, obteniendo inmunidad pasiva.

RESUMEN

Se determinó la transferencia pasiva de IgG en 60 bovinos recién nacidos a través de test rápidos para inmunoglobulina G en suero de Midland Bioproducts Corp.® Los neonatos fueron alimentados con calostro de buena calidad a través de balde y amamantamiento natural (método A), biberón (método B) y sonda esofágica (método C). De los 60 bovinos evaluados, 18 presentaron adecuada transferencia pasiva de inmunoglobulina G, de los cuales el 11% correspondió al método A, el 22% al método B y el 66% correspondió al método C. El suministro de calostro a través de sonda esofágica mostró una mayor proporción de bovinos recién nacidos con transferencia pasiva de inmunoglobulina G adecuada (> 10 mg IgG/ml) en comparación con el balde - amamantamiento natural, y biberón.

Palabras clave : Calostro, Transferencia Pasiva, Inmunoglobulina G.

ABSTRACT

The IgG passive transfer was determined in 60 new born bovine, through quick test for immunoglobulin G in serum, of Midland Bioproducts Corp.® The new born was fed with good quality colostrum through natural suckle and cripple (method A), bottle (method B) and esophageal tube (method C). Of the 60 bovine evaluated, 18 presented appropriate passive transfer of immunoglobulin G, of which 11% corresponded to the method A, 22% to the method B and 66% corresponded to the method C. The colostrum supply through esophageal tube showed a bigger proportion of new born bovine with appropriate IgG passive transfer (> 10 mg IgG/ml) in comparison with the natural suckle and cripple, and bottle.

Key words: Colostrum, Passive Transfer, Immunoglobulin G.

INTRODUCCIÓN

Los bovinos al nacer presentan un sistema inmunológico incompleto, poseen bajos niveles de producción de inmunoglobulinas, pobre inmunidad de la mucosa gastrointestinal, deficiencias de leucocitos y de factores componentes del complemento¹, nacen hipogamaglobulinémicos, por lo que requieren del consumo de calostro como fuente de inmunoglobulinas durante el periodo neonatal^{2,3}.

La ingestión y absorción de componentes del calostro maternal son importantes para la salud, el crecimiento y la productividad de los bovinos, proveen memoria inmunológica para ayudar a contrarrestar los patógenos presentes en el medio ambiente hasta que estos desarrollen su inmunidad activa, en caso contrario ocurre lo que se conoce como Falla en la Transferencia Pasiva de Inmunoglobulinas (FPT)^{4,5}.

Varios autores afirman que para alcanzar un nivel de inmunoglobulinas séricas aceptables se debe suministrar a los bovinos recién nacidos una cantidad de calostro correspondiente al 10% de su peso corporal antes de las 24 horas de

¹ NAGY, Dusty and TYLER, Jeff. Immunology of the Bovine Neonate. En : Journal of Veterinary Internal Medicine. Vol. 16, No. 3 (2003); p. 451-456.

² QUIGLEY, J.; KOST, J. and WOLFE, T. Absorption of Protein and Ig G in Calves Fed a Colostrum Supplement or Replacer. En : Journal of Dairy Science. Vol. 85 (2002); p. 1243-1248.

³ MORIM, D. E. *et al.* Factors Associated with Colostral Specific Gravity in Dairy Cows. En : Journal of Dairy Science. Vol. 84 (2000); p. 937 – 943.

⁴ QUIGLEY, J. Alimentación con calostro. Fundamentos acerca de las Inmunoglobulinas del calostro. En : Calf Notes.com. No. 3 (1997); p. 1 – 2.

⁵ QUIGLEY, J. Transferencia de Inmunoglobulinas hacia el Intestino. En : Calf Notes.com. No. 60 (1999); p. 1 - 4.

nacidos, para lograr un incremento de la concentración de inmunoglobulinas en el torrente sanguíneo de la cría^{6,7}.

Para suministrar calostro se reportan varios métodos, dentro de los cuales están el amamantamiento natural, balde, biberón y alimentador esofágico^{8,9,10}. En nuestra región, la mayoría de ganaderías permiten que los bovinos recién nacidos consuman calostro directamente de sus madres¹¹, sin verificar si de esta manera se obtienen buenos niveles de inmunoglobulinas séricas en los neonatos, indicando un desconocimiento de la relación entre la transferencia pasiva de inmunoglobulinas y el método de suministro de calostro, pues con el amamantamiento natural hay un mayor riesgo de consumir cantidades insuficientes de calostro, consumirlo fuera del tiempo óptimo de absorción y la posibilidad de ingerir bacterias mortales como lo explica Quigley¹².

⁶ DAWES, Maisie, *et al.* Evaluation of a commercially available immunoassay for assessing adequacy of passive transfer in calves. En : Journal of American Veterinary Medical Association. JAVMA. Vol. 220, No. 6 (March 2002); p. 791 – 793.

⁷ QUIGLEY, J. Actualización sobre la Inmunoglobulinas G (IgG) del Calostro. En : Calf Notes.com. No. 67 (2000); p. 1 – 2.

⁸ QUIGLEY, J. Using the esophageal feeder to administer colostrum. En : Calf Notes.com. No. 83 (2002); p. 1 – 3.

⁹ BLÄTTLER, U. *et al.* Feeding Colostrum, Its Compositions and Feeding Duration Variably Modify Proliferation and Morphology of the Intestine and Digestive Enzyme Activities of Neonatal Calves. En : Journal of Nutrition. Vol. 131 (2001); p. 1256-1263.

¹⁰ ARTHINGTON, J. D. *et al.* Passive Immunoglobulin Transfer in Newborn Calves Fed Colostrum or Spray – Dried Serum Protein Alone or as a Supplement to Colostrum of Varying Quality. En : Journal of Dairy Science. Vol. 83 (2000); p. 2834 – 2838.

¹¹ BOLAÑOS OLIVA, Doris. Factores que afectan la morbilidad y mortalidad en terneros durante sus dos primeros meses de vida en zonas lecheras del departamento de Nariño. Santa Fé de Bogotá. 1995. p. 142. Trabajo de Grado (Médico Veterinario). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

¹² QUIGLEY, Jim. Alimentación con calostro. Amamantar o no amamantar. En : Calf Notes.com. No. 1 (1997); p. 1 – 2.

Por otra parte, la verificación de la calidad del calostro se hace a través de métodos cualitativos como coloración, consistencia y número de partos de la madre, sin determinar la concentración verdadera de inmunoglobulinas que este posee, por lo que es un factor adicional que predispone a fallas en la transferencia pasiva, y que ocasionan pérdidas económicas relacionadas con el incremento de índices de morbilidad y mortalidad neonatal¹³ y reducción tanto en volumen como en grasa de la primera lactancia¹⁴.

Por lo antes expuesto el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto del método de suministro de calostro, en el nivel de inmunoglobulinas séricas adquirido en bovinos recién nacidos, mediante el uso de test¹⁵ rápidos para medir inmunoglobulina G en suero y adicionalmente en calostro, como procedimiento de manejo que permita el diagnóstico temprano de el éxito o fracaso en la transferencia pasiva de inmunoglobulinas.

¹³ MOHAR, F.; FUSTE, E. y GONZALES, M. Las proteínas totales del suero sanguíneo del ternero recién nacido y su relación con la mortalidad. En : Revista Cubana de Ciencias Veterinarias. Vol. 23, No. 1 (1992); p. 49 – 54.

¹⁴ DENISE SK. *et al.* Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. En : Journal of Dairy Science. Vol. 72, No. 2 (1989); p. 552 – 554.

¹⁵ Plasma Calf IgG and Colostrum Bovine IgG Quick Test Kit Midland Bioproducts Corp.®.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Es importante para el productor de leche, llevar a cabo una apropiada crianza de sus terneras, pues son los reemplazos o futuras vacas productoras de leche. Uno de los factores más importantes para lograr este objetivo es permitir que las terneras recién nacidas alcancen un óptimo nivel de inmunoglobulinas séricas, pues de lo contrario, los riesgos de morbilidad y/o mortalidad neonatal y juvenil se incrementan^{16,17,18}, y por ende los gastos económicos que esto genera¹⁹.

Actualmente en las explotaciones lecheras del Municipio de Pasto, la relación entre la transferencia pasiva de inmunoglobulinas, el método de suministro de calostro y la calidad del mismo no está determinada, por lo que es pertinente que el productor, conozca tanto la calidad del calostro que está utilizando y la eficacia de los métodos empleados para el suministro del mismo, así como las herramientas que puede emplear para realizar mediciones de inmunoglobulina G calostrales y séricas. De tal manera logra determinar una Falla en la Transferencia Pasiva tempranamente y facilita la toma de decisiones sobre los animales que en esta condición, quedan expuestos a patógenos ambientales. Además permite la identificación, evaluación y corrección de los factores que predisponen a que falle el manejo de las terneras en sus primeras horas de vida.

¹⁶ BOLAÑOS, op. cit., p. 135 - 140.

¹⁷ ROBINSON, J.; STOTT, G. and DENISE, SK. Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifers. En : Journal of Dairy Science. Vol. 71, No. 5 (1988); p. 1283- 1287.

¹⁸ QUIGLEY, Jim. Colostrum & growth of calves. En : Calf Notes.com. No. 74 (2001); p. 1.

¹⁹ PLACE, N.; HEINRICHS, J. and ERBH, H. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. En : Journal of Dairy Science. Vol. 81, No. 4 (1998); p. 1004 – 1009.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿ El uso de diferentes métodos de suministro de calostro afecta la transferencia pasiva de Inmunoglobulina G en bovinos recién nacidos ?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto del método de suministro de calostro, en el nivel de inmunoglobulina G sérica adquirido en bovinos recién nacidos, mediante el uso de Test rápidos para inmunoglobulina G en calostro y suero, como procedimiento de manejo que permita el diagnóstico temprano de el éxito o fracaso en la transferencia pasiva.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ▶ Establecer la concentración adquirida de inmunoglobulina G en suero sanguíneo de bovinos recién nacidos a las 12 horas posteriores al parto.
- ▶ Comparar los métodos de suministro de calostro según el nivel de inmunoglobulina G sérica adquirida por los bovinos recién nacidos.
- ▶ Establecer la relación entre el método de suministro de calostro de buena calidad y el nivel de inmunoglobulina G sérica adquirida en los bovinos recién nacidos.
- ▶ Determinar la concentración de inmunoglobulina G tanto en el primer calostro producido, como en el calostro de las 12 horas posteriores al parto.

4. MARCO TEÓRICO

La vida de una vaca lechera puede dividirse en dos fases, crianza y vida productiva. La fase de crianza se extiende desde el momento en que la ternera nace hasta el momento del primer parto. Un manejo adecuado nutricional como sanitario de la cría garantiza un reemplazo con una vida productiva óptima. En la etapa de transición o periodo seco se puede observar efectos positivos o negativos en la evolución del parto y formación del calostro. Un programa sólido que garantice un reemplazo sano es el que establece un plan preventivo y de alimentación tanto de la madre como del recién nacido durante las etapas del pre, peri y pos parto que asegura el crecimiento y desarrollo de la cría hasta que entre a la etapa productiva²⁰.

4.1 ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN

Durante el periodo gestacional, el productor debe planificar y extremar las medidas preventivas orientadas a garantizar la salud y el bienestar tanto de la vaca como de la cría. El último tercio de gestación se constituye en un periodo crítico, pues es donde se le debe brindar a la vaca las condiciones necesarias para afrontar el parto.

Para Schroeder el periodo seco es determinante en la eficiencia reproductiva de la vaca, su mal manejo puede ser causal de trastornos metabólicos posparto y en lactancia, retenciones placentarias y endometritis²¹. También puede verse afectado el desarrollo fetal y la formación del calostro con el que se transmitirán

²⁰ CEDEÑO, Darío y VARGAS, B. Efecto de la raza y el manejo sobre la vida productiva del bovino lechero en Costa Rica. En : Archivos de Zootecnia. Vol. 53, No 202 (2004); p. 130-131.

²¹ SCHROEDER, Hans. Tratado de obstetricia veterinaria comparada. 5 ed. Bogotá : Celsus, 1993. p.23.

las inmunoglobulinas, pues la placenta bovina de tipo epiteliochorial es impermeable a sustancias de peso molecular igual o mayor a 1.000^{22,23}.

El mismo autor considera que el periodo seco debe iniciar entre la sexta y octava semana previa al parto, permitiendo que el estroma mamario tenga una buena recuperación y pueda acumular calostro de buena calidad. El secado debe ser intempestivo con la aplicación de un tratamiento antibiótico 24 horas posteriores al secado, también se utilizan productos antibióticos intramamarios infiltrados el mismo día del secado.

El factor nutricional, es de gran importancia, como lo explica Grumer, quien afirma que en el periodo de preñez la demanda nutricional se ve aumentada y por consiguiente el consumo de materia seca, aunque de manera retardada, por lo que el balance energético es negativo y predispone a la presentación de desordenes metabólicos posparto. La medición del consumo de materia seca es un indicador del estatus nutricional de la vaca, y el incremento del mismo disminuye las complicaciones posparto. Conjuntamente se debe incluir un buen plan de vacunación y la ubicación de la vaca en un potrero apropiado para partos por lo menos un mes antes del mismo²⁴.

En un estudio realizado por Franklin, se demostró que la suplementación y correcta inmunización de la vaca en el periodo seco incrementan la concentración

²² SCHROEDER, Hans. Fisiopatología reproductiva de la vaca. Bogotá : Celsus, 1999. p. 266.

²³ MEDINA, Mario. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. México : Limusa, Grupo Noriega Editores, 1994. p. 173.

²⁴ GRUMER, Ric *et al.* Dry Matter Intake and Energy Balance in the Transitional Period. En : Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Vol. 20, No. 3 (nov. 2004); p. 446-448.

de inmunoglobulinas calostrales, por lo que se debe incluir un buen plan de vacunación de acuerdo a datos epidemiológicos de la región²⁵.

4.2 PARTO

Este evento, como lo mencionan Cunningham y Schroeder, se desencadena por la maduración de la corteza adrenal fetal, aumentando la síntesis de cortisol, elevando el nivel de estrógenos que a su vez incrementan la producción de prostaglandinas, encargadas de iniciar el proceso de contracción del miometrio^{26,27}.

El parto se puede dividir en varias etapas, por ejemplo Medina, considera tres: dilatación cervical, expulsión fetal y expulsión de membranas fetales²⁸. Por lo general un periodo de 1 a 2 horas de pujos intensos de la vaca, debe exponer las patas delanteras de la cría, si hay síntomas de cansancio o de un proceso interrumpido, es momento de intervenir y ayudar a la vaca a parir²⁹.

En el transcurso del parto, el feto se somete a un ajuste vascular circulatorio y respiratorio, dado el cambio del medio líquido en el que se encontraba a un ambiente gaseoso, por lo que partos distócicos conllevan a una hipoxemia, con la consecuente acidosis respiratoria, afectando negativamente la transferencia

²⁵ FRANKLIN, S. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 88, No. 2 (feb. 2005); p. 766-775.

²⁶ SCHROEDER, H. Fisiopatología reproductiva de la vaca, op. cit., p.29.

²⁷ CUNNINGHAM, James. Fisiología Veterinaria. 2 ed. México : McGraw Hill, 1999. p. 36-37.

²⁸ MEDINA, op. cit., p. 17-18.

²⁹ WATTIAUX, Michel. Reproducción y selección genética. Preñes y parto. En : El Instituto Babcock para el desarrollo y la investigación internacional de la lechería. (2003).

pasiva de inmunoglobulinas, no obstante este factor no es el único que interfiere en dicha transferencia, sino que además se deben tener en cuenta factores como los inherentes a la vaca, a la cría y al medio ambiente^{30,31}.

4.3 EL NEONATO

El neonato desde antes del nacimiento se encuentra en un cambio continuo. En el útero el feto vive en un ambiente cálido, húmedo, protegido del medio ambiente y además recibiendo todos los nutrientes necesarios para su crecimiento. En el periodo de transición de feto a neonato, ocurren cambios fisiológicos y metabólicos³².

Los bovinos nacen con pocos depósitos de grasa, pobre capacidad glucogénica, hipogamaglobulinémicos y con los intestinos estructuralmente inmaduros. El tracto digestivo se presenta modificado, siendo diferente al que tendrán al ser adultos, por ello se producen grandes cambios anatómicos y fisiológicos, que tienen como función facilitar la absorción de los anticuerpos proteicos intactos³³.

³⁰ WEAVER, D. M. *et al.* Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. En : Journal of Veterinary Intern Medicine. Vol. 14, No. 6 (nov. -dec. 2000); p. 569-577.

³¹ MEDINA, op. cit., p. 72.

³² HURLEY, W. L. op. cit., p. 12.

³³ BACHA, F. Nutrición del Ternero Neonato. En : Avances en Nutrición y alimentación animal. Curso de Especialización. No. 15 (2000); p. 14-15.

Para Cunningham y Bacha las modificaciones primarias en el intestino del neonato son^{34,35}:

1. Retardada secreción ácida del estómago por varios días, debido a que las células fúndicas del abomaso no secretan ácido clorhídrico, por esta razón el pepsinógeno no se convierte en pepsina y las inmunoglobulinas no son degradadas.
2. Secreción mínima de enzimas pancreáticas, que impide la digestión que realiza la tripsina a las proteínas, el calostro ayuda a esta acción por contener un factor inhibidor de la tripsina. La renina solo ataca y coagula a la caseína.
3. Epitelio intestinal capaz de englobar a las proteínas solubles ya que presenta un tipo de enterocitos especiales que empiezan a desaparecer inmediatamente después del nacimiento.

En las primeras horas de vida el rumen es casi del tamaño del abomaso pero aumentan sus dimensiones después del nacimiento y según la dieta administrada (Tabla 1). Generalmente el desarrollo de los estómagos anteriores se divide en 2 periodos, el No Ruminal, que comprende de la primera a la tercera semana de vida y un periodo de Transición, de la tercera a la octava semana³⁶ (Figura 1 y 2).

Al nacimiento el epitelio de los estómagos es bajo y con papilas ruminales pequeñas, que al contacto continuo con los ácidos grasos volátiles, estimulan el desarrollo de las mismas, dietas exclusivamente líquidas retrasan el retículo-rumen tanto en grosor y peso, como en el desarrollo papilar. La flora bacteriana de

³⁴ BACHA, F., op. cit., p. 1 - 12.

³⁵ CUNNINGHAM, James, op. cit., p. 368.

³⁶ ROFFLER, B. *et al.* Intestinal morphology, epithelial cell proliferation, and absorptive capacity in neonatal calves fed milk-born insulin-like growth factor-1 or a colostrum extract. En : Journal of Dairy Science. Vol. 86, No. 5 (may. 2003); p. 1797.

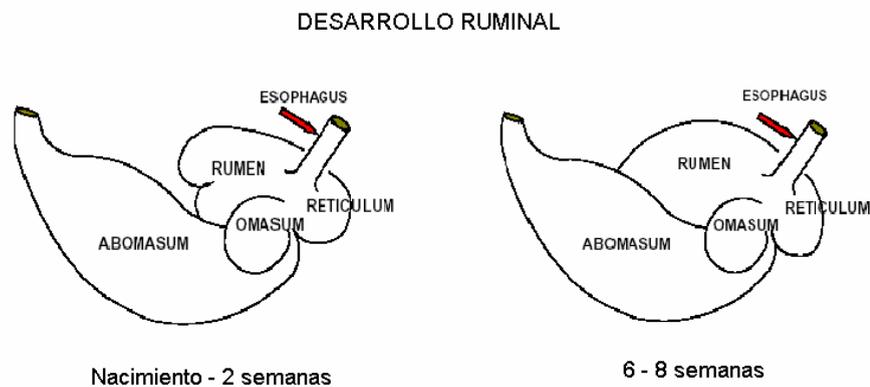
los estómagos comienza a implantarse inmediatamente después del parto, generalmente, por microorganismos facultativos³⁷.

