

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

**“EFICIENCIA DE LOS MÉTODOS DE CALOSTRADO EN TERNEROS
HOLANDO”**

Por:

LÓPEZ RIVERO, Rafael

TESIS DE GRADO presentado como uno de
los requisitos para obtener el título de
Doctor en Ciencias Veterinarias
(Orientación Producción Animal)
MODALIDAD Ensayo experimental

MONTEVIDEO
URUGUAY
2016

PAGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dr. José Eduardo Blanc

Segundo miembro (Tutor):

Dra. Lourdes Adrien

Tercer miembro:

Dr. Jorge Gil

Fecha:

Autor:

Rafael López Rivero

AGRADECIMIENTOS

La lista de agradecimientos es innumerable a lo largo de los 6 años de estudios, pero quiero agradecer especialmente:

- A mi familia por el apoyo incondicional en las buenas y en las malas.
- A mi tutora, Dra. Lourdes Adrien por el apoyo y dedicación prestada para culminar los estudios en buena forma.
- Al personal del tambo de la estación Experimental Mario Alberto Cassinoni por la ayuda brindada.
- A mis amigos por siempre estar ahí para ponerle el hombro al estudio y darnos para adelante cuando no estábamos motivados.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	6
1. RESUMEN.....	7
2. SUMMARY.....	8
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1. Diagnostico de situación.....	12
4.2. Calostro bovino.....	14
4.3. Aparato digestivo del ternero.....	16
4.4. Absorción intestinal de macromoléculas.....	17
4.5. Receptores celulares de IgG.....	18
4.6. Importancia del consumo de calostro.....	18
4.7. Volumen de calostro necesario.....	19
4.8. Evaluación de calidad del calostro.....	21
4.9. Fallas en la transferencia de inmunidad pasiva.....	22
4.10. Métodos para detectar terneros inmunodeficientes.....	23
4.11. Métodos de calostrado.....	25
4.12. Sustitutos de calostro.....	26
5. HIPÓTESIS.....	28
6. OBJETIVOS.....	28
6.1. OBJETIVOS GENERALES.....	28
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
7.1. Ubicación.....	29

7.2.	Duración del ensayo.....	29
7.3.	Tratamientos.....	29
7.4.	Manejo de los animales y muestreo.....	29
7.5.	Determinaciones en el laboratorio.....	31
7.6.	Manejo de la alimentación.....	32
7.7.	Manejo sanitario de las madres y los terneros.....	32
7.8.	Análisis estadístico.....	33
8.	RESULTADOS.....	34
8.1.	Suplementación de calostro en relación al peso vivo.....	34
8.2.	Concentración de proteínas (PT) torales previo al calostrado.....	34
8.3.	Concentración de albumina y globulinas previo al calostrado.....	34
8.4.	Concentración de proteínas totales posterior al calostrado.....	34
8.5.	Concentración de albuminas y globulinas posterior al calostrado.....	36
8.6.	Concentración de inmunoglobulinas estimada.....	37
8.7.	Comparación de las técnicas.....	37
8.8.	Correlación entre proteínas totales y globulinas.....	38
9.	DISCUSIÓN.....	40
10.	CONCLUSIONES.....	46
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
	ANEXOS.....	54

	Página
Lista de Tablas	
Tabla 1. Características y composición química del calostro y leche de ganado Holstein.	14
Tabla 2. Composición de calostro, leche de transición y leche entera de vacas Holstein.	15
Tabla 3. Fármaco, dosis, antígeno y principios activos empleados en el manejo sanitario del rodeo lechero.	33
Tabla 4. Concentración de proteínas totales, albúmina y globulinas, previo al calostrado.	34
Tabla 5. Concentración de proteínas totales para cada tratamiento medidas por espectrofotometría posterior al calostrado. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).	35
Tabla 6. Efecto de la paridad sobre la concentración de albúmina posterior al calostrado.	36
Tabla 7. Concentración de globulinas en g/dL, medidas por espectrofotometría posterior al calostrado. Letras diferentes entre filas indican diferencia significativa.	37
Tabla 8. Concentración de IgG g/L estimada por la ecuación de Mowrey 2001.	37
Lista de Figuras	
Figura 1. Concentración de proteínas totales (g/dL) para cada tratamiento.	36
Figura 2. Correlación entre la concentración de proteínas totales medida por espectrofotómetro y refractómetro.	38
Figura 3. Correlación proteínas totales y globulinas de todas las muestras analizadas	39