Tabla 1. Proporción del tamaño de los estómagos en el bovino, desde el nacimiento a la madurez.

Edad	Rumen	Retículo	Omaso	Abomaso
Recién Nacido	25 %	5 %	10 %	60 %
3 –4 meses	65 %	5 %	10 %	20 %
Adulto	80 %	5 %	8 %	8 %

BACHA, F. Nutrición del Ternero Neonato. En: Avances en Nutrición y alimentación animal. Curso de Especialización. No. 15 (2000); p. 14-15.

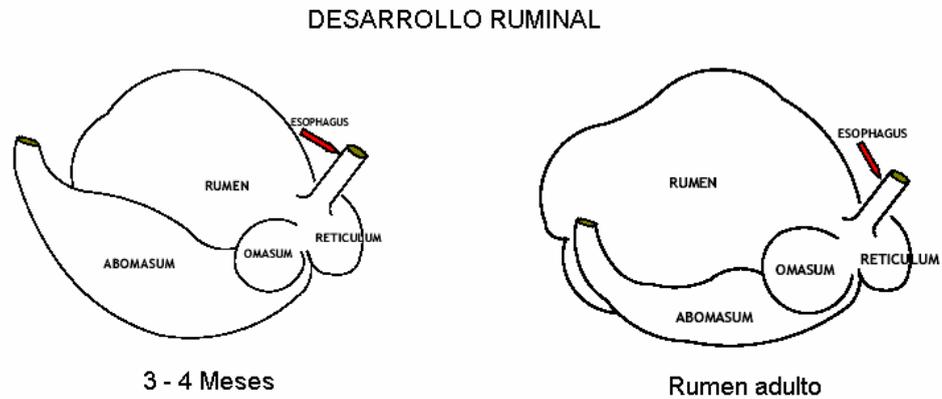
Figura 1. Desarrollo ruminal del nacimiento hasta las ocho semanas de vida.



COSTELLO, Rob. Bloat In Young Calves and Other Pre-ruminant Livestock. En: Merrick Animal Nutrition. (2005); p. 1.

³⁷ SMITH, Michael. Evaluación de un sistema de alimentación integrado de terneros neonatos en una lechería de la zona central. Santiago de Chile, 2004, p. 10. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.

Figura 2. Desarrollo ruminal desde los tres meses hasta rumen adulto.



COSTELLO, Rob. Bloat In Young Calves and Other Pre-ruminant Livestock. En : Merrick Animal Nutrition. (2005); p. 2.

Para que el rumen se desarrolle adecuadamente la leche consumida debe pasar directamente hacia el omaso, esto se obtiene por la acción del surco esofágico o gotera esofágica, que es un pliegue muscular que atraviesa la pared del retículo desde el cardias hasta el orificio retículoomasal. Por estimulación se contraen los músculos a su alrededor formando un canal, para que la leche en un 90 % llegue al omaso y el 10 % al rumen, del omaso la leche pasa rápidamente hacia el abomaso³⁸.

El cierre del surco esofágico es una acción refleja que recibe impulsos eferentes del tallo encefálico a través del nervio vago, los estímulos aferentes se originan de manera central por la anticipación a la succión y además provienen de la faringe estimulada por líquidos. La ingestión de leche apresurada desde un balde y la

³⁸ BACHA, F. op. cit., p. 13.

alimentación forzada de la misma, posiblemente producen una función ineficiente del surco esofágico, con la llegada de la leche al rumen³⁹.

Según Bacha, a medida que el ternero crece, algunas estructuras cambian, el surco esofágico deja de funcionar por una regresión progresiva en el desarrollo de las bandas musculares, lo que coincide con el aumento proporcional del rumen y el retículo, en este momento la digestión se lleva a cabo por las enzimas pepsina y renina, secretadas por las glándulas fúndicas de la mucosa gástrica del abomaso como precursores inactivos, pero que son rápidamente activados por las condiciones ácidas del abomaso⁴⁰.

El mismo autor menciona, que la secreción de ácido clorhídrico por las células parietales es baja en el recién nacido. La renina, la pepsina y los iones H son los responsables de la coagulación de la leche. La secreción de pepsina aumenta desde el primer mes en adelante. La secreción de la renina depende de la dieta administrada al ternero, al destete la falta de caseína junto con otros factores resultan en una inhibición de la secreción de la misma. La digestión de los carbohidratos es restringida ya que en los primeros 45 días de edad la secreción de amilasa salival es baja, sin embargo los terneros poseen grandes cantidades de lactasa que descienden con la edad y con los cambios en la dieta. Los lípidos se digieren en el abomaso por la acción de la lipasa salival y en el intestino delgado por la lipasa pancreática.

La formación del coágulo de caseína es importante para los terneros ya que ellos presentan en su fisiología digestiva inmadurez del sistema enzimático. Del coágulo salen rápidamente las proteínas y la lactosa por medio de las contracciones del

³⁹ CUNNINGHAM, James, op. cit., p. 369.

⁴⁰ BACHA, F. op. cit., p. 13.

abomaso, mientras que la caseína y la grasa se digieren lentamente, por lo tanto el coágulo retarda el paso del alimento ingerido y así aumenta la absorción de nutrientes a nivel intestinal, además reduce la predisposición a diarreas ocasionadas por proteínas dentro del intestino delgado que provocan la formación de colonias de microorganismos patógenos y un aumento en el sustrato dentro del intestino grueso causando fermentación⁴¹.

4.4 CRIANZA DE TERNERAS

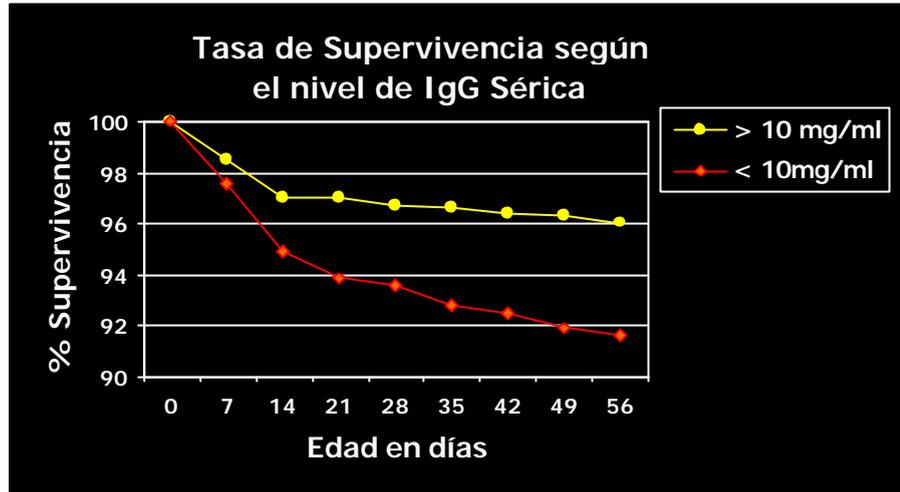
Una vez superada la etapa de parto, la cría, entra en su periodo más crítico, pues el manejo y supervisión que se le brinde desde el principio, se verá reflejado en como nuestra futura vaca productora de leche logre las metas para las cuales se le esté criando en el hato, procesos que deben ser optimizados cada vez más, pues como lo menciona Flórez *et al*, las pérdidas económicas que se pueden llegar a tener dentro de nuestras ganaderías por concepto de enfermedad y muerte de animales en edades tempranas son altas⁴², esto se correlaciona directamente y en gran parte a la falla en la transferencia pasiva (FTP) que se presenta cuando la concentración de inmunoglobulinas en el suero es menor a 10 mg IgG/ml de suero sanguíneo⁴³. (Figura 3)

⁴¹ BACHA, F., op. cit., p. 10.

⁴² FLOREZ, H. *et al*. Prevención de enfermedades y de la muerte de terneros. En : Corpoica.com

⁴³ FILTEAU, Virginie, *et al*. Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Québec. En : Canadian Veterinary Journal. Vol. 44, No. 11 (nov. 2003); p. 907 – 913.

Figura 3. Tasa de supervivencia.



CHESTER, H. ; SCHROEDER, J. and LITTLE, D. Nutrition, health y management of dairy calves from birth to transitional grouping. A. Colostrum Management and Housing Options. En : www.ams.usda.gov. (2002)

Se ha llegado a encontrar fallas en la transferencia pasiva hasta de un 7.5% en las ganaderías de leche⁴⁴, 15.2% en ganaderías de carne⁴⁵ y 19.6% en ganaderías de doble propósito⁴⁶, por otra parte las bajas tasas de crecimiento y bajas ganancias de peso se han asociado a consumos inadecuados de calostro por lo que una rápida identificación de animales con falla en la transferencia pasiva de

⁴⁴ BOLAÑOS, D.; OLIVER, O. and DONADO, P. The effect of management factors on morbidity and mortality of calves up to two months of age in Colombian dairy farms at high altitudes, citado por FLOREZ, H. *et al*, op. cit., p. 1.

⁴⁵ ESCOBAR, A y BONILLA, R. Factores de manejo que afectan la mortalidad y morbilidad en terneros durante sus tres primeros meses de vida en el municipio de San Pedro de los Milagros, departamento de Antioquia, citado por FLOREZ, H. *et al*, op. cit., p. 1.

⁴⁶ MELO, J. y LOPEZ, M. Factores que afectan la morbilidad y la mortalidad en terneros de carne y de doble propósito durante los tres primeros meses de vida en la altillanura Colombiana, citado por FLOREZ, H. *et al*, op. cit, p. 2.

inmunoglobulinas, logra disminuir considerablemente las pérdidas económicas que se atribuyen a los gastos de tratamiento y mortalidades⁴⁷.

De acuerdo con Wattiaux y Radostits es importante iniciar con un buen manejo de las terneras y que los principales cuidados que se deben tener con la cría al nacer son: despejar las vías aéreas y verificar la respiración del animal, si esto no sucede se le debe ayudar a hacerlo, desinfección del ombligo con solución yodada, ubicación de la cría en un lugar seco y sin corrientes de aire, alimentar con calostro de buena calidad, en cantidad suficiente y en lo posible dentro de la primera hora de vida, sin que sobrepase las primeras seis, y en adelante las buenas prácticas de crianza deben asegurar buena alimentación, alojamiento, sanidad, programas de prevención y observación diaria para detectar signos de enfermedad lo más rápido posible y tomar las medidas necesarias a tiempo. En las siguientes semanas de vida, se realiza la eliminación de pezones adicionales y topización, prácticas que por ser estresantes para el animal, nunca deben estar cercanas al destete pues es un estrés adicional, en adelante se continúa con el plan de cría y levante, que se ajusta según los parámetros de cada finca^{48,49}.

4.4.1 Métodos de suministro de calostro. El suministro de calostro es uno de los factores que afecta la salud de la ternera, sin embargo la combinación de elementos como el parto, el medio ambiente y el manejo inciden directamente en la presentación de FTP.

⁴⁷ FLOREZ, H. *et al*, op. cit., p. 2.

⁴⁸ WATTIAUX, Michel. Crianza de Terneras del nacimiento al destete. Visión general de las prácticas de manejo. En : El Instituto Babcock para el desarrollo y la investigación internacional de la lechería. No. 27 (2003).

⁴⁹ RADOSTITS, Otto *et al*. Medicina Veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9 ed. España : McGraw Hill, 2002. v. 1, p. 140-142.

A la hora de suministrar el calostro, surgen varios métodos con los que se quiere optimizar su consumo, entre ellos podemos encontrar que se usan alimentadores esofágicos, biberones, alimentación en baldes, combinación de métodos artificiales con amamantamiento natural y amamantamiento natural, siendo estos dos últimos los que más se implementan en nuestra región⁵⁰.

En cualquier método usado, es importante tener presente las medidas sanitarias, pues la forma de manejo de cada método se hace evidente a la hora de establecer el incremento de la morbilidad o mortalidad. Como lo explica Wattiaux, varios aspectos se deben tener en cuenta como la limpieza del implemento que se use para suministrar calostro, el sumergir la cabeza de la ternera en el balde puede causar desordenes alimenticios en el futuro, el uso de sonda esofágica se debe utilizar en terneros que no tengan un buen reflejo de succión y sin embargo puede ser causal de daño o enfermedad por el uso inapropiado de la misma y siempre que se suministre calostro debe estar a una temperatura aproximada de 39 grados centígrados⁵¹.

Para algunos autores, el consumo de calostro a través del amamantamiento natural no es el indicado, como lo explica Quigley y Radostits, quienes consideran que este método debe ser descartado, pues se observa que es causa de índices de morbilidad y mortalidad altos, que generalmente se atribuyen a que con este método los volúmenes de calostro consumidos son insuficientes, así también se presentan retrasos en el primer consumo que debe suceder antes de las primeras 24 horas de vida, ya que el intestino disminuye drásticamente su capacidad de absorción después de este tiempo. Las principales causas a las que se le atribuye

⁵⁰ BOLAÑOS, Doris. op. cit., p. 81.

⁵¹ WATTIAUX, Michel. Crianza de terneras del nacimiento al destete: importancia de alimentar con calostro. En : El instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. No.28, p. 109 - 112.

que este método sea inadecuado son la demora en la incorporación de la cría, ubres pendulozas que son difíciles de ubicar para la cría, rechazo de la madre y el hecho de que la ubre se encuentre contaminada con excremento y suciedad del suelo que pueden ser consumidos por la cría llevando consigo bacterias potencialmente mortales al intestino a la hora de alimentarse^{52,53}.

Este método se ha mantenido en algunas fincas, incluso se ha tratado de complementar como lo demuestra Petrie en su estudio, donde a las crías se les ayudó inicialmente a succionar y posteriormente se las dejó 12 horas más con la madre, encontrando que no hubo incrementos significativos en la concentración de inmunoglobulinas séricas de la cría, sin embargo algunos de los sueros hipogamaglobulinémicos correspondieron a una concentración baja de inmunoglobulinas en el calostro⁵⁴.

Brignole en su estudio, encontró que dejar a la cría con la madre por un día para que consumiera calostro produce una FTP del 42%, luego suministró un litro más de calostro encontrando que el 70% de los terneros tuvieron un aumento leve en cuanto a concentración de inmunoglobulinas séricas G y M⁵⁵, resultados similares se encontraron en otro estudio realizado en Nueva Zelanda por Wesselin *et al.* en el cual observaron que las terneras no deben permanecer por más de seis horas con sus madres y por el contrario apartarlas para suministrarles calostro artificialmente, buscando garantizar una transferencia pasiva adecuada, pues mas

⁵² QUIGLEY, Jim. Alimentación con calostro. Amamantar o no amamantar, op. cit., p. 2.

⁵³ RADOSTIS, Otto *et a*, op. cit., p. 165.

⁵⁴ PETRIE, L. Maximizing the absorption of colostral immunoglobulins in the newborn dairy calf. En: The Veterinary Records. Vol. 114, No. 7 (feb. 1984); p. 157-163.

⁵⁵ BRIGNOLE, T. and STOTT, G. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calfsurvival. En : Journal of Dairy Science. Vol. 63, No. 3 (mar. 1980); p. 451-456.

de la mitad de las terneras en este país no reciben el suficiente calostro aun cuando permanecen por 24 horas con la madre⁵⁶. El amamantamiento natural se considera como un método eficaz en las ganaderías de carne, por las condiciones de manejo que esta presenta aunque algunas veces se requiera de la intervención del operario como lo mencionan Besser y Gay en su estudio⁵⁷.

Dentro de los métodos artificiales podemos encontrar el alimentador esofágico que consta de una sonda esofágica, tubo flexible con punta roma, una llave de paso y un contenedor plástico (Figura 4).

Según el estudio realizado por Molla, la transferencia pasiva de inmunoglobulinas fue satisfactoria al usar la sonda esofágica, observó que el rumen de los prerumiantes pudo vaciarse de manera eficiente permitiendo una absorción intestinal de proteínas calostrales antes del cierre del intestino delgado, y que la morbilidad y mortalidad se redujeron usando este sistema⁵⁸. No obstante este método ha sido objeto de estudio ya que la introducción de la sonda esofágica impide el reflejo de succión y por ende el de la gotera esofágica dejando que el calostro se almacene en rumen, sin embargo en estudios realizados se ha demostrado que a pesar de este inconveniente la absorción de inmunoglobulinas es adecuada, como lo menciona Chapman quien encontró que volúmenes

⁵⁶ WESSELINK, R. *et al.* Colostrum intake by dairy calves. En : New Zeland Veterinary Journal. Vol. 47, No.1 (feb. 1999); p. 31-34.

⁵⁷ BESSER, T. E. and GAY, C. The Importance of colostrums to the health of the neonatal calf. En: Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Vol. 10, No. 1 (mar. 1994); p. 107-117.

⁵⁸ MOLLA, A. Immunoglobulin levels in calves feed colostrum by stomach tube. En : The Veterinary Record. Vol. 103, No. 17 (oct. 1978); p. 377-380.

mayores a 400 mililitros de calostro producen un vaciamiento del retículo-rumen al abomaso en aproximadamente 30 minutos⁵⁹.

Figura 4. Alimentador Esofágico.



En el estudio realizado por Kaske, se determinó que terneros alimentados con sonda esofágica alcanzan concentraciones de inmunoglobulinas séricas satisfactorias en comparación con la alimentación por biberón, con un retraso al menos de 3 horas pero sin que la inhibición de la gotera esofágica causara consecuencias clínicas⁶⁰.

⁵⁹ CHAPMAN, H.; BUTTLER, D. and NEWEL, M. The route of liquids administered to calves by esophageal feer, citado por MEDINA, M., op. cit., p. 173.

⁶⁰ KASKE. M. *et al.* Colostrum management in calves: effects of drenching v.s Bottle feeding. En : Journal of animal physiology en animal nutrition. Vol. 89, No.3/6 (apr.-jun. 2005); p. 151-157.

El alimentador esofágico tiene ciertas consideraciones a la hora de usarse como las que menciona Quigley, quien nos dice que su uso no debe ser forzado, no suministrar mas de cuatro litros de una sola vez y a temperatura corporal, que el animal debe estar parado, tener suficiente entrenamiento en el uso de la sonda y siempre tenerla limpia y en buenas condiciones, así también, comenta que con este método es fácil medir la cantidad de calostro suministrada a pesar de que se retrasa el paso del calostro al intestino por lo menos en 2 o 4 horas⁶¹.

Cuando se suministra calostro de buena calidad no importa si se lo hace en una sola toma o se divide la cantidad ideal de calostro en dos tomas, pues de las dos formas se obtienen resultados igual de efectivos al transferir inmunidad pasiva, como lo demostraron Hopkins y Quigley⁶².

Chester describe un protocolo de uso para la sonda esofágica de la siguiente manera⁶³:

1. Antes de insertar la sonda en el animal, se debe determinar previamente la longitud que se va a introducir, midiendo la sonda desde la punta de la nariz a la punta del codo y se marca con cinta. Generalmente la longitud a introducir es de aproximadamente 50 centímetros (Figura 5)

⁶¹ QUIGLEY, Jim. Using the esophageal feeder to administer colostrum, op. cit., p. 2.

⁶² HOPKINS, B. and QUIGLEY, J. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentration of immunoglobulin G in the serum of neonatal calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 80, No. 5 (1997); p. 979-983.

⁶³ CHESTER, H. ; SCHROEDER, J. and LITTLE, D. Nutrition, health y management of dairy calves from birth to transitional grouping. A. Colostrum Management and Housing Options. En : www.ams.usda.gov. (2002)

2. Antes de introducir el tubo se recomienda calentarlo en agua para hacerlo más flexible y lubricarlo con aceite mineral o con el mismo calostro.
3. Abrir la boca del animal presionando el paladar, aunque en ocasiones al colocar la sonda en la boca se produce el reflejo de succión (Figura 6).
4. Se pasa suavemente el tubo hasta el fondo de la boca y cuando está en la base de la lengua, el animal comienza a masticar y tragar. Cuando está colocada en la vía incorrecta se produce tos y burbujas en la sonda (Figura 7).
5. Cuando la sonda está bien colocada se abre la llave de paso y se coloca la bolsa más alta que la cabeza del animal para permitir el paso rápido del calostro (Figura 8).
6. Una vez suministrado el calostro, se saca lentamente la sonda, se eliminan los residuos que queden dentro de ella para lavarla y limpiarla.

Figura 5. Longitud del alimentador esofágico.



Figura 6. Introducción de la sonda esofágica.



Figura 7. Ubicación de la sonda en el esófago.



Figura 8. Suministro de calostro.



Jaster en su estudio encontró que en terneras Jersey el suministro de calostro de buena calidad dividido en dos tomas, logró maximizar la absorción de inmunoglobulinas⁶⁴.

Otros estudios realizados para comparar la efectividad de diferentes métodos demostraron diversos resultados como los que muestra Adams, quien al comparar la sonda esofágica con el biberón, encontró que con los dos métodos se alcanzan niveles de inmunoglobulinas en suero esencialmente iguales⁶⁵.

Resultados encontrados por Besser y colaboradores, indicaron que métodos de suministro como amamantamiento natural y el biberón fueron menos efectivos a la hora de transmitir inmunoglobulinas calostrales al suero sanguíneo en comparación con la sonda esofágica y concluyeron que en los métodos artificiales la falla en la transferencia pasiva fue infrecuente cuando se suministró calostros con concentraciones iguales o mayores a 100 gramos de inmunoglobulina G en la primera toma, mientras que el amamantamiento natural mostró una prevalencia mayor al 50% de falla en transferencia pasiva de inmunoglobulinas, aun en vacas que produjeron calostro con concentración de IgG por encima del promedio⁶⁶.

⁶⁴ JASTER, E. Evaluation of quality, quantity and timing of colostrum feeding in Jersey calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 88, No. 1 (jan. 2005); p. 296-302.

⁶⁵ ADAMS, G. Two methods for administering colostrum to newborns calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 68, No. 3 (mar. 1985); p. 773-775.

⁶⁶ BESSER, T. GAY, C. and PRITCHETT, L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 198, No.3 (Feb 1991); p. 419 – 422.

Franklin demostró que la transferencia de inmunidad pasiva en terneros fue mayor al suministrar calostro con biberón que con amamantamiento natural⁶⁷.

4.4.2 Cantidad de calostro a suministrar. Alimentar con suficiente calostro es parte de un buen sistema de crianza de terneras. Para determinar la cantidad de calostro a suministrar a las crías debe recordarse que estamos suministrando inmunoglobulinas y no calostro. El volumen a suministrar depende de varios factores, tales como la cantidad de inmunoglobulinas en el mismo, el peso corporal del ternero (Tabla 2), la edad en la que al ternero se le proporciona el calostro por primera vez, entre otros⁶⁸.

Según lo reportado por Quigley, investigadores de la Universidad Estatal de Washington realizaron un estudio donde concluyeron que existe una relación negativa entre el volumen del calostro producido y la cantidad de anticuerpos presentes en el mismo⁶⁹, de igual manera otros investigadores reportaron esta relación negativa, descubriéndose además que cuando las vacas producen más de 8.5 Kg. de calostro, la probabilidad de que contenga suficiente IgG1 para proveer una adecuada inmunidad pasiva, disminuía de un 77% a un 64% en todas las muestras, por lo tanto si la cantidad de calostro es menor a 8.5 Kg., entonces el calostro es de buena calidad⁷⁰.

⁶⁷ FRANKLIN, S. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical form of starter. En : Journal of Dairy Science. Vol. 86, No. 6 (jun. 2003); p. 2145-2153.

⁶⁸ MARX, D. B. and STOTT, G. D. Analysis of censored data for such as colostral immunoglobulin transfer in calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No 11 (nov. 1979); p. 1819-1824.

⁶⁹ QUIGLEY, Jim. "La regla de las 18 libras" de alimentación con calostro. En : Calf Notes.com. No. 38 (1998); p. 1 – 2.

⁷⁰ PRITCHEIT, Lori *et al* op. cit., p. 2336.

Se considera que la concentración mínima de inmunoglobulina G en suero necesaria para obtener una adecuada inmunidad pasiva es 10 mg/ml⁷¹. Varios autores coinciden en afirmar que debe suministrarse aproximadamente 4 litros de calostro tan pronto como sea posible después del nacimiento, pero siempre dentro de las 2 primeras horas de vida, en caso contrario el porcentaje de mortalidad se incrementa^{72,73} (Tabla 3), por una posible FTP, sin embargo la determinación de esta no es un elemento infalible de predicción de mortalidad⁷⁴.

Tabla 2. Cantidad de calostro comparada con el tamaño y el peso corporal.

Raza	Pequeña (Jersey)		Mediana (Guernsey)		Grande (Holstein)	
Peso corporal, Kg.	25	30	35	40	45	50
Calostro, Kg.	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50

WATTIAUX, Michael A. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Importancia de Alimentar con Calostro. En: Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. No 28: 109 -112.

⁷¹ QUIGLEY, Jim. "La regla de las 18 libras" de alimentación con calostro, op. cit., p. 3.

⁷² WATTIAUX, Michael. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Importancia de alimentar con calostro, op. cit., p.109 -112.

⁷³ STOTT, G. *et al.* op. cit., p. 1766 - 1773.

⁷⁴ REA, D. *et al.* Prediction of calf mortality by use of test for passive transfer of colostral immunoglobulin. En : Journal of American Medicine Association. Vol. 288, No. 12 (jun. 1996); p. 2047 - 2049.

Tabla 3. Relación entre mortalidad y la cantidad de calostro administrado a terneras recién nacidas dentro de las primeras 12 horas después del nacimiento.

Calostro administrado, Kg.	Mortalidad % 1 sem. – 6 meses
2 – 4	15.3
5 – 8	9.9
8 – 10	6.5

WATTIAUX, Michael A. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Importancia de Alimentar con Calostro. En: Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. No 28: 109 -112

4.4.3 Tiempo de suministro de calostro. La eficiencia de absorción de IgG está en su más alto nivel inmediatamente después de nacer y disminuye casi a cero a las 24 horas de edad (Figura 9 y 10), posteriormente muy pocas de las IgG consumidas son absorbidas por el torrente sanguíneo⁷⁵.

Se ha estimado que la eficiencia de absorción de IgG varía de 30 a 40%⁷⁶. Rajala y Castren, mencionan que una demora de 30 minutos en el suministro del primer calostro disminuye la concentración de inmunoglobulinas séricas a razón de 2 miligramos por mililitro⁷⁷, por el contrario, en el estudio realizado por Michaneck y

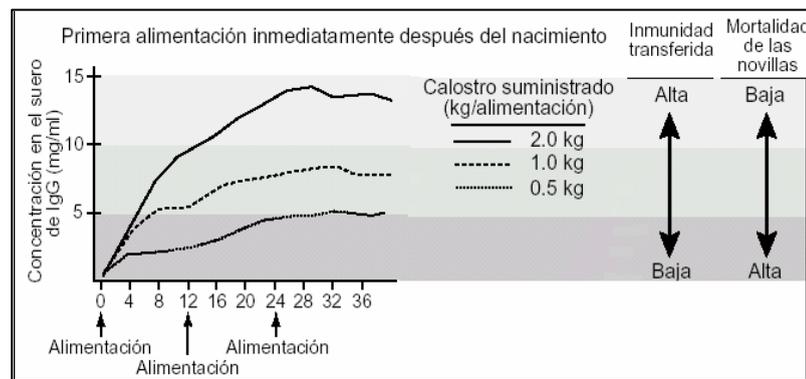
⁷⁵ WATTIAUX, Michael. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Importancia de alimentar con calostro, op. cit., p.109 -112.

⁷⁶ QUIGLEY, Jim. Alimentación con Calostro. ¿Cuánto es suficiente?. En: Calf Notes.com. No. 2 (1997); p. 1 – 3.

⁷⁷ RAJALA, P. and CASTREN, H. Serum immunoglobulin concentration and health of dairy calves in two management system from birth to 12 weeks of age. En: Journal of Dairy Science. Vol. 78, No. 12 (dec. 1995); p. 2737 - 2744.

colaboradores, se puede observar que la capacidad de absorción del intestino del neonato se mantiene durante 24 horas y afirman que incluso bajo ciertas condiciones de manejo se podría suministrar el primer calostro tan tarde como a las 24 horas de vida⁷⁸. Bacha sugiere administrar calostro como mínimo 30 minutos después del parto, en este momento la capacidad del abomaso es de 2 litros por lo que no se debe sobrepasar esta cantidad, pasadas 6 horas después del nacimiento el ternero debe haber tomado el 6% de su peso corporal y a las 12 horas el 10– 15 % de su peso⁷⁹.

Figura 9. Influencia del suministro de calostro a las 0 horas y la cantidad de calostro administrado, con respecto a la concentración de IgG sérica.

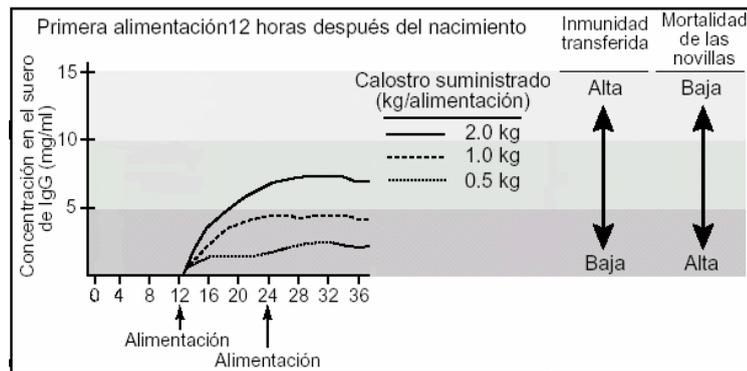


WATTIAUX, Michael A. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete: Importancia de Alimentar con Calostro. En: Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. No 28: 109 -112.

⁷⁸ MICHANECK. P.; VENTROP. M. and WESTROM. B. Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of different ages at first feeding. En : Research in Veterinary Science. Vol. 46, No. 3 (may. 1989); p. 375-379.

⁷⁹ BACHA, F. op. cit., p. 13.

Figura 10. Efecto de la administración de calostro a las 12 horas, la cantidad de calostro suministrado y la concentración de inmunoglobulinas séricas.



WATTIAUX, Michael A. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete: Importancia de Alimentar con Calostro. En: Instituto Babcock para la investigación y desarrollo internacional de la industria lechera. No 28: 109 -112.

4.5 CALOSTRO

Según Cunningham se denomina calostro a la primera secreción de la glándula mamaria formada antes del parto. La calostrogénesis se presenta durante el periodo en el que la progesterona y los estrógenos ejercen un efecto inhibitorio sobre la secreción de leche, proceso que deja de intervenir antes o durante la expulsión del feto⁸⁰.

Medina afirma que el calostro es una mezcla de secreciones lácteas y constituyentes sanguíneos acumulados en la glándula mamaria durante el periodo pre-parto y a medida que pasa el tiempo se transforma⁸¹.

⁸⁰ CUNNINGHAM, James, op. cit., p. 547.

⁸¹ MEDINA, Mario, op cit., p. 193.

Quigley y Hurley, mencionan que el calostro es la secreción de la glándula mamaria dentro de las primeras 24 horas después del parto, entre las 24 y 72 horas posparto la secreción se llama leche de transición y su composición cambia rápidamente durante la siguientes 72 a 96 horas, denominándose leche^{82, 83}. El calostro se diferencia de la leche de transición porque contiene mayor cantidad de sólidos, proteínas, e inmunoglobulinas, siendo de gran importancia pues le provee al ternero inmunidad pasiva⁸⁴.

Wattiaux dice que, el calostro se caracteriza por ser denso, cremoso y amarillo, y que debe llamarse calostro únicamente a la secreción del primer ordeño, secreciones desde el segundo hasta el octavo ordeño son llamadas leche de transición, ya que su composición gradualmente se asemeja a la composición de la leche⁸⁵.

4.5.1 Formación del calostro. Los bovinos poseen placenta de tipo epiteliocorial, por lo que las inmunoglobulinas por su tamaño no pueden atravesarla, por eso se concentran dentro del calostro, de forma selectiva y activa a través de los receptores en el epitelio secretor de la glándula mamaria, entran en el calostro por migración de las células plasmáticas desde los tejidos adyacentes, a partir de la cuarta a quinta semana pre-parto alcanzando su máximo nivel al

⁸² QUIGLEY, Jim. Alimentación con Calostro. Fundamentos acerca de las Inmunoglobulinas del Calostro. En : Calf Notes.com. No 3 (1997); p. 1.

⁸³ HURLEY, W. L., op. cit., p. 1 – 2.

⁸⁴ SCAMMELL, A. Production and uses of colostrum. En : Australian Journal of Dairy Technology. Vol. 56, No. 2 (jul. 2001); p. 74-79.

⁸⁵ WATTIAUX, Michael, op. cit., p.109 - 112.

momento del parto, ocasionado por la vasodilatación existente durante este proceso⁸⁶.

Se sabe que las inmunoglobulinas son producidas de dos maneras específicas dentro de la glándula mamaria, que según Larson y colaboradores son: la formación humoral desde la sangre y la formación local a partir de los plasmocitos de la glándula mamaria. Con respecto al primer mecanismo, la transferencia de inmunoglobulina G y principalmente la IgG1, se produce en grandes cantidades desde la sangre y pasan a través de la barrera mamaria que cuenta con un mecanismo específico de transporte. El segundo mecanismo de producción se lleva a cabo por los plasmocitos adyacentes al epitelio secretor de la glándula y en su mayoría son la IgA e IgM⁸⁷.

El transporte de las inmunoglobulinas ocurre a través de las células epiteliales por medio de pequeñas vesículas. Los receptores para la IgM y IgA se llaman componentes secretorios, los cuales se adhieren proteolíticamente a la membrana. El receptor para la IgG no ha sido identificado⁸⁸.

⁸⁶ MEDINA, Mario, op. cit., p. 194.

⁸⁷ LARSON, B.; HEARY, H. and DEVERY, J. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. En: Journal of Dairy Science. Vol. 63, No. 4 (apr. 1980); p. 665-671.

⁸⁸ HURLEY, W. L., op. cit., p. 3.

4.5.2 Composición del calostro. Las inmunoglobulinas son componentes vitales del sistema inmune, importantes para la salud, crecimiento y la productibilidad de las futuras vacas de leche, se encuentran en grandes concentraciones dentro del calostro y la cantidad de organismos infecciosos y vacunas a los que la madre ha sido expuesta, determinan el rango de anticuerpos que se encuentran dentro del mismo.

Jardon asegura que factores como el número de partos se relaciona directamente con la calidad del calostro, es decir que a medida que el número de partos de una vaca aumenta, la calidad del calostro obtenido de estas es mejor⁸⁹.

Wattiaux menciona que en vacas adultas la concentración de anticuerpos es mayor (>8%) que en novillas de primer parto (5-6%), incluso las vacas de más edad producen calostro con poblaciones más diversas de anticuerpos que las vacas jóvenes, ya que su glándula mamaria tiene mayor capacidad secretoria, un transporte más eficaz de inmunoglobulinas, y además han tenido mayor exposición al medio ambiente y tiempo para construir una inmunidad frente a las enfermedades existentes en el hato⁹⁰.

La concentración de anticuerpos calostrales está influenciada según Bacha y Radostits por factores como la duración y estado nutricional durante el período seco, ya que una dieta baja en proteínas o energía ocasiona menor producción de inmunoglobulinas calostrales, partos prematuros e inducidos por glucocorticoides o prostaglandinas, ordeño antes del parto, goteo de calostro antes del parto, estado sanitario de la ubre, mastitis, lesiones en uno o varios cuartos, estrés

⁸⁹ JARDON, P.; ROBINSON, J. and MYAKE, J. Evaluation of specific gravity as a screening test for colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 3, No 1 (1999); p. 82.

⁹⁰ WATTIAUX, Michael, op. cit., p. 109 -112.

calórico en la última parte de la gestación y de la misma manera influye la raza, ya que las vacas raza Holstein tienen una menor concentración de anticuerpos en su calostro(6%) comparándolas con otras razas lecheras como Guernsey, Jersey, Ayrshire y Pardo Suizo (8 a 9%)^{91,92}, incluso en un estudio realizado por Guy *et al*, se determinó que las vacas de leche transfieren más cantidad de IgG1 que las vacas de carne, sin embargo en las primeras se produce un efecto de dilución dada la producción de mayor volumen de leche⁹³.

Según Nagy las inmunoglobulinas pasan a través del tracto digestivo sin ser digeridas pues el abomaso y el intestino del neonato presentan un pH básico, luego son absorbidas en el intestino⁹⁴; este proceso está limitado a las primeras 24 horas de vida, por lo que se hace esencial que el neonato ingiera calostro dentro de este tiempo para asegurar una adecuada transferencia pasiva, misma que contrarrestará a los patógenos por neutralización, opsonización o activación del factor del complemento, junto con mecanismos como la barrera epitelial en la superficie de la mucosa gastrointestinal y respiratoria, las inmunoglobulinas que no alcanzan a ser absorbidas protegen al lumen intestinal de manera directa⁹⁵.

Como lo establecen Chang y colaboradores en el calostro hay tres tipos diferentes de inmunoglobulinas dentro de las que se encuentran: IgG, IgM y IgA. Son proteínas que identifican y destruyen patógenos y proveen al ternero de inmunidad

⁹¹ BACHA, F., op. cit., p. 19.

⁹² RADOSTIS, Otto *et al*, op. cit., p. 164 - 165.

⁹³ GUY, M. *et al*. Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows. En : Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 10 (1994); p. 3002-3007.

⁹⁴ NAGY, Dusty and TYLER, Jeff. Immunology of the Bovine Neonate. En : Journal of Veterinary Internal Medicine. Vol. 16, No. 3 (2003); p. 30.

⁹⁵ CUNNINGHAM, James, op. cit., p. 549.

pasiva, hasta que este desarrolle su inmunidad activa. Cada tipo de inmunoglobulina se encuentra en diferente proporción dentro del calostro y tiene un papel diferente en el organismo del neonato⁹⁶.

La IgG es la de mayor concentración, aproximadamente el 70 - 80% del total de globulinas, es la más absorbida desde el intestino del ternero a la circulación sistémica durante las primeras 24 horas de vida y tiene un peso molecular de 150.000, su rol primario es el identificar y ayudar a destruir patógenos invasores, inactivando toxinas, enzimas y neutralizando virus, igualmente se puede mover fuera del torrente sanguíneo hacia otras partes del cuerpo⁹⁷.

Para Pritchett, existen dos isotipos de IgG: IgG1 y IgG2, la de mayor presencia es la IgG1. Estas son transportadas desde la sangre de la madre hacia el calostro por medio de un mecanismo de transporte específico que mueve grandes cantidades de IgG (particularmente IgG1) desde la sangre hacia la ubre, por lo tanto, la concentración IgG sérica en la madre disminuye drásticamente, comenzando alrededor de las 2 a 3 semanas antes del parto, posteriormente las vacas requieren varias semanas para sintetizar nuevamente las IgG pérdidas⁹⁸.

El mismo autor menciona que otra de las inmunoglobulinas es la IgM, tiene un peso molecular de 900.000, se sintetiza a través de plasmocitos en la glándula

⁹⁶ CHANG, C.; WINTER, A. and NORCROSS, N. Immune Response in the Bovine Mammary Gland After Intestinal, Local, and Systemic Immunization. En : Infection and immunity. Cornell University. New York. Vol. 31, No 2 (feb. 1981); p. 650-659.

⁹⁷ PRITCHEIT, Lori *et al.* Evaluation of the Hydrometer for Testing Immunoglobulin G1 Concentrations in Holstein Colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 6 (1994); p. 1716 - 1767.

⁹⁸ PRITCHEIT Lori *et al.* Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows. En : Journal of Dairy Science. Vol. 74, No. 7 (1991); p. 2336.

mamaria y se encuentra en un 10 - 15% del total de inmunoglobulinas, es capaz de neutralizar virus, fijar el complemento y es la primera línea de defensa, permanece en la sangre y protege al animal de invasiones bacterianas.

Finalmente Pritchett comenta que también se encuentra IgA, que tiene un peso molecular de 170.000, ésta es formada dentro de la glándula mamaria por las células plasmáticas derivadas de los linfocitos B, se encuentra en una cantidad del 10 - 15% del total de globulinas, al unirse a otra IgA forman la IgA Secretoria, lo que le permite protección contra la degradación ocasionada por las enzimas proteolíticas, y así defender a las mucosas del aparato digestivo y respiratorio de los patógenos causantes de enfermedad, razón por la cual el alimentar con calostro por 3 días después del nacimiento provee de IgA a los intestinos y los protege de los patógenos que puedan ingresar⁹⁹.

El calostro contiene concentración elevada de nutrientes como la vitamina A que es de baja transferencia placentaria, vitamina D, E y B₁₂, hierro, Ca, P, Mg, Cl, factores antimicrobianos como lisozimas que degrada y liza la pared de las bacterias, lactoferrina y transferrina la cual se acopla al Fe⁺⁺ evitando que las bacterias lo usen para su crecimiento, el sistema lactoperoxidasa que protege contra el desarrollo de flora bacteriana entérica, el complemento que facilita la fagocitosis, el tiocianato, el peróxido de hidrógeno e insulina, factores de crecimiento, citoquinas, y nucleosidos¹⁰⁰.

El calostro es rico en oligosacáridos, factores inmunoreguladores, lípidos, caseína la cual se acumula en el abomaso y se convierte en fuente de aminoácidos,

⁹⁹ QUIGLEY, Jim. Transferencia de inmunoglobulinas hacia el intestino. En : Calf Notes.com. No. 60 (nov. 1999); p. 1 – 4.

¹⁰⁰ KELLY, Gregory. Bovine Colostrums: A Review of Clinical Uses. En : Alternative Medicine Review. Vol 8, No. 4 (2003); p. 378.

proteínas, linfocitos, β -lactoglobulina y α -lactoalbumina las cuales salen rápidamente del abomaso y son hidrolizadas en aminoácidos. Además, el calostro se diferencia de la leche por la concentración de lactosa, pues se encuentra en menor concentración que en la leche, debido a la inhibición que la progesterona realiza sobre ésta, hasta antes del parto ¹⁰¹.

Con el transcurso del tiempo, la composición de la secreción de la glándula mamaria cambia (Tabla 4), como lo explica Hurley¹⁰², mencionando que la transición del calostro a la leche, se debe al estado fisiológico o al estado de diferenciación del tejido epitelial mamario, además de la extracción repetida de la leche desde la glándula mamaria.

¹⁰¹ NAGY, Dusty and TYLER, Jeff, op. cit., p. 31.

¹⁰² HURLEY, W., op cit., p. 1 – 12.

Tabla 4. Comparación de la composición del calostro de diferentes días después del parto con la composición de la leche.

Componentes del calostro	Días después del parto			Leche
	1	3	5	
Sólidos Totales %	23.9	14.1	13.6	12.9
Materia Seca	220	100	100	-----
Lípidos %	6.7	3.9	4.3	4.0
Proteína Total %	14.0	5.1	4.1	3.1
Caseína %	4.8	3.8	2.9	2.5
Albúmina %	0.9	0.9	0.4	0.5
Inmunoglobulinas %	6.0	2.4	—	---
Ig G (g/100ml)	3.2	1.5	—	—
Vitamina A (mg/100ml)	295	113	74	34
Vitamina D (UI/g grasa)	89	--	--	0.41
Vitamina E (UI/g grasa)	84	56	31	15
Lactosa %	2.7	4.4	4.7	5.0
Peso Específico	1.056	1.040	1.035	1.032

CUNNINGHAM, James. Fisiología Veterinaria. 2 ed. México : McGraw Hill, 1999. p. 549.

4.5.3 Absorción de componentes calostrales. Los bovinos al nacer presentan una particularidad dentro del lumen intestinal, son capaces de absorber macromoléculas intactas por un corto periodo de tiempo después del nacimiento, proceso llamado Absorción Intestinal No Selectiva. Esto es muy importante para la absorción de inmunoglobulinas calostrales, ya que de lo contrario, serían inactivadas por la digestión¹⁰³.

¹⁰³ SMITH, Michael, op. cit., p. 9.

Logan, menciona que la IgG, IgM y IgA inmediatamente llegan al intestino van hacia la lámina propia de la región vellosa de las células epiteliales, entonces, estas macromoléculas son absorbidas por vía no específica, donde son captadas por los enterocitos, mediante la formación de túbulos en la base apical de las microvellosidades. Dentro de los enterocitos estos túbulos se oprimen formando una pequeña vesícula capaz de transportar el contenido a la membrana basolateral y liberar su contenido dentro del espacio extracelular y desde aquí las macromoléculas llegan a la sangre por vía linfática¹⁰⁴.

Según Radostits *et al* las inmunoglobulinas se detectan en el conducto torácico entre 80 y 120 minutos después de que llegan al duodeno¹⁰⁵. Este proceso de absorción solo ocurre en el yeyuno y no en el íleon, ya que las macromoléculas captadas por los enterocitos del íleon pueden ser degradadas por las lisozimas dentro de la célula intestinal¹⁰⁶.

Blättler, considera que el calostro al contacto con las vellosidades del intestino, estimula la diferenciación, proliferación y desarrollo de su epitelio, así mismo aumenta la actividad de las enzimas intestinales, adicionalmente el consumo de grandes cantidades de calostro refuerza la supervivencia de las células del epitelio intestinal, cuyo crecimiento depende de factores endógenos y exógenos como la nutrición, la cual es importante para su crecimiento y disminuye la apoptosis de sus células epiteliales durante los primeros 8 días de vida. El calostro contiene

¹⁰⁴ LOGAN, E. and PEARSON, G. The Distribution of Immunoglobulins in the Intestine of the Neonatal Calf. En : Annals of Veterinary Research. Vol. 9, No. 2 (1978); p. 319 – 326.

¹⁰⁵ RADOSTIS, Otto *et al*, op. cit., p. 166.

¹⁰⁶ HURLEY, W., op. cit., p. 1 – 12.

factores biológicamente activos como la insulina, el factor de crecimiento, lactoferrina, hormonas y regulador de péptidos intestinales¹⁰⁷.

Así mismo Stott menciona que alimentar a los terneros con 2 litros de calostro es suficiente para activar la pinocitosis de las células absortibas¹⁰⁸, y se mejora la absorción intestinal con el consecuente incremento de inmunoglobulinas en el suero¹⁰⁹.

Cuando el intestino deja de absorber inmunoglobulinas empieza el proceso denominado cierre de la captación de macromoléculas, ya que se inicia el cambio en la capa de enterocitos¹¹⁰. Ocurre de manera continua y gradual (Figura 11), sucede inmediatamente después del nacimiento y continua hasta cerca de las 24 horas posteriores al mismo, donde las macromoléculas intactas no pueden pasar por el lumen intestinal a través del enterocito y dentro del torrente sanguíneo¹¹¹, por lo que se hace énfasis en suministrar calostro lo más pronto posible después del nacimiento como mecanismo que permita optimizar la absorción de inmunoglobulinas en la cría¹¹².

¹⁰⁷ BLÄTTLER, Urs *et al.* Feeding Colostrum Its Composition and Feeding Duration Variably Modify Proliferation and Morphology of the Intestine and Digestive Enzyme Activities of Neonatal Calves. En : American Society for Nutritional Sciences. (dec. 2000); p. 1256 – 1264.

¹⁰⁸ STOTT, G. *et al.* Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves II. The rate of absorption. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 11 (nov. 1979); p. 1766 – 1773.

¹⁰⁹ STOTT, G. *et al.* Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves IV. Effect of Suckling. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 12 (dec. 1979); p. 1908 – 1913.

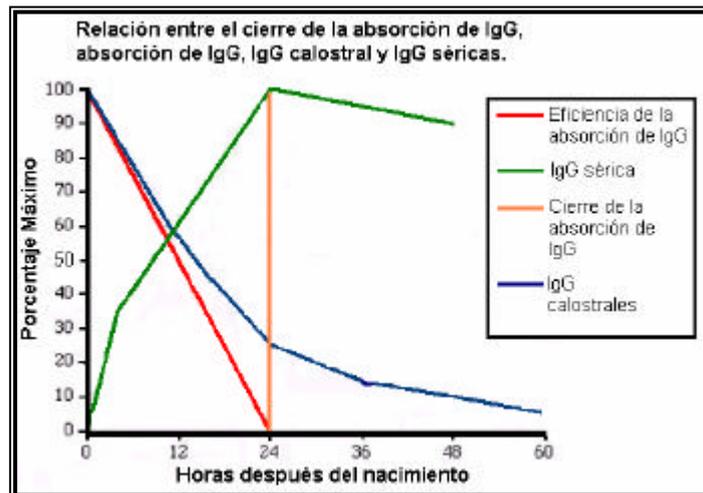
¹¹⁰ RADOSTIS, Otto *et al.*, op. cit., p. 166

¹¹¹ HURLEY, W., op. cit., p. 1 – 12.

¹¹² STOTT, G. *et al.* Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves I. Period of Absorption. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 10 (oct. 1979); p. 1632 – 1638.

Para alcanzar un nivel adecuado de inmunoglobulinas investigadores como Pedersen y colaboradores han desarrollado una Inyección de Antisuero Bovino Bo-Bac 2X, que al ser administrada vía subcutánea y junto con una adecuada ingestión de calostro, aumenta la absorción de IgG proveniente de este y protege las inmunoglobulinas inhibiendo las proteasas y la actividad proteolítica de las lisozimas, prolongando así el tiempo de absorción¹¹³.

Figura 11. Relación entre el cierre de la absorción de IgG, absorción de IgG, IgG calostrales y IgG séricas.



HURLEY, W. L. The Neonate and Colostrum. Department of Animal Science. University of Illinois. En : ANSCI 308. (2000) p. 1 – 12.

¹¹³ PEDERSEN, R.; PAULRUD, C. and TUCKER, W. Influence of Bovine Antiserum (Bo-Bac 2X) Injection on Colostral Immunoglobulin G Absorption in Neonatal Dairy Calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 83. No 12 (2000); p. 2833.

4.5.4 Función de los componentes del calostro. La ingestión de calostro proporciona nutrientes e inmunoglobulinas al neonato, los cuales pasan desde el intestino hacia el sistema sanguíneo, en un proceso que se denomina Transferencia Pasiva. La alimentación con calostro de calidad da como resultado un incremento de la concentración de inmunoglobulinas en el suero de la cría, incrementando así la oportunidad de supervivencia, sin embargo debe ser suministrado lo más temprano posible para proporcionarle salud y una adecuada vida productiva en el futuro ¹¹⁴.

Por su valor energético, el calostro, combate la hipotermia, además tiene un efecto laxante por su alto contenido en sales de magnesio, que ayuda a expulsar el meconio y a estimular el inicio de la función del tracto digestivo neonatal¹¹⁵. Al proporcionarle un calostro de mala calidad hay alta probabilidad de que los neonatos se enfermen y en ciertos casos producir la muerte, afectando al productor económicamente a razón de tratamientos, manejo y mortalidades, por lo que se hace realmente esencial e indispensable que los neonatos reciban una adecuada transferencia de inmunoglobulinas calostrales para su salud¹¹⁶.

Estudios realizados en la American Dairy Science Association, reportan que la alimentación con calostro es importante no solo para proporcionar buena salud y supervivencia al neonato sino que además mejora el crecimiento de las terneras durante el destete¹¹⁷.

¹¹⁴ QUIGLEY, Jim. Calf Age, Total Protein and FPT in Calves. En : Calf Notes.com. No. 62 (May 2000); p. 4.

¹¹⁵ WATTIAUX, Michael, op. cit., p.109 -112.

¹¹⁶ NAGY, Dusty and TYLER, Jeff. Immunology of the Bovine Neonate. En : Journal of Veterinary Internal Medicine. Vol. 16, No. 3 (2003); p. 30.

¹¹⁷ QUIGLEY, Jim. Colostrum & growth of calves. En : Calf Notes.com. No. 74 (jul. 2001); p. 1 - 29.

Place y colaboradores, concluyen en su investigación que los terneros con una concentración adecuada de IgG aumentan de peso más rápidamente que los terneros que obtienen bajo nivel de IgG sérica¹¹⁸.

Una vez las inmunoglobulinas se absorben su proceso de excreción se produce como lo explica Besser de la siguiente manera: en la orina el 97% de las inmunoglobulinas son catabolizadas o degradadas (no unidas a proteínas). En la materia fecal el 82% de las inmunoglobulinas están intactas (unidas a proteínas), lo que le confiere protección a los intestinos durante las primeras 4 semanas de vida y las restantes son catabolizadas por enzimas intestinales. La cantidad de IgG que es transportada al lumen intestinal depende de la concentración de IgG sérica¹¹⁹.

Devery, menciona que pasadas las 3 semanas de vida la IgG1 disminuye su actividad y en contraposición aparece dentro de la circulación una nueva IgG1 en pequeñas concentraciones proveniente de la circulación endógena, la velocidad de esta producción es de aproximadamente 1 gramo de IgG1 por día¹²⁰.

A medida que la concentración de inmunoglobulinas séricas disminuye con la edad (Figura 12), el sistema inmunológico de la cría comenzará a producir sus propias inmunoglobulinas según como se le presenten los desafíos inmunológicos de patógenos presentes en el ambiente. Razón por la cual las inmunoglobulinas

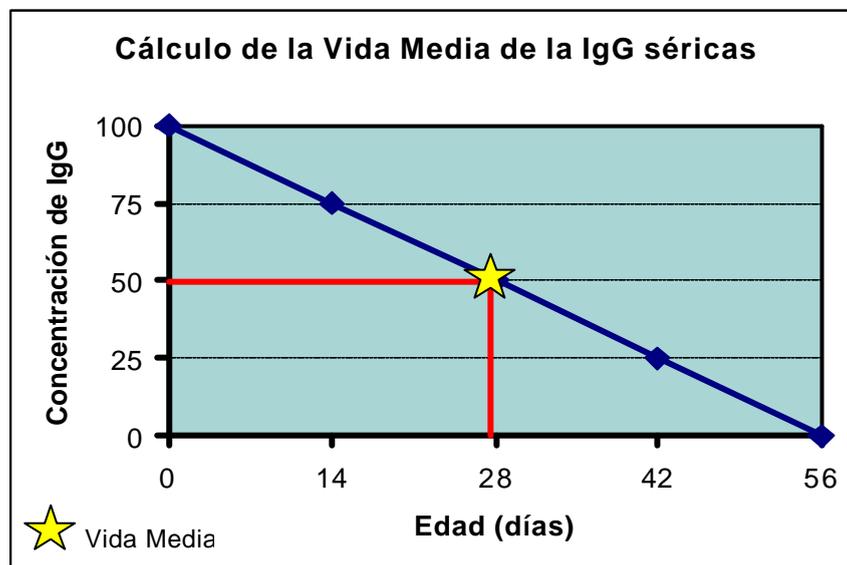
¹¹⁸ PLACE, N.; HEINRICHS, A. and ERB H. The Effects of Disease, Management, and Nutrition on Average Daily Gain of Dairy Heifers from Birth to Four Months. En : Journal of Dairy Science. Vol. 81, No. 4 (1998); p. 1004 – 1009.

¹¹⁹ BESSER, Thomas *et al.* Transfer of Functional Immunoglobulin G (IgG) Antibody into the Gastrointestinal Tract Accounts for IgG Clearance in Calves. En : Journal of Virology. Vol. 62, No. 7 (jul 1988); p. 2234-2237.

¹²⁰ DEVERY, J.; DAVIS, C. and LARSON, B. Endogenous production of immunoglobulin IgG1 in newborn calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 11 (nov. 1979); p. 1814 – 1818.

se movilizan desde el sistema circulatorio hacia el lumen intestinal, produciendo una respuesta inmunológica efectiva ya que atacan los sitios de unión de los antígenos en los patógenos específicos, inicialmente la IgM es la que le provee inmunidad al tracto gastrointestinal, 5 semanas después la IgA es la más encontrada¹²¹.

Figura 12. Cálculo de la Vida Media de la Inmunoglobulina G en suero.



QUIGLEY, Jim. Transferencia de inmunoglobulinas hacia el intestino. En : Calf Notes.com. No. 60 (nov. 1999); p. 1 – 4.

Dusty, afirma que las inmunoglobulinas endógenas aparecen a nivel sanguíneo en bajas concentraciones al cuarto día de edad, para la IgM y IgA, el día 8 para la IgG2 y el día 32 para la IgG1, y en niveles sanguíneos de un adulto al día 128 para la IgM, IgA y IgG1, para este tiempo la IgG2 es solo la mitad de la

¹²¹ QUIGLEY, Jim. Transferencia de inmunoglobulinas hacia el intestino, op. cit., p. 1 – 4.

concentración del adulto¹²², esta producción de inmunoglobulinas se denomina Inmunidad Activa y es fundamental para la salud del ternero a largo plazo¹²³.

4.6 FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCIÓN DE INMUNOGLOBULINAS

Paulik considera que factores como el volumen del primer calostro consumido, el tiempo de consumo del mismo y su concentración de inmunoglobulinas, afecta directamente la absorción de estas¹²⁴.

El mismo autor comenta en su estudio, que las terneras nacidas de vacas primíparas presentaron baja inmunidad al compararlas con terneras nacidas de vacas multíparas y encontró una relación igual entre partos espontáneos comparados con cesáreas.

En la investigación realizada por Stott y colaboradores, el factor más importante que afectó la absorción de inmunoglobulinas en los terneros fue la concentración de inmunoglobulinas en calostro¹²⁵.

Quigley afirma que la absorción de inmunoglobulinas se puede ver afectada por el calostro mal almacenado, pues retrasos en el suministro de este una vez obtenido de las vacas, promueve el crecimiento de bacterias y otros patógenos presentes en el mismo, ya que cuando es dejado a temperatura ambiente se convierte en un

¹²² NAGY, Dusty and TYLER, Jeff, op. cit., p. 30.

¹²³ QUIGLEY, Jim. Transferencia de inmunoglobulinas hacia el intestino, op. cit., p. 1 – 4.

¹²⁴ PAULIK, S., *et al.* Absorption of colostral immunoglobulins and its interdependence. En: The Veterinary Medicine. Vol. 29, No. 3 (Mar 1984); p.137-149.

¹²⁵ STOTT, G. and FELLAH, A. Colostral immunoglobulin absorption lineary related to concentration for calves. En: Journal of Dairy Science. Vol. 66, No. 6 (jun. 1983); p. 1319 - 1328.

excelente medio de cultivo para bacterias, tanto así que el crecimiento alrededor de las 6 primeras horas en el número de bacterias es mayor de 10 millones por mililitro, lo que puede afectar gravemente la salud de los terneros¹²⁶.

Investigaciones realizadas por James, demuestran que los terneros con una alta carga bacteriana dentro de la luz intestinal, presentan una reducción en la absorción de IgG durante las primeras 24 horas de vida dado que las bacterias entraron en competencia con las IgG del calostro por los sitios de unión, existiendo la posibilidad de que las bacterias fueran absorbidas directamente hacia la sangre causando septicemia¹²⁷, sin embargo la contaminación microbial en calostros frescos normalmente es pequeña a menos que las vacas estén infectadas con mastitis o alguna otra infección¹²⁸.

Moore demostró que el calostro colectado después de 6 horas del parto tiene una concentración de inmunoglobulinas menor comparado con el que se ordeña en las primeras 2 horas posparto, lo que significa que este calostro es el que se debe suministrar o conservar¹²⁹.

Entre otros factores que afectan la absorción de inmunoglobulinas en el neonato, se encuentra la acidosis respiratoria, que como explica Drewry es una condición

¹²⁶ QUIGLEY, Jim. Retraso en la alimentación con calostro. Efectos de la carga bacteriana. En : Calf Notes.com. No. 46 (dic. 1998); p. 1 - 2.

¹²⁷ JAMES, R.; POLAN, C. and CUMMINS, K. Influence of administered indigenous microorganisms on uptake of 125-Ig-globulin in vivo by intestinal segments of neonatal calves, citado por: QUIGLEY, Jim. Retraso en la alimentación con calostro. Efectos de la carga bacteriana, op. cit., p. 2.

¹²⁸ QUIGLEY, Jim. Retraso en la alimentación con calostro, op. cit., p. 1 - 2.

¹²⁹ MOORE, M. Effect of delayed colostrum collection on colostrum IgG concentration in dairy cows. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 226, No. 8 (apr. 2005); p. 1375 - 1377.

que se presenta generalmente en partos distócicos, y se produce al aumentarse la presión parcial de CO₂, por incremento de su concentración en la sangre y aunque no esta bien establecido el mecanismo, no lo descarta como factor de interferencia en la absorción de inmunoglobulinas¹³⁰.

Jacobson y colaboradores concluyeron en su estudio que la acidosis respiratoria afecta de manera negativa la absorción de inmunoglobulinas¹³¹. Así mismo, el estrés ambiental por frío, produce que la absorción intestinal sea más lenta y que además la cría tenga renuencia a succionar, ocasionado por la pobre capacidad glucogénica de los terneros¹³².

4.7 TECNICAS PARA MEDIR INMUNOGLOBULINAS

Medir el grado de transferencia de inmunidad pasiva, es uno de los objetivos más importantes para proporcionar un manejo adecuado de los bovinos recién nacidos dentro de una ganadería¹³³ y para lograrlo existen actualmente pruebas que nos permiten conocer la concentración de inmunoglobulinas tanto en calostro como en suero.

4.7.1 Técnicas en suero. Para la determinación de inmunoglobulinas en suero es posible utilizar cualquiera de los siguientes métodos, dependiendo de las condiciones en que se realice la medición.

¹³⁰ DREWRY, S. Absorción de inmunoglobulinas y acides respiratoria. En : Calf Notes.com. No. 15 (2001).

¹³¹ JACOBSEN, H. *et al.* Macromolecule absorption and cortisol secretion in newborn calves derived from in vitro produced embryos. En : Animal Reproduction Science. Vol. 70, No. 1/2 (mar. 2002); p. 1 - 11.

¹³² FILTEAU, Virginie, *et al*, op. cit., p. 907 – 913.

¹³³ QUIGLEY, Jim. Chemical Tretment of colostrum, op. cit., p. 1.

4.7.1.1 Plasma calf IgG test . Como lo explica Jerry Mc Vicker, director científico de Midland Bioproducts Corporation®, son test rápidos para medir inmunoglobulinas en suero, estas pruebas eliminan la necesidad del laboratorio, equipo detallado, instrumentos frágiles, o la necesidad de que las muestras permanezcan a una temperatura adecuada para su medición, además de ser fácil y rápida, proporcionan una lectura de calidad y precisión en 20 minutos.

Actualmente más de 1.65 mil millones de pruebas de diagnóstico basadas en las membranas de flujo laterales son desarrolladas. Las pruebas de embarazo son las más comunes que usan este formato, pero también se han desarrollado nuevas pruebas como para las enfermedades infecciosas, drogas de abuso y agricultura.

Funcionan a través de membranas de microporos apoyadas en las películas de poliéster en forma de tiras con almohadillas absorbentes atadas a los extremos. Fluidos como la orina, sangre o en este caso suero sanguíneo y calostro, son aplicados a un extremo de la prueba, combinados con un diluyente, y viajan lateralmente a lo largo de la membrana debido a la acción capilar en la matriz de la membrana celular.

Cuando hay contacto entre el reactivo y el fluido, las moléculas a ser descubiertas en el fluido se ligan a los reactivos, esto normalmente causa un cambio en el color para dar una indicación visual del resultado al usuario. La mayoría de las membranas para esta aplicación están hechas de nitrocelulosa de 4 mm que se ubican dentro del dispositivo del cassette. En las características importantes de esta, se incluyen tiempo capilar, espesor y cualidades de la superficie.

Las proteínas totales se expresan en la cantidad total de proteína que la membrana puede ligar a través de la absorción, previa combinación de una cantidad determinada de la muestra con una solución que quita la proteína de

exceso, la absorción de esta mezcla viaja a través de la membrana y fotométricamente evalúa la cantidad total de proteína. Siempre se usan surfactantes como soluciones que permiten humedecer perfectamente la membrana, esto generalmente afecta la capacidad obligatoria de absorción y deben usarse, por consiguiente, sólo a la concentración mínima requerida, para el caso de la prueba de suero 200 μ l¹³⁴.

Si la concentración de IgG es mayor que 10 mg/mL en el suero sanguíneo, la IgG formará un complejo químico con los reactivos en la cinta, este complejo viaja a través de la misma y aparece una línea inmóvil de detección en la posición "T", pero interaccionará con la línea inmóvil de control en la posición "C" causando la formación de una sola línea de color rojo (Figura 13).

Si la concentración de IgG es menor que 10 mg/mL no habrá formación de complejos químicos con los reactivos en la cinta, estos reactivos libres viajarán a través de la misma e interaccionarán con las dos líneas inmóviles "T" y "C" causando la formación de dos líneas rojas.

El exceso de la muestra transferida es absorbido por un filtro localizado en el extremo superior del cassette plástico. No importa el nivel de la concentración de IgG en la muestra; siempre se formará una línea en la posición "C", llamado control. Si por alguna razón no apareciera una línea en la posición "C" de la ventana de resultados del cartucho, la prueba en cuestión deberá ser considerada como inválida y ser repetida inmediatamente.

¹³⁴ CARTA de Jerry Mc Vicker, Director Científico de Midland Bioproducts Corporation®. Boone, Iowa, USA, 1 de Julio de 2005.

El cassette no debe permanecer abierto por mucho tiempo, ya que se pueden secar los químicos y afectar la lectura, además la exposición del kit a extrema humedad produce la ruptura de los componentes de la acción capilar¹³⁵.

Dawes *et al*¹³⁶, comenta en su estudio que esta prueba, además de ser económica, no requiere instrumentos especiales y es adaptable al trabajo de campo, así mismo los resultados obtenidos son mucho más rápidos que los obtenidos por el RID, lo que nos permite reducir el tiempo en el manejo de bovinos con FTP. Esta prueba presenta una alta sensibilidad y especificidad con respecto al refractómetro y a la turbidez de sulfito de sodio (Tabla 5). Como resultado de este estudio el autor manifiesta que estas pruebas son excelentes para evaluar la presencia de falla en la transferencia pasiva en bovinos neonatos, por lo que son precisas y económicas comparadas con los otros métodos evaluados.

Tabla 5. Comparación de cuatro pruebas para evaluar la transferencia pasiva en bovinos neonatos.

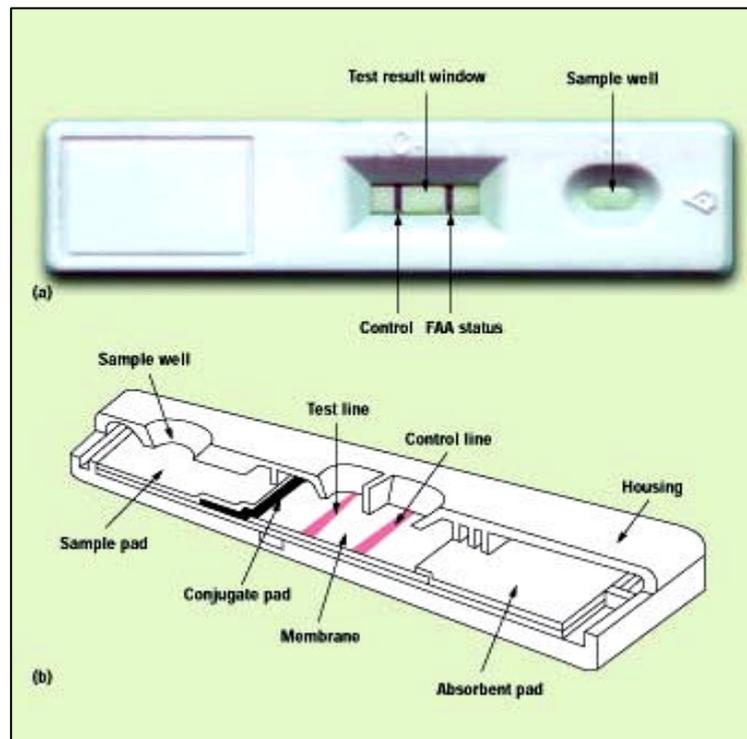
TEST	Sensibilidad	Especificidad
Quick Test	0.93	0.88
Sulfito de Na.	1.00	0.53
Refractómetro	0.71	0.83
Glutaraldehido	0.58	0.93

DAWES, Maisie, *et al.* Evaluation of a commercially available immunoassay for assessing adequacy of passive transfer in calves. En : Journal of American Veterinary Medical Association. JAVMA. Vol. 220. No. 6 (mar. 2002); p. 791 – 793.

¹³⁵ Ibid.

¹³⁶ DAWES, Maisie *et al*, op. cit., p. 795.

Figura 13. Quick Test Plasma Calf Midland .



Midland Bio Products Corporation. Advance and Colostrum Quick Test. En: MS Specialty Nutrition. www.msspecialtynutrition.com . 2004

4.7.1.2 Refractómetro. Quigley afirma que el refractómetro mide la cantidad de luz que es desviada de la trayectoria original debido a los componentes de la muestra líquida, en este caso las proteínas presentes en el suero sanguíneo de los bovinos recién nacidos (Figura 14). El refractómetro mide las proteínas totales del suero y no las IgG, razón por la cual se pueden dar resultados erróneos¹³⁷.

¹³⁷ QUIGLEY, Jim. Usando el refractómetro. En : Calf Notes.com. No 39 (nov. 1999); p. 1 – 5.

Con esta prueba se pueden alterar los resultados debido a la calidad del instrumento y su calibración, la edad del animal ya que la alimentación con proteínas diferentes a las IgG influyen en la exactitud de la medición, la temperatura ya que este instrumento depende de las temperaturas de las muestras a ser analizadas, el tamaño de los terneros, pues los grandes presentan menor cantidad de proteína en suero comparados con pequeños y se recomienda usar esta prueba en bovinos con más de un día de nacidos y menos de tres días de vida.

Cuando se presentan medidas altas (8 g/dl), se presume de animales deshidratados, a menor volumen sanguíneo mayor cantidad de IgG. Por todo lo anterior el mismo autor concluye que la habilidad del refractómetro para estimar la FTP de inmunoglobulinas es reducido.

Para su utilización, se ajusta la escala con agua destilada, se coloca una gota de suero en la placa y se deja entrar la luz natural, se cierra la placa y se lee la concentración de proteínas. Los resultados obtenidos con esta prueba se muestran así: >5.5 g/dl transferencia exitosa de inmunidad pasiva, 5.0 a 5.4 g/dl transferencia medianamente exitosa y <5.0 g/dl transferencia incompleta¹³⁸.

¹³⁸ BAGGER, Mette and ERIKSEN, Lis. Comparison of different methods for measuring immunoglobulin content in calf serum. En : Internal Medicine, Department of Clinical Studies. KVL, Denmark, Copenhagen. (2001); p. 1 – 18.

Figura 14. El Refractómetro.



BAGGER, Mette and ERIKSEN, Lis. Comparison of different methods for measuring immunoglobulin content in calf serum. En: Internal Medicine, Department of Clinical Studies. KVL, Denmark, Copenhagen. (2001); p. 1 – 18.

4.7.1.3 Precipitación con sulfito de sodio. Es un test semicuantitativo, puede usarse en animales de 24 horas a 3 semanas de edad. Se basa en soluciones de sulfito de sodio a diferentes concentraciones 14 %, 16 % y 18 %. Cada solución se disuelve en agua destilada, a la que se le añade 0.1 ml de suero sanguíneo, se mezcla e incuba por 15 minutos a 23°C, y se procede a observar la turbidez. Se produce una precipitación selectiva de las proteínas de alto peso molecular, como las inmunoglobulinas dando como resultado la precipitación de la solución, si se presenta en las tres soluciones se asocia a concentraciones mayores a 15 mg/mL o adecuada transferencia pasiva, si se presenta en las soluciones al 18 % y 16 % se relaciona a concentraciones de 5 – 15 mg/mL o inadecuada concentración de inmunoglobulinas, y si se presenta en la solución al 18 % se interpreta como concentraciones menores a 5 mg/mL o FTP¹³⁹.

¹³⁹ DAWES, Maisie *et al*, op. cit., p. 792.

4.7.1.4 Turbidez de sulfato de zinc. Funciona por el principio de precipitación de las sales de sulfato de zinc al entrar en contacto con la inmunoglobulinas del suero y proporciona datos en unidades de turbidez de sulfato de zinc equivalentes a miligramos de inmunoglobulinas por mililitro de suero. Menos de 20 UTSZ indica inmunidad inadecuada y mayores 20 UTSZ niveles mínimos necesarios de protección inmunitaria¹⁴⁰.

4.7.1.5 Test de glutaraldehido. Se mezcla 1 ml de suero sanguíneo con 100 ul de solución de glutaraldehido al 10%. Se espera a que coagule durante 60 minutos y se interpreta, sí la coagulación se presenta en menos de 15 minutos, la transferencia de inmunoglobulinas es suficiente (Figura 15), si la coagulación se presenta en más de 15 minutos pero en menos de 60 minutos la transferencia es baja, pero si se coagula en más de 60 minutos la transferencia es muy baja¹⁴¹.

¹⁴⁰ BAGGER, Mette and ERIKSEN, Lis. op. cit., p. 15 - 16.

¹⁴¹ Ibid, p. 16.

Figura 15. Test de Glutaraldehido.



BAGGER, Mette and ERIKSEN, Lis. Comparison of different methods for measuring immunoglobulin content in calf serum. En : Internal Medicine, Department of Clinical Studies. KVL, Denmark, Copenhagen. (2001); p. 1 – 18.

4.7.1.6 Radio inmunodifusión. Actualmente es la prueba de oro para medir la concentración de inmunoglobulinas en el suero, de tipo cuantitativa y específica para inmunoglobulinas. Se realiza incorporando una clase específica de anticuerpos en un agar purificado, las muestras de suero se diluyen a 1:15 en el buffer barbital, de esta mezcla se colocan 5ul en la caja petri, y esta es incubada por 72 horas a 23°C, donde la muestra de inmunoglobulinas interactúa y forma un anillo visible, el diámetro de la zona de precipitación indica la cantidad de inmunoglobulinas presentes en suero¹⁴².

Kliks, comparó métodos de campo utilizados para evaluar la cantidad de IgG sanguínea en los bovinos recién nacidos, encontrando que la precisión en ellos

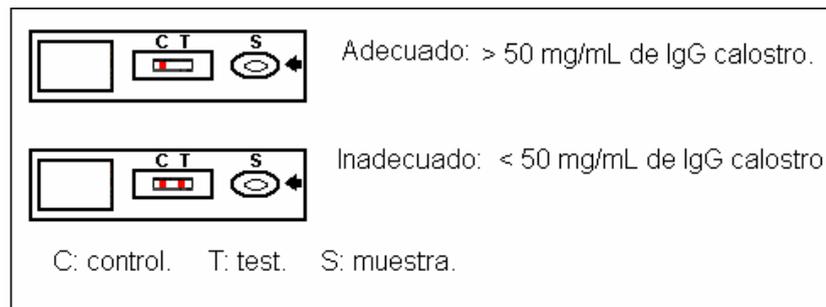
¹⁴² DAWES, Maisie *et al*, op. cit., p. 794.

fue así: turbidez en sulfato de zinc 95%, verde de bromocresol 72%, proteína total 66% y sulfito de sodio 59%¹⁴³.

4.7.2 Técnicas en calostro. Teniendo en cuenta la importancia de la concentración de inmunoglobulinas en el calostro, es importante determinarlas, para lo cual existen varios métodos

4.7.2.1 Colostrum bovine IgG test . El principio de funcionamiento es igual al descrito para el test de inmunoglobulinas en suero, con la diferencia que este mide concentraciones de IgG mayores a 50 mg/mL o menores que esta cantidad, para lo que se necesita tomar una gota de primer calostro por medio de una pipeta del kit y mezclarla con el diluyente, por último se depositan 3 gotas de esta mezcla en la cavidad indicada con “S” en el cassette, pasados 20 minutos se realiza la lectura¹⁴⁴ (Figura 16).

Figura 16. Quick Test Colostrum Bovine Midland.



Midland Bio Products Corporation. Advance Quick Test. En: MS Specialty Nutrition. www.msspecialtynutrition.com. 2004

¹⁴³ KLIKS, R. *et al.* Appraisal of four methods for evaluation of colostrum immunity of calves, citado por: QUIGLEY, Jim. Actualización Sobre las Inmunoglobulinas G (IgG) del Calostro. En : Calf Notes.com. No 67 (oct. 2000); p. 1 – 2.

¹⁴⁴CARTA de Jerry Mc Vicker, op cit.

4.7.2.2 Calostrómetro. Según Pritchett consta de un cilindro graduado que se llena de calostro, dentro de este se inserta suavemente el calostrómetro, el cual calibra la concentración de globulinas a intervalos de 5 mg/ml desde 0 a 180 mg/ml. Presenta 3 colores codificados según la calidad del mismo (Figura 17), con una sensibilidad del 26% y un valor predictivo negativo del 67%¹⁴⁵.

Mechor menciona como ventaja, su reducido costo para la clasificación de calostro y como desventaja que la medición de inmunoglobulinas se ve afectada por la temperatura del calostro, pues debe estar a 22°C, esto favorece a que se presenten falsos positivos¹⁴⁶.

Morin, como resultado de su estudio concluyó que hay limitaciones potenciales en el uso de la gravedad específica como un indicador de la concentración de inmunoglobulinas ya que los componentes coloidales del calostro como la grasa y las proteínas no inmunoglobulinas, afectan la gravedad específica¹⁴⁷.

Quigley, asegura que el calostrómetro es poco exacto en las mediciones de IgG en el calostro¹⁴⁸

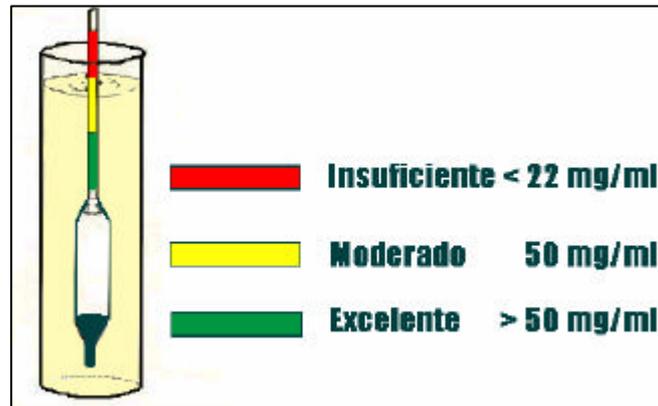
¹⁴⁵ PRITCHETT, Lori *et al.* Evaluation of the Hydrometer for Testing Immunoglobulin G1 Concentrations in Holstein Colostrum, op. cit., p. 1767.

¹⁴⁶ MECHOR, G.; GRÖHN, Y. and VAN, R. Effect of temperature on Colostrometer Readings for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 74, No. 11 (1991); p. 3940 – 3943.

¹⁴⁷ MORIN, D. *et al.* Factors Associated with Colostral Specific Gravity in Dairy Cows. En : Journal of Dairy Sciece. Vol. 84, No. 4 (2001); p. 942.

¹⁴⁸ QUIGLEY, Jim. Usando el calostrómetro para medir la calidad del calostro, op. cit., p. 2.

Figura 17. El calostrómetro.



PRITCHEIT, Lori. *et al.* Evaluation of the Hydrometer for Testing Immunoglobulin G1 Concentrations in Holstein Colostrum. En: Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 6 (1994) 1761 – 1767.

4.8 ALMACENAMIENTO DEL CALOSTRO.

Dada la importancia del calostro dentro de la salud del neonato, es indispensable que el ganadero mantenga fuentes de inmunoglobulinas disponibles para cuando la vaca no produzca calostro de calidad, es importante que antes de almacenarlo se tenga en cuenta características que excluyen calostros y los señalan como de mala calidad, algunas de ellas son¹⁴⁹:

- ▶ Bajo nivel de IgG.
- ▶ Con contenido de sangre.
- ▶ Delgado y/o aguado.

¹⁴⁹ MBUTHIA, E. *et al.* Effect of treatment with formaldehyde and formic acid on immunoglobulin content of stored bovine colostrum, citado por: QUIGLEY, James. Chemical treatment of colostrum. En: Calf Notes.com. No 66 (sep. 2000); p. 1 – 2.

- ▶ Proviene de una vaca que fue ordeñada antes del parto.
- ▶ Goteo de calostro antes del parto.
- ▶ Provenientes de cuarto afectado con mastitis.

Como lo explica Quigley, una vez se obtiene un calostro de buena calidad se procede a almacenarlo, para lo cual existen métodos como la refrigeración y el congelamiento¹⁵⁰:

- ▶ Refrigeración: el calostro puede ser refrigerado por una semana antes de que la concentración de inmunoglobulinas decline. Es necesario asegurarse que la temperatura del refrigerador sea baja, aproximadamente 1 a 2 °C, para reducir el crecimiento bacteriano. Si el calostro comienza a agrietarse, la calidad del mismo disminuye. Con este método solo se puede almacenar el calostro por cortos periodos de tiempo, porque las inmunoglobulinas son degradadas por bacterias, reduciendo sus propiedades.
- ▶ Congelamiento: el calostro puede ser congelado hasta por un año sin descomposición significativa de las Inmunoglobulinas, asegurando que el productor tenga disponible calostro de buena calidad. Los congeladores libres de escarcha no son los más adecuados para almacenar calostro por largos períodos de tiempo, ya que este tipo de congeladores pasan por ciclos de congelamiento y descongelamiento causando que el calostro tenga variaciones de temperatura, acortando significativamente su vida útil.

Se puede congelar calostro en botellas de 1 ó 2 litros ó 1/4 litro, pero es más recomendable almacenarlo en bolsas ziploc de 1 ó 2 galones, que es la

¹⁵⁰ QUIGLEY, Jim. Congelamiento y descongelamiento de calostro. En : Calf Notes.com. No. 13 (1997); p. 1 – 2.

cantidad aproximada que se necesita para alimentar a una ternera. Para reducir las posibilidades de filtración deben usarse 2 bolsas por unidad almacenada y se colocan "acostadas" dentro del congelador. Al hacer esto, la velocidad de descongelamiento puede ser incrementada, ganando tiempo entre el nacimiento y la primera alimentación de la cría. Es necesario cerciorarse de que el congelador este siempre a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹⁵¹.

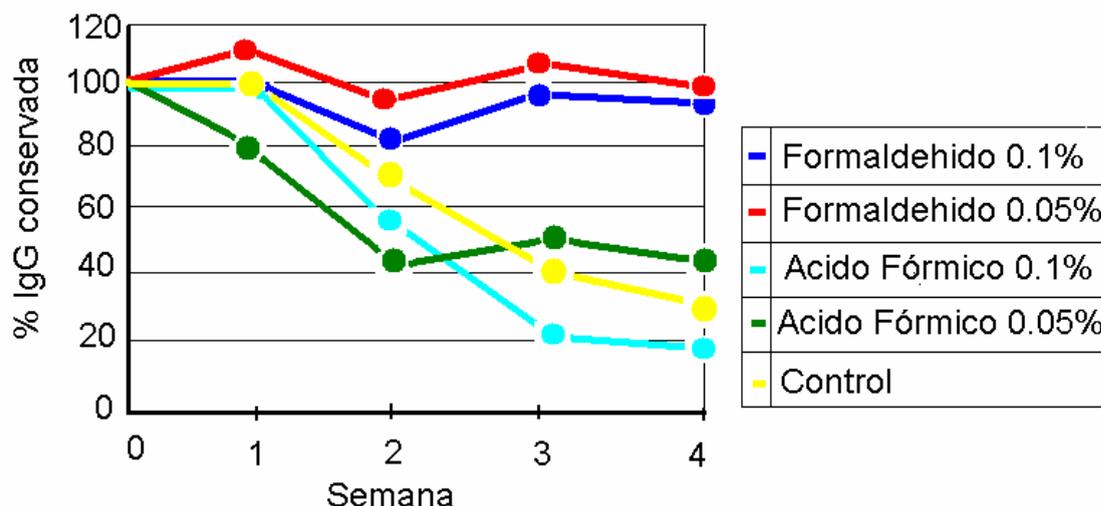
- ▶ Descongelamiento: debe procurarse descongelar sin degradar las inmunoglobulinas y la mejor forma de hacerlo es usando agua entre $40\text{ a }50\text{ }^{\circ}\text{C}$ a baño maría y dejarlo que se descongele. Como otra opción, se puede usar un horno de microondas, causando poco daño a las inmunoglobulinas, pero teniendo en cuenta de usarlo solo por cortos periodos de tiempo y a bajo nivel de energía, retirando el líquido descongelado periódicamente para evitar sobrecalentamiento, es importante evitar "áreas calientes" dentro del calostro mediante el uso de un horno que tenga un plato rotatorio para minimizar el daño de las inmunoglobulinas.

Quigley estudió otros métodos de conservación de calostro, como el ácido fórmico y el formaldehído como sustancias que son agregadas al calostro para mantener sus valores inmunológicos (Figura 18). El ácido fórmico no dio resultado, sin embargo el fomaldehído al 0.05% o al 0.1% fue un método efectivo para almacenar calostro y mantener sus propiedades organolépticas, teniendo en cuenta las precauciones pertinentes cuando se maneje el formaldehído¹⁵².

¹⁵¹ BACHA, F., op. cit., p. 20.

¹⁵² QUIGLEY, Jim. Chemical Treatment of colostrum, op. cit., p. 2.

Figura 18. Supervivencia de las inmunoglobulinas calostrales conservadas con formaldehído y ácido fórmico a diferentes concentraciones.



QUIGLEY, J. Chemical treatment of colostrum. En : Calf Notes.com. No. 66. 2001

En un estudio realizado por Klobasa, se comparó la conservación de calostro por medio de liofilización y congelamiento, encontrando que estos dos métodos son igual de efectivos en conservar las inmunoglobulinas calostrales¹⁵³.

Otro estudio demostró que el calostro congelado en comparación con el fresco es igualmente efectivo en proveer inmunoglobulinas al ternero además de observar que el uso de sonda esofágica fue un buen método de suministro de calostro¹⁵⁴.

¹⁵³ KLOBASA, F.; GOEL, M. and WERHAHN, N. Comparizon of freezing and liophilizing for preservation of colostrum as a source of immunoglobulin for calves. En : Journal of Animal Science. Vol. 76 (1998); p. 923 - 926.

¹⁵⁴ HOLLOWAY, N. *et al.* Serum immunoglobulin G concentrations in calves fed fresh and frozen colostrum. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 219, No. 3 (Aug. 2001); p. 357 - 359.

De acuerdo con lo anterior podemos afirmar entonces que la conservación de calostro es una buena alternativa y además efectiva para tener fuentes del mismo de buena calidad en el momento en que se requieran, incluso en casos donde la madre sea portadora de alguna enfermedad.

Wattiaux reporta, que en pocos casos, el calostro es un vehículo para la transferencia de enfermedades entre la vaca y su cría, sin embargo el virus de la leucosis bovina, se encuentra en el calostro de vacas infectadas, por lo que la cría de una vaca positiva a leucosis debe ser retirada del área de parto inmediatamente después del nacimiento y ser alimentada con calostro de una vaca libre de la enfermedad, al igual que en el caso de vacas con tuberculosis o con paratuberculosis¹⁵⁵.

¹⁵⁵ WATTIAUX, Michael, op. cit., p.110.

5. DISEÑO METODOLOGICO

5.1 LOCALIZACIÓN.

El presente trabajo se desarrolló en una finca dedicada a la producción de leche, ubicada en la cuenca lechera del municipio de Pasto, vereda La Victoria, sector Río Bobo, departamento de Nariño, con una altitud aproximada de 3.000 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 12°C. El manejo del hato regularmente se lleva acabo de la siguiente manera:

5.1.1 Ganado en producción. Se divide en dos grupos, así:

- ▶ Vacas Secas: se llevan a un potrero destinado para este fin, desde los 7 meses de gestación, el secado se realiza de manera intempestiva, usando productos intramamarios para secado, y adicionalmente se desparasitan con triclabendazole oral. En vacas con más de dos partos, el periodo de preparación, transición y pre-lactancia, inicia un mes antes del parto donde se les suministra 4 kilos de concentrado, mientras que para novillas este periodo inicia un mes y medio antes del parto.
- ▶ Vacas Lecheras: posterior al parto se incorporan al hato lechero, donde es administrado carbonato de calcio disuelto en agua, un kilo por día durante tres días, se vermifuga con albendazole y se repite al mes o a los dos meses.

5.1.2 Manejo de Terneras. Después del nacimiento se desinfecta el ombligo y se alimenta con calostro, posteriormente se ubican en un potrero para terneras, aquí permanecen durante sus primeros 5 meses de vida, se realiza corte de pezones adicionales y topización con pasta cáustica, se manejan con soga al cuello de aproximadamente de 5 metros de largo, y se alimenta con 4 litros de leche y un

kilo de concentrado al día, hasta el destete, que se realiza de una sola vez, los machos al día siguiente del nacimiento se descartan para venta o sacrificio.

En el manejo de terneras se implementaron tres diferentes métodos de suministro de calostro así:

- A. Suministro de un litro de calostro a través de balde y amamantamiento natural.
- B. Suministro de cuatro litros de calostro a través de biberón.
- C. Suministro de cuatro litros de calostro a través de sonda esofágica.

5.2 UNIDADES EXPERIMENTALES.

Para el estudio se utilizaron bovinos recién nacidos, que fueron sometidos a los diferentes métodos de suministro de calostro de buena calidad dentro de las primeras doce horas de vida. Se determinó un número de veinte animales por cada tratamiento, los que se distribuyeron a lo largo del trabajo de la siguiente manera: los primeros veinte animales fueron alimentados con el método A, que se venía utilizando en la finca, los veinte siguientes alimentados por el método B y los veinte últimos alimentados con el método C. Teniendo en cuenta que no se puede establecer el número exacto de partos dentro del periodo de tiempo que duró la recolección de los datos (9 meses), no fue posible determinar el tamaño de la muestra, además se tomó la cantidad de partos en este periodo de tiempo como la población, por lo que los datos obtenidos son válidos únicamente para el hato en el que se realizó el trabajo.

5.3 VARIABLES EVALUADAS

Las variables que se tuvieron en cuenta dentro del trabajo fueron la concentración de IgG en calostro, a manera de control del factor calidad de calostro con el fin de homogenizar las muestras, la concentración adquirida de IgG en suero de los bovinos recién nacidos y la correlación entre la transferencia pasiva de inmunoglobulinas y el método de suministro de calostro usado.

5.4 MATERIALES Y MÉTODOS.

5.4.1 Materiales. Para el desarrollo del presente trabajo se implementó:

- ▶ Plasma Calf IgG Quick Test (10mg IgG/ml). Figura 19.
- ▶ Colostrum Bovine IgG Quick Test (50mg IgG/ml). Figura 20.
- ▶ Biberones, baldes y alimentador esofágico.
- ▶ Agujas, número 20 de 1 pulgada.
- ▶ Jeringas de 2 ml.
- ▶ Tubos de Ensayo.
- ▶ Alcohol y Algodón.
- ▶ Fonendoscopio, termómetro, cinta hipométrica.

Figura 19. Kit Plasma Calf IgG Test.



Figura 20. Kit Bovine Colostrum IgG Test.



5.4.2 Métodos. Para cumplir con los objetivos fue preciso :

- ▶ Se determinó la concentración de inmunoglobulina G en el primer calostro suministrado y en el de las 12 horas posteriores al parto, utilizando el Test para IgG de Calostro Bovino, con el siguiente procedimiento:
 - Se tomó una muestra del primer calostro, que fue suministrado a los bovinos recién nacidos, con una pipeta del juego y se transfirió una gota de éste al vial de dilución y se mezcló.
 - Con una nueva pipeta se succionó una muestra de la mezcla y se colocaron 3 gotas en la cavidad indicada con “S” del cassette.
 - Se esperó 20 minutos para leer los resultados así:
 - a. Nivel adecuado: 1 línea, posición C = > 50 mg IgG/mL.
 - b. Nivel Inadecuado: 2 líneas, posición C y T = < 50 mg IgG/mL.

- ▶ Se evaluó clínicamente al animal recién nacido, y se tuvo en cuenta constantes fisiológicas como: temperatura rectal (Figura 21), frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria (Figura 22), coloración de mucosas y tiempo de retracción de pliegue cutáneo, proceso de parto (normal o distócico) y peso corporal (Figura 23).

Figura 21. Toma de temperatura rectal.



Figura 22. Toma de frecuencia cardiaca y respiratoria.



Figura 23. Pesaje.



- ▶ Se midió la concentración de IgG sérica en los bovinos recién nacidos, a las 12 horas de vida, a través de Test para IgG en plasma, con el siguiente procedimiento:
 - A través de venopunción yugular y previa desinfección del área con alcohol, se colectó 2 ml de sangre, que fueron depositados en un tubo de ensayo sin anticoagulante debidamente identificado.
 - Se permitió la coagulación de la muestra a temperatura ambiente por 12 horas.
 - Se tomó una muestra de 200 ul de suero con el pipeteador y se transfirió al vial de dilución para mezclarlo.
 - Con el pipeteador, se tomó una muestra de 200 ul de plasma diluido y se llenó completamente la cavidad indicada con la letra "S" en el cassette.
 - Después de 20 minutos se observó los resultados así:
 - a. Nivel adecuado: 1 línea, posición C = > 10 mg IgG/mL.
 - b. Nivel Inadecuado: 2 líneas, posición C y T = < 10 mg IgG/mL.

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez concluida la recolección de los datos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 6. Resultados.

Método Suministro	TA	TI	Total
A	2	18	20
B	4	16	20
C	12	8	20

A = balde + amamantamiento natural. B = Biberón. C = Sonda Esofágica.
TA = Transferencia Adecuada de IgG. TI = Transferencia Inadecuada de IgG.

6.1 MODELO ESTADÍSTICO

Para el análisis de los resultados encontrados en la finca evaluada, utilizamos la prueba de Brand y Snedecor¹⁵⁶ que distribuye los datos en una tabla de contingencia para su respectivo análisis, así:

Tabla 7. Tabla de contingencia.

Respuesta	TRATAMIENTOS			Total
	A	B	C	
TA	2	4	12	18
TI	18	16	8	42
Total	20	20	20	60
Pi	0.1	0.2	0.6	0.3

¹⁵⁶ SOLARTE, Carlos; GARCIA, Hernán y IMUEZ, Marco. Bioestadística. Aplicaciones en producción y salud animal. Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2005. p.163-169. ISBN 958-9479-39-1.

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$BS = \frac{\sum a_i p_i - p \sum S a_i}{\phi \times \bar{q}} = X^2 C$$

Donde:

a_i = número de animales con transferencia adecuada de IgG en cada tratamiento.

p_i = resultado de la división de a_i sobre el total de animales en cada tratamiento.

ϕ = Total de animales con transferencia adecuada de IgG dividido entre el total de animales evaluados.

$$\bar{q} = 1 - \phi.$$

Se determinaron dos hipótesis, así:

H₀ = La transferencia pasiva de inmunoglobulina G fue igual con todos los tratamientos.

H_a = Hay diferencia en la transferencia pasiva de inmunoglobulina G por lo menos con uno de los tratamientos.

La fórmula de Brand y Snedecor dio un resultado igual a:

$$BS = \frac{[(2 \times 0.1) + (4 \times 0.2) + (12 \times 0.6)] - (18 \times 0.3)}{0.3 \times 0.7}$$

$$BS = 13.33 = X^2 C$$

Entonces se utilizó la siguiente regla de decisión:

Sí BS es mayor que $X^2 T$ (Chi cuadrado Tabulado), la H_0 se rechaza.

Sí BS es menor que $X^2 T$, se acepta la H_0 .

Para este caso el $X^2T = 5.99$ con 2 grados de libertad, por lo tanto se rechaza la H_0 y se concluyó con un 95% de confianza, que hay diferencia en la transferencia pasiva de inmunoglobulina G por lo menos con uno de los tratamientos.

Para identificar con cual de los tratamientos se obtuvo mayor transferencia pasiva de IgG, se aplicó una prueba de hipótesis específica, así:

► Comparación de tratamiento A vs. B+C.

H_0 = La proporción de animales con transferencia pasiva adecuada de inmunoglobulina G es igual con todos los tratamientos.

H_a = La proporción de animales con transferencia pasiva adecuada de inmunoglobulina G es diferente por lo menos con un tratamiento.

Tabla 8. Tabla de contingencia A vs. B + C.

Respuesta	TRATAMIENTOS		Total
	A	B + C	
TA	2	16	18
TI	18	24	42
Total	20	40	60
Pi	0.1	0.4	0.3

$$p = 0.3 \quad \bar{q} = 0.7$$

$$BS = \frac{[(2 \times 0.1) + (16 \times 0.4)] - (18 \times 0.3)}{0.3 \times 0.7}$$

$$BS = 5.71 = X^2C$$

$$X^2T = 3.84. (\text{con 1 grado de libertad})$$

Por lo tanto, según la regla de decisión se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , por lo que se concluyó con un 95% de confianza que la proporción de animales con transferencia adecuada de IgG es diferente por lo menos con un tratamiento.

► Comparación de tratamientos B vs. C.

H_0 = La proporción de animales con transferencia pasiva adecuada de IgG es igual con todos los tratamientos.

H_a = La proporción de animales con transferencia pasiva adecuada de IgG es diferente por lo menos con uno de los tratamientos.

Tabla 9. Tabla de contingencia B vs. C.

Respuesta	TRATAMIENTOS		Total
	B	C	
TA	4	12	16
TI	16	8	24
Total	20	20	40
Pi	0.2	0.6	0.4

$$p = 0.4 \quad \bar{q} = 0.6$$

$$BS = \frac{(4 \times 0.2) + (12 \times 0.6) - (16 \times 0.4)}{0.4 \times 0.6}$$

$$BS = 6.66 = X^2C$$

$$X^2T = 3.84. \text{ (con 1 grado de libertad)}$$

Por lo tanto, según la regla de decisión se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir que con un 95% de confianza se concluyó que la proporción de animales con

transferencia adecuada de IgG es diferente por lo menos con uno de los tratamientos.

Como se puede observar, hay diferencias entre los tres tratamientos, por lo que para determinar el tratamiento más adecuado observamos la tabla de contingencia y según la mayor proporción de animales con adecuada transferencia pasiva de inmunoglobulina G, determinamos que el tratamiento C, que es el que presenta los valores con más alta significancia (0.6), es el más adecuado en comparación con los valores encontrados en el tratamiento B (0.2) y el A (0.1).

Una vez identificado el mejor tratamiento, realizamos una prueba de correlación de chi cuadrado tomando como variable dependiente la transferencia pasiva de inmunoglobulinas y como variable independiente los métodos, para determinar si la transferencia es afectada por el método empleado para suministrar calostro¹⁵⁷ así:

Tabla 10. Frecuencias: Efecto según Tratamiento:

	A	B	C	
1	2	4	12	18
	3.33%	6.67%	20.00%	30.00%
0	18	16	8	42
	30.00%	26.67%	13.33%	70.00%
Columna	20	20	20	60
Total	33.33%	33.33%	33.33%	100.00%

¹⁵⁷ STATGRAPHICS PLUS. Version 5.0. Copyright® 1994-2000. Statistical Graphics Corp.

Esta tabla muestra la frecuencia con la que los 2 valores de efecto (0= inadecuado, 1= adecuado) ocurren junto con cada uno de los 3 valores de tratamiento (A-B-C). El primer número en cada celda de la tabla es la frecuencia y el segundo número muestra el porcentaje de tabla representado por esa celda. Por ejemplo, hubo 2 veces en las que efecto es igual a 1 y tratamiento es igual a A. Esto representa 3,33% del total de 60 observaciones.

- ▶ **Contraste chi-cuadrado.** Realiza mos un contraste de hipótesis para determinar si se rechaza o no la idea de que la transferencia adecuada de IgG y el método de suministro son independientes. Dado que el p-valor es inferior a 0.01, podemos rechazar la hipótesis de que la transferencia adecuada de IgG y el método de suministro son independientes con un nivel de confianza del 99%. En consecuencia, el valor observado de efecto para un caso particular tiene relación con su valor en método de suministro .

Tabla 11. Contraste de Chi-cuadrado.

Chi-cuadrado	GL	P-Valor
13,33	2	0,0013

GL = Grados de Libertad.

- ▶ **Análisis de regresión.**

Tabla 12. Modelo inverso $X : Y = A + B/X$

Parámetro	Estimación	Error Estándar	Estadístico T	P-Valor
Ordenada	-0,165385	0,126231	-1,31018	0,1953
Pendiente	0,761538	0,187404	4,06361	0,0001

Variable dependiente: transferencia pasiva de inmunoglobulinas

Variable independiente: Método de suministro

Tabla 13. Análisis de varianza.

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Modelo	2,79231	1	2,79231	16,51	0,0001
Residuo	9,80769	58	0,169098		
Total (Corr.)	12,6	59			

Coefficiente de Correlación = 0,470757

R-cuadrado = 22,1612 porcentaje

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 20,8191 porcentaje

Dado que el p-valor en la tabla ANOVA es inferior a 0.01, existe relación estadísticamente significativa entre transferencia pasiva de inmunoglobulinas y método de suministro para un nivel de confianza del 99%. El coeficiente de correlación es igual a 0,470757, indicando una relación relativamente débil entre las variables transferencia pasiva de inmunoglobulinas y métodos.

Adicionalmente se encontró que:

- ▶ Del total de las vacas a las que se les evaluó la calidad de calostro el 40% fueron de primer parto, el 17% de segundo parto, el 13% de tercer parto, el 10% de cuarto parto y el 20% de mas de 5 partos. (Figura 24).

Figura 24. Clasificación de las vacas según el número de partos.



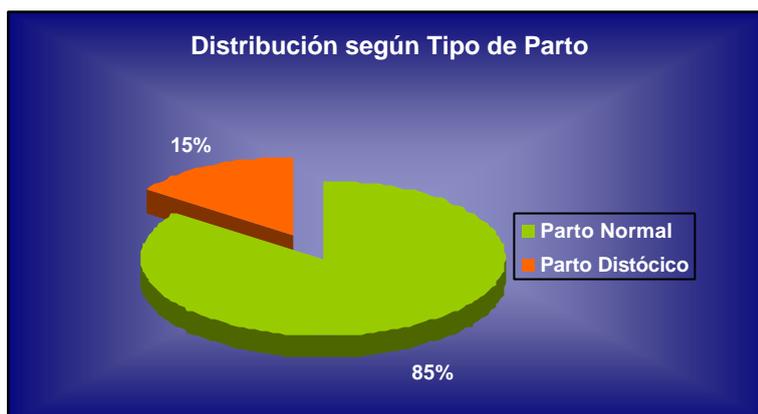
- ▶ De las muestras de calostro evaluadas el 45% presentaron concentraciones mayores a 50 mg IgG/ml en la primera y segunda muestra y el 55% de las muestras evaluadas presentaron concentraciones mayores a 50mg IgG/ml de calostro en solo la primera muestra (Figura 25)

Figura 25. Calidad del calostro en primera y segunda muestra.



- ▶ Durante el estudio encontramos que del total de partos (60), el 15% fueron Distócicos y el 85% fueron Normales (Figura 26).

Figura 26. Partos normales y distócicos.



- ▶ Se correlacionó el tipo de parto con la transferencia pasiva de IgG en cada uno de los métodos, encontrando los siguientes resultados (Tabla 14):

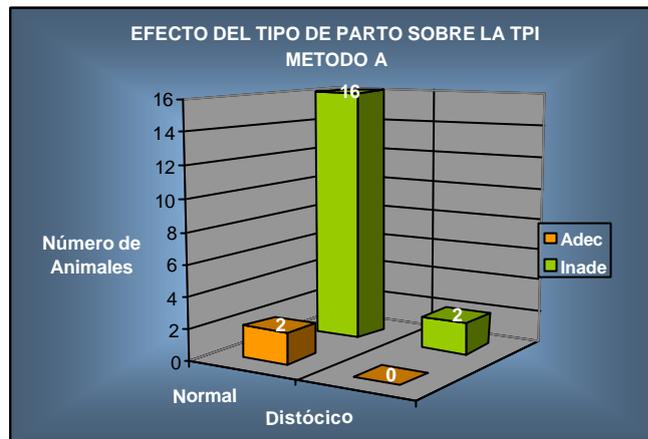
Tabla 14. Tipo de parto y transferencia pasiva.

Tipo	A			B			C		
	No. Animales	TPA	TPI	No. Animales	TPA	TPI	No. Animales	TPA	TPI
Normal	18	2	16	19	4	15	12	10	2
Distócico	2	0	2	1	0	1	8	2	6
Total	20	2	18	20	4	16	20	12	8

Observamos que durante la utilización del método A se presentaron 18 casos en los cuales la transferencia pasiva de IgG fue inadecuada (< 50mg IgG/ml), 2 de estos casos coincidieron con partos distócicos, sin embargo la FTP se presentó

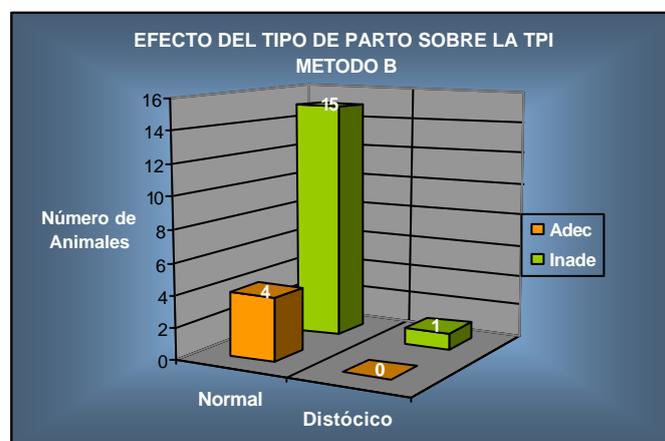
también cuando los partos fueron normales (16), indicándonos que el factor método y el factor parto distócico incidieron sobre la transferencia de IgG, pero en este caso con una mayor incidencia del método de suministro (Figura 27).

Figura 27. Método A.



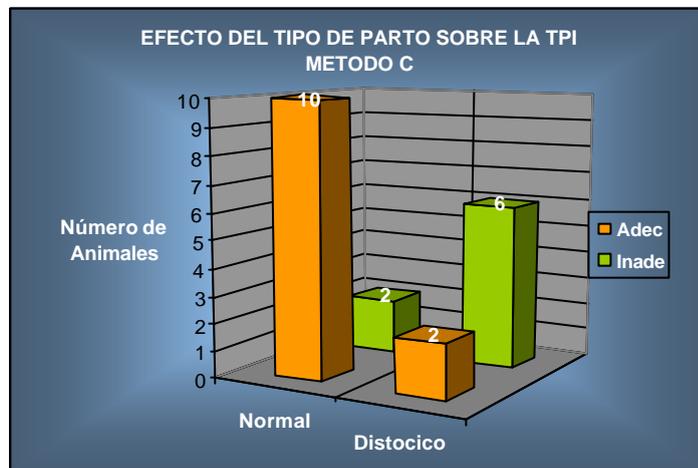
Cuando se utilizó el Método B se observó una disminución en los casos de falla en la transferencia pasiva de IgG (16) en comparación con el método anterior, de estos 16 casos, 1 coincidió con parto distócico indicándonos que fue un factor adicional para la presentación de falla en la transferencia pasiva de IgG (Figura 28).

Figura 28. Método B.



Cuando se utilizó el método C, los casos con falla en la transferencia pasiva disminuyeron a 8, de los cuales 6 coincidieron con partos distócicos por lo tanto se asume que este es un factor adicional y determinante en la presentación de bovinos con transferencia pasiva inadecuada de IgG, a pesar de que se dieron dos casos que presentaron transferencia pasiva de inmunoglobulina G adecuada(>10 mg IgG/ml) cuando hubo parto distócico. (Figura 29)

Figura 29. Método C.



6.2 DISCUSION DE RESULTADOS

- ▶ Al comparar los tres métodos de suministro de calostro encontramos que con el método C (sonda esofágica), se logró una mayor proporción de animales recién nacidos con transferencia pasiva de inmunoglobulina G adecuada (>10 mg IgG/ml), en comparación con los otros dos métodos. Coincide con lo reportado por Besser y colaboradores, quienes en un estudio realizado en 1991, encontraron que el amamantamiento natural y el biberón fueron menos efectivos que la sonda esofágica en la transmisión pasiva de IgG¹⁵⁸. Resultados similares para el uso de sonda esofágica han sido reportados por autores como Molla¹⁵⁹, Kaske¹⁶⁰ y Quigley¹⁶¹.
- ▶ En nuestro estudio se observó que al usar biberón para suministrar calostro se presentó una proporción de animales con falla en la transferencia pasiva mayor (80%) a la encontrada cuando se usó la sonda esofágica (40%), reflejando que con el biberón la posibilidad de obtener crías con falla en la transferencia pasiva de IgG fue más alta que cuando se usó la sonda esofágica. Contrario a los resultados obtenidos por Adams, quién al comparar estos métodos encontró que con los dos se logran niveles de inmunoglobulinas en suero esencialmente iguales¹⁶², sin embargo nuestros resultados coinciden con los encontrados por

¹⁵⁸ BESSER, T. GAY, C. and PRITCHETT, L.. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves, op. cit., p. 419 – 422.

¹⁵⁹ MOLLA, A., op. cit., p. 377-380.

¹⁶⁰ KASKE. M. *et al.* op. cit., p. 151-157.

¹⁶¹ QUIGLEY, Jim. Using the esophageal feeder to administer colostrum, op. cit., p. 2.

¹⁶² ADAMS, G. Two methods for administering colostrum to newborns calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 68, No. 3 (mar. 1985); p. 773-775.

Besser¹⁶³. Adicionalmente se observó que la proporción de animales con transferencia pasiva adecuada de IgG fue mayor (20%) cuando se suministró calostro por biberón que cuando se uso balde más amamantamiento natural (10 %), lo que coincide con el estudio realizado por Franklin y en el cual la transferencia de inmunidad pasiva en terneros fue mayor al suministrar calostro con biberón que con amamantamiento natural¹⁶⁴.

- ▶ Con el método de suministro de un litro de calostro en balde, seguido de amamantamiento natural hasta el momento en que se tomó la muestra de sangre a la cría, se presentó un mayor número de casos con falla en la transferencia pasiva de IgG (90%) en comparación a los otros dos métodos evaluados en este estudio, al igual que lo reportado por Quigley, Radostits, Petrie y Besser, quienes comentan que este método es ineficaz en la transferencia pasiva de IgG, e incluso reportan que coincide con índices de morbilidad y mortalidad altos por lo que recomiendan no implementarlo^{165, 166, 167, 168}.
- ▶ A través del modelo estadístico, se pudo observar que existió relación significativa entre la transferencia pasiva de IgG y el método de suministro de calostro, es decir que la transferencia pasiva de inmunoglobulinas fue afectada

¹⁶³ BESSER, T. GAY, C. and PRITCHETT, L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves, op. cit., p. 419 – 422.

¹⁶⁴ FRANKLIN, S., op. cit., p. 2145 - 2153.

¹⁶⁵ QUIGLEY, Jim. Alimentación con calostro. Amamantar o no amamantar, op. cit., p. 2.

¹⁶⁶ RADOSTIS, Otto *et a*, op. cit., p. 165.

¹⁶⁷ PETRIE, L., op. cit., p. 157-163.

¹⁶⁸ BESSER, T. GAY, C. and PRITCHETT, L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves, op. cit., p. 419 – 422.

por el método que se utilizó en su momento, y coincide con lo encontrado por Besser pues en su estudio, observó que cuando usó diferentes métodos de suministro de calostro la absorción de IgG en las crías tuvo una variación importante¹⁶⁹.

A pesar de que la relación entre métodos y transferencia, fue estadísticamente significativa, el modelo muestra una relación débil, esto se atribuye a que la transferencia pasiva de inmunoglobulinas, se ve afectada de forma negativa, como lo exponen Paulik y Stott, por factores adicionales como el volumen del primer calostro suministrado, el tiempo de consumo del mismo, la concentración de inmunoglobulinas calostrales, la acidosis respiratoria y el suministro de calostro mal almacenado^{170,171}.

Otro factor determinante en la transferencia pasiva de IgG durante el presente trabajo, fue el parto distócico pues cuando se presentó, coincidió con inadecuada absorción de inmunoglobulina G (< 10mg IgG/ml) en los respectivos bovinos recién nacidos, incluso cuando el muestreo fue realizado en condiciones homogéneas de manejo, medio ambiente y calidad de calostro, esto coincide con lo encontrado en los estudios de Donovan y Drewry, donde la acidosis respiratoria producida por distocia en la cría, afectó la capacidad de absorción intestinal de inmunoglobulinas^{172, 173}.

¹⁶⁹ Ibid, p. 419 – 422.

¹⁷⁰ PAULIK, S., *et al.*, op. cit., p.137-149.

¹⁷¹ STOTT, G. and FELLAH, A. Colostral immunoglobulin absorption lineary related to concentration for calves, op. cit., p. 1319 - 1328.

¹⁷² DONOVAN, G. *et al.* Factors influencing passive transfer in dairy calves. En : Journal of Dairy Science; Vol. 69. No 3 (mar,1986); p.:754 - 759.

¹⁷³ DREWRY, S., op. cit.

7. CONCLUSIONES

- ▶ Existe correlación entre el método empleado para suministrar calostro y la transferencia pasiva de inmunoglobulinas en bovinos recién nacidos, es decir que el éxito o fracaso de esta transferencia depende del método que se utilice para suministrar calostro de buena calidad, sin embargo, se concluye que el método de suministro de calostro no es el único factor que puede afectar dicha transferencia, ya que también inciden factores como el tiempo de consumo del primer calostro, el volumen consumido, la calidad del mismo, tipo de parto, entre otros.
- ▶ El método alimentador esofágico es el mejor en cuanto a la transferencia pasiva de inmunoglobulina G en los bovinos recién nacidos pues cuando se suministró calostro de buena calidad (>50 mg IgG/ml) la proporción de animales con transferencia pasiva de IgG adecuada (>10 mg IgG/ml) fue mayor en comparación con los otros dos métodos evaluados en este estudio.
- ▶ Cuando se utilizó el método biberón, para suministrar calostro de buena calidad (>50 mg IgG/ml) a los bovinos recién nacidos, la transferencia pasiva de inmunoglobulinas fue adecuada en una proporción menor a la encontrada con el método alimentador esofágico, pero mayor a la encontrada con el método balde más amamantamiento natural.
- ▶ El método de suministro balde más amamantamiento natural fue el método menos eficaz en cuanto a la transferencia pasiva de inmunoglobulina G en los bovinos recién nacidos, cuando se suministró calostro de buena calidad, en comparación con los métodos biberón y alimentador esofágico.

- ▶ Los métodos artificiales de suministro de calostro como el biberón y la sonda esofágica, evaluados en este estudio, fueron mejores que el amamantamiento natural en cuanto a la transferencia pasiva de inmunoglobulinas absorbidas por las crías.
- ▶ El parto distócico, influyó sobre la transferencia pasiva de IgG y como uno de los factores de riesgo asociados a FTP, incrementó la proporción de animales con absorción inadecuada de IgG, incluso cuando se utilizó un método eficaz de suministro de calostro.
- ▶ La probabilidad de encontrar calostros de mala calidad ($< 50\text{mg IgG/ml}$) a las 12 horas posparto fue mayor al 50% de las muestras tomadas y se considera como un factor adicional y predisponente a la falla en la transferencia pasiva, pues la concentración de inmunoglobulinas calostrales disminuye con el transcurso del tiempo.

8. RECOMENDACIONES

- ▶ De acuerdo a los resultados obtenidos recomendamos la utilización del alimentador esofágico como método habitual de suministro de calostro y más aun en casos de crías provenientes de partos distócicos, pues la probabilidad de obtener transferencia pasiva de IgG adecuada ($> 10\text{mg IgG/ml}$) es mucho más alta que cuando se utiliza otro método de suministro de calostro, sin embargo es indispensable tener un buen entrenamiento en la forma de uso para evitar causar lesiones a la cría.
- ▶ Como segunda opción en el suministro de calostro, recomendamos utilizar el biberón siempre que por una u otra razón no se pueda adquirir una sonda esofágica o la habilidad del operario para manejarla no sea la adecuada; y que al usar el biberón se dedique el tiempo necesario para suministrar el calostro pues este método puede resultar dispendioso, más aun cuando el reflejo de succión de la cría sea débil.
- ▶ Dado los resultados obtenidos con el uso del balde más amamantamiento natural recomendamos no implementar este método, pues se convierte en un factor adicional para la presentación de fallas en la transferencia pasiva, ya que la probabilidad de encontrar animales con FPT fue alta, a pesar de que el calostro suministrado fue de buena calidad.
- ▶ Recomendamos usar el Plasma Calf IgG Quick Test Kit, como método rápido y confiable para determinar la concentración de IgG en el suero de las crías, e identificar de manera temprana fallas en la transferencia de pasiva de IgG en bovinos recién nacidos, y extremar las medidas tanto sanitarias como de manejo que permitan disminuir al máximo la presentación de enfermedades y/o mortalidades.

- ▶ Ya que la concentración de IgG en calostro es uno de los factores que afecta la transferencia pasiva, recomendamos realizar mediciones previas al suministro o almacenaje del mismo a través de Colostrum Bovine IgG Quick Test Kit, como herramienta confiable y práctica para conocer si realmente el calostro que estamos suministrando, sirve para proveer transferencia pasiva de inmunoglobulinas adecuada.
- ▶ Realizar estudios que abarquen una población mayor y en los cuales se evalúe el impacto de factores adicionales sobre la transferencia pasiva de IgG y estudios en los que se evalúe la correlación entre transferencia pasiva de IgG, presencia de enfermedades y parámetros productivos, realizando el seguimiento de las mismas por un tiempo prudencial.
- ▶ Integrar a los programas de manejo de terneras la medición de inmunoglobulinas tanto en calostro como en suero de los bovinos recién nacidos dada la importancia e impacto de la falla en la transferencia pasiva sobre la economía del productor.
- ▶ En vista de que es posible que por diferentes circunstancias el calostro suministrado a las crías no contenga la suficiente concentración de inmunoglobulinas (<50mg IgG/ml), recomendamos realizar estudios en los que se evalúen diferentes métodos de conservación de calostro de buena calidad, con el fin de identificar el que nos permita de manera práctica y confiable en nuestras explotaciones, conservar calostro de buena calidad, para suministrarlo en el momento que se requiera.

BIBLIOGRAFIA

ADAMS, G. Two methods for administering colostrum to newborns calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 68, No. 3 (mar. 1985); p. 773-775.

ARTHINGTON J. D. *et al.* Passive Immunoglobulin Transfer in Newborn Calves Fed Colostrum or Spray – Dried Serum Protein Alone or as a Supplement to Colostrum of Varying Quality. En : Journal of Dairy Science. Vol. 83 (2000); p. 2834 – 2838.

BACHA, F. Nutrición del Ternero Neonato. En : Avances en Nutrición y alimentación animal. Curso de Especialización. No. 15 (2000); p. 14-15.

BAGGER, Mette and ERIKSEN, Lis. Comparison of different methods for measuring immunoglobulin content in calf serum. En : Internal Medicine, Department of Clinical Studies. KVL, Denmark, Copenhagen. (2001); p. 1 – 18.

BESSER, T.E. and GAY, C. The Importance of colostrums to the health of the neonatal calf. En : Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Vol. 10, No. 1 (mar. 1994); p. 107-117.

_____ and PRITCHETT, L. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 198, No.3 (feb. 1991); p. 419 - 422

_____ *et al.* Transfer of Functional Immunoglobulin G (IgG) Antibody into the Gastrointestinal Tract Accounts for IgG Clearance in Calves. En : Journal of Virology. Vol. 62, No. 7 (jul. 1988); p. 2234-2237.

BLÄTTLER, Urs *et al.* Feeding Colostrum, Its Composition and Feeding Duration Variably Modify Proliferation and Morphology of the Intestine and Digestive Enzyme Activities of Neonatal Calves. En : American Society for Nutritional Sciences. Vol. 131 (dec. 2000); p. 1256-1263.

BOLAÑOS OLIVA, Doris. Factores que afectan la morbilidad y mortalidad en terneros durante sus dos primeros meses de vida en zonas lecheras del departamento de Nariño. Santa Fé de Bogotá, 1995, 142 p. Trabajo de Grado (Médico Veterinario). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

BRIGNOLE, T. and STOTT, G. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calfsurvival. En : Journal of Dairy Science. Vol. 63, No. 3 (mar 1980); p. 1 – 3.

CEDEÑO, Darío y VARGAS, B. Efecto de la raza y el manejo sobre la vida productiva del bovino lechero en Costa Rica. En : Archivos de Zootecnia. Vol. 53, No 202 (2004); p. 130-131.

CHANG, C.; WINTER, A. y NORCROSS, N. Immune Response in the Bovine Mammary Gland After Intestinal, Local, and Systemic Immunization. En : Infection and immunity. Cornell University. New York. Vol. 31, No 2 (feb. 1981); p. 650-659.

CHESTER, H. ; SCHROEDER, J. and LITTLE, D. Nutrition, health y management of dairy calves from birth to transitional grouping. A. Colostrum Management and Housing Options. En : www.ams.usda.gov. (2002)

CUNNINGHAM, James. Fisiología Veterinaria. 2 ed. México : Mc Graw Hill, 1999. p. 36 - 37, 368 - 369, 547, 549.

DAWES, Maisie, *et al.* Evaluation of a commercially available immunoassay for assessing adequacy of passive transfer in calves. En : Journal of American Veterinary Medical Association, JAVMA. Vol. 220, No. 6 (mar. 2002); p. 791 – 793.

DENISE, SK. *et al.* Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. En : Journal of Dairy Science. Vol. 72, No. 2 (1989); p. 552 – 554.

DEVERY, J.; DAVIS, C. and LARSON, B. Endogenous production of immunoglobulin IgG1 in newborn calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 11 (nov. 1979); p. 1814 – 1818.

DREWRY, S. Absorción de inmunoglobulinas y acides respiratoria. En : Calf Notes.com. No. 15 (2001).

DONOVAN, G. *et al.* Factors influencing passive transfer in dairy calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 69. No 3 (mar,1986); p. 754 - 759.

FILTEAU, Virginie *et al.* Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Québec. En : Canadian Veterinary Journal. Vol. 44, No. 11 (nov. 2003); p. 907 – 913.

FLOREZ, H. *et al.* Prevención de enfermedades y de la muerte de terneros. En: Corpoica.com.

FRANKLIN, S. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical form of starter. En : Journal of Dairy Science. Vol. 86, No. 6 (jun. 2003); p. 2145 - 2153.

_____. Immune parameters of dry cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 88, No. 2 (feb. 2005); p. 766-775.

GRUMER, Ric *et al.* Dry Matter Intake and Energy Balance in the Transitional Period. En : Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Vol. 20, No. 3 (nov. 2004); p. 446-448.

GUY, M. *et al.* Regulation of Colostrum Formation in Beef and Dairy Cows. En: Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 10 (1994); p. 3002-3007.

HOLLOWAY, N. *et al.* Serum immunoglobulin G concentrations in calves fed fresh and frozen colostrum. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 219, No. 3 (aug. 2001); p. 357-359.

HOPKINS, B. and QUIGLEY, J. Effects of method of colostrum feeding and colostrum supplementation on concentration of immunoglobulin G in the serum of neonatal calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 80, No. 5 (1997); p. 979-983.

HURLEY, W. L. The Neonate and Colostrum. Department of Animal Sciences. University of Illinois. En : ANSCI 308 (2001); p. 1-12.

JACOBSEN, H. *et al.* Macromolecule absorption and cortisol secretion in newborn calves derived from in vitro produced embryos. En : Animal Reproduction Science. Vol. 70, No. 1/2 (mar. 2002); p. 1-11.

JARDON, P.; ROBINSON, J. and MYAKE, J. Evaluation of specific gravity as a screening test for colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 3, No 1 (1999); p. 82.

JASTER, E. Evaluation of quality, quantity and timing of colostrum feeding in Jersey calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 88, No. 1 (jan. 2005); p. 296-302.

KASKE, M. *et al.* Colostrum management in calves: effects of drenching v.s. Bottle feeding. En : Journal of Animal Physiology in Animal Nutrition. Vol. 89, No. 3/6 (apr. – jun. 2005); p. 151-157.

KELLY, Gregory. Bovine Colostrums: A Review of Clinical Uses. En : Alternative Medicine Review. Vol 8, No. 4 (2003); p. 378.

KLOBASA, F.; GOEL, M. and WERHAHN, N. Comparizon of freezing and liophilizing for preservation of colostrum as a source of immunoglobulin for calves. En : Journal of Animal Science. Vol. 76 (1998); p. 923-926.

LARSON, B.; HEARY, H. and DEVERY, J. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. En : Journal of Dairy Science. Vol. 63, No. 4 (apr. 1980); p. 665-671.

LOGAN, E. and PEARSON, G. The Distribution of Immunoglobulins in the Intestine of the Neonatal Calf. En : Annals of Veterinary Research. Vol. 9, No. 2 (1978); p. 319 – 326.

MARX, D. and STOTT, G. Analysis of censored data for such as colostrum immunoglobulin transfer in calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 11 (nov. 1979); p. 1819-1824.

MC VICKER, Jerry. Solicitud de información sobre funcionamiento de las pruebas plasma and colostrum IgG Quick Test. [online]. Mensaje a Angela Meneses y Oscar Mora. 1 Julio de 2005: comunicación personal.

MECHOR, G.; GRÖHN, Y. and VAN, R. Effect of temperature on Colostrometer Readings for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 74, No. 11 (1991); p. 3940 – 3943.

MEDINA, Mario. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. México : Limusa, Grupo Noriega editores, 1994. 17-194 p.

MICHANECK, P.; VENTROP, M. and WESTROM, B. Intestinal transmission of macromolecules in newborn dairy calves of difernet ages at first feeding. En : Research in Veterinary Science. Vol. 46, No. 3 (may. 1989); p. 375-379.

MOHAR, F.; FUSTE, E. y GONZALES, M. Las proteínas totales del suero sanguíneo del ternero recién nacido y su relación con la mortalidad. En : Revista Cubana de Ciencias Veterinarias. Vol. 23, No. 1 (1992); p. 49 – 54.

MOLLA, A. Immunoglobulin levels in calves feed colostrum by stomach tube. En : The Veterinary Record. Vol. 103, No. 17 (oct. 1978); p. 377-380.

MOORE, M. Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows. En : Journal of the American Veterinary Medical Association. Vol. 226, No. 8. (apr. 2005); p. 1375-1377.

MORIM, D. E *et al.* Factors Associated with Colostral Specific Gravity in Dairy Cows. En : Journal of Dairy Science. Vol. 84, No. 4 (2000); p. 937 – 943.

NAGY, Dusty and TYLER, Jeff. Immunology of the Bovine Neonate. En : Journal of Veterinary Internal Medicine. Vol. 16, No. 3 (2003); p. 451-456.

PAULIK, S. *et al.* Absorption of colostral immunoglobulins and its interdependence. En : The Veterinary Medicine. Vol. 29, No. 3 (mar. 1984); p.137 - 149.

PEDERSEN, R.; PAULRUD, C. and TUCKER, W. Influence of Bovine antiserum (Bo – Bac 2x) injection on Colostral Immunoglobulin G Absorption in Neonatal in Dairy Calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 83, No. 12 (2000); p. 2829 – 2833.

PETRIE, L. Maximizing the absorption of colostral immunoglobulins in the newborn dairy calf. En : The Veterinary Records. Vol. 114, No. 7 (feb. 1984); p. 157-163.

PLACE, N. T.; HEINRICHS, A. J. and ERB H. N. The Effects of Disease, Management, and Nutrition on Average Daily Gain of Dairy Heifers from Birth to Four Months. En : Journal of Dairy Science. Vol. 81, No. 4 (1998); p. 1004- 1009.

PRITCHETT, Lori *et al.* Evaluation of the Hydrometer for Testing Immunoglobulin GI Concentrations in Holstein Colostrum. En : Journal of Dairy Science. Vol. 77, No. 6 (1994); p. 1716 - 1767.

_____, Management and Production Factors Influencing Immunoglobulin G1 Concentration in Colostrum from Holstein Cows. En : Journal of Dairy Science. Vol. 74, No. 7 (1991); p. 2336.

QUIGLEY, Jim. "La regla de las 18 libras" de alimentación con calostro. En : Calf Notes.com. No. 38 (1998); p. 1 – 2.

_____. Actualización Sobre las Inmunoglobulinas G (IgG) del Calostro. En: Calf Notes.com. No 67. (oct. 2000); p.1 – 2.

_____. Alimentación con calostro. Amamantar o no amamantar. En : Calf Notes.com. No. 01 (1997); p. 1 – 2.

_____. Alimentación con Calostro. ¿Cuánto es suficiente?. En : Calf Notes.com. N° 02 (1997); p. 1 – 3.

_____. Alimentación con calostro. Fundamentos acerca de las Inmunoglobulinas del calostro. En : Calf Notes.com. No. 03 (1997); p. 1 – 2.

_____. Calf Age, Total Protein and FPT in Calves. En : Calf Notes.com. No. 66 (may. 2000); p. 1 – 4.

_____. Chemical treatment of colostrum. En : Calf Notes.com. No 66 (sep. 2000); p. 1 –2.

_____. Colostrum & growth of calves. En : Calf Notes.com. No. 74 (jul. 2001); p. 1.

_____. Congelamiento y descongelamiento de calostro. En : Calf Notes.com. No. 13 (1997); p. 1 – 2.

_____ ; KOST, J. and WOLFE, T. Absorption of Protein and Ig G in Calves Fed a Colostrum Supplement or Replacer. En : Journal of Dairy Science. Vol. 85 (2002); p. 1243 - 1248.

_____. Retraso en la alimentación con calostro. Efectos de la carga bacteriana. En : Calf Notes.com. No. 46 (dic. 1998); p. 1 - 2.

_____. Transferencia de Inmunoglobulinas hacia el Intestino. En : Calf Notes.com. No. 60 (nov. 1999); p. 1 - 4.

_____. Usando el Calostrómetro para medir la calidad del calostro. En : Calf Notes.com. No. 22 (ago. 1998); p. 1 - 2.

_____. Using the esophageal feeder to administer colostrum. En : Calf Notes.com. No. 83 (2002); p. 1 – 3.

RADOSTITS, Otto *et al.* Medicina Veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9 ed. España : McGraw Hill, 2002. v. 1, p. 140-142.

RAJALA, P. and CASTREN, H. Serum immunoglobulin concentration and health of dairy calves in two management system from birth to 12 weeks of age. En : Journal of Dairy Science. Vol. 78, No. 12 (dec. 1995); p. 2737 - 2744.

REA, D. *et al.* Prediction of calf mortality by use of test for passive transfer of colostral immunoglobulin. En : Journal of American Medicine Association. Vol. 288, No. 12 (jun. 1996); p. 2047 - 2049.

ROFFLER, B. *et al.* Intestinal morphology, epithelial cell proliferation, and absorptive capacity in neonatal calves fed milk-born insulin-like growth factor-1 or a colostrum extract. En : Journal of Dairy Science. Vol. 86, No. 5 (may. 2003); p. 1797.

SCAMMELL, A. Production and uses of colostrum. En : Australian Journal of Dairy Technology. Vol. 56, No. 2 (jul. 2001); p. 74 - 79.

SCHROEDER, Hans. Fisiopatología Reproductiva de la Vaca. Bogotá : Celsus, 1999. p. 266.

_____. Tratado de Obstetricia Veterinaria Comparada. 5 ed. Bogotá : Celsus, 1993. p.23.

SMITH, Michael. Evaluación de un sistema de alimentación integrado de terneros neonatos en una lechería de la zona central. Santiago de Chile, 2004, 10 p. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.

SOLARTE, Carlos; GARCIA, Hernan y IMUEZ, Marco. Bioestadística. Aplicaciones en producción y salud animal. Pasto: Editorial Universidad de Nariño, 2005. p.163-169. ISBN 958-9479-39-1.

STATGRAPHICS PLUS. Version 5.0. Copyright® 1994 - 2000. Statistical Graphics Corp.

STOTT, G. *et al.* Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves I. Period of Absorption. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 10 (oct. 1979); p. 1632 – 1638.

_____. Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves II. The rate of absorption. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 11 (nov. 1979); p. 1766 – 1773.

_____. Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves IV. Effect of Suckling. En : Journal of Dairy Science. Vol. 62, No. 12 (dec. 1979); p. 1908 – 1913.

_____ and FELLAH, A. Colostral immunoglobulin absorption lineary related to concentration for calves. En : Journal of Dairy Science. Vol. 66, No. 6 (jun. 1983); p. 1319 - 1328.

WATTIAUX, Michel. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Visión General de las Prácticas de Manejo. En : El Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de la Industria Lechera. No. 27 (2003).

_____. Crianza de Terneras del Nacimiento al Destete. Importancia de alimentar con calostro. En : El Instituto Babcock para la Desarrollo y la Investigación Internacional de la Industria Lechera. No.28 (2003); p. 109 - 112.

_____. Reproducción y Selección Genética. Preñes y Parto. En : El Instituto Babcock para el Desarrollo y la Investigación Internacional de la Industria Lechera (2003).

WEAVER, D. M. *et al.* Passive Transfer of Calostrual Immunoglobulins in Calves. En : Journal of Veterinary Intern Medicine. Vol. 14, No. 6 (nov.-dec. 2000); p. 569-577.

WESSELINK, R. *et al.* Colostrum intake by dairy calves. En : New Zeland Veterinary Journal. Vol. 47, No.1 (feb. 1999); p. 31-34.