1. RESUMEN

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar los diferentes métodos disponibles para la administración del calostro a terneros de la raza Holando, determinando las ventajas y desventajas de los mismos, así como la viabilidad práctica de cada método. Además se evaluaron las técnicas disponibles para evaluar la concentración de proteínas totales y de ésta forma estimar la transferencia pasiva de inmunidad. Se utilizaron 39 terneros de la raza Holando, los cuales fueron separados de sus madres, previo al amamantamiento natural, excepto 9 animales que integraron el grupo control amamantado al pie de la madre, siendo retirados a las 24 hs de vida. Los terneros fueron divididos al azar en 4 tratamientos: Grupo 1: Control, amamantamiento natural al pie de la madre, Grupo 2: calostrado con sustituto de calostro, Grupo 3: calostrado artificial utilizando mamadera y Grupo 4: calostro artificial utilizando alimentador esofágico. Para los terneros del Grupo 3 y 4 se empleo calostro almacenado congelado en banco de calostro. El mismo se conformo con calostro procedente de vacas multíparas del propio establecimiento con una densidad entre 1035 y 1055, el cual se almaceno fraccionado en recipientes de 2 litros a temperatura de -20°C. De cada animal se obtuvo información en relación al nacimiento, registrando: fecha y rango de horas en la que se produjo el nacimiento, tipo de parto de la madre, sexo, raza, identificación, presentación, actitud y posición del ternero y peso vivo al nacer. Se obtuvieron dos muestras de sangre desde la vena yugular en dos oportunidades, inmediatamente luego del nacimiento, antes del calostrado (excepto para el grupo 1) y la segunda entre el día 4 y 5 del nacimiento. En cada muestra se evaluó la concentración de proteínas totales (PT), albúmina, globulinas en el laboratorio y se evaluó la PT de forma rápida usando refractómetro y la prueba de glutaraldehído. La correlación encontrada entre las pruebas de campo y la espectrofotometría fue de 92%, determinado lo apropiado de estas técnicas para estimar el grado de inmunidad de los animales. El amamantamiento natural fue la metodología de suministro de calostro que presento mayor concentración de PT ($7,17 \pm 0,46$ g/dL; $p=0,01$) evaluadas por espectrofotometría. La administración de 4 litros de calostro en 2 tomas vía alimentador esofágico y mamadera también alcanzaron buenas concentraciones de PT evaluadas por espectrofotómetro ($6,65 \pm 0,43$ - $6,12 \pm 0,47$ g/dL, respectivamente; $p=0,01$). El uso de sustituto de calostro fue la metodología por la cual se obtuvo menor concentración de PT ($5,43 \pm 0,47$ g/dL; $p=0,01$), pero de igual manera superó los 5 g/dL requeridos para considerar un calostrado aceptable. Todos los tratamientos superaron la concentración mínima de 10g/dL de IgG luego de calostrados.

2. SUMMARY

This work aims to study the different available methods for the administration of colostrum to Holstein calves, through establishing the advantages and disadvantages of each method, as well as their practical feasibility. Besides, available techniques were evaluated to assess concentration of total protein and therefore estimate the passive transfer of immunity. Forty calves were used, which were separated from their mothers, prior to the natural breastfeeding, except 10 animals that were part of the control group who ingested colostrum from their mothers, and these were removed after 24 hours of life. The calves were randomly divided into treatments: Group 1: Control, natural suckling with the mother, Group 2: colostrum replacer, Group 3: natural colostrum using a bottle and Group 4: natural colostrum using a gavage. For calves of Group 3 and 4, stored frozen colostrum in colostrum bank was used. The colostrum bank was made with colostrum of multiparous cows with a density between 1035 and 1055, and was split-stored into 2-liter containers at -20°C . Of each animal, information regarding birth was obtained, and the following was recorded: date and time of birth, type of birth of mother, sex, race, identification, presentation, attitude and position of the calf at birth, and weight at birth of the calves. Two blood samples were obtained from the jugular vein on two occasions, immediately after birth (before colostrum, except for group 1) and the second between day 4 and 5 of the birth. In each sample, the concentration of total protein (TP), albumin, globulins, was assessed and evaluated quickly using a refractometer and a glutaraldehyde test. The correlation found between the field tests and spectrophotometry was acceptable (92%), since they were determined to be appropriate to estimate the degree of immunity of animals. Natural suckling was the methodology for supplying colostrum that had greater concentration of TP (7.17 ± 0.46 g/dL; $p=0.01$) evaluated by spectrophotometry. The administration of 4 liters of colostrum in 2 doses via esophageal feeding and bottle also achieved good levels of total protein when evaluated by spectrophotometer (6.65 ± 0.43 to 6.12 ± 0.47 g/dL, respectively; $p=0.01$). The use of colostrum replacer was the methodology by which the lowest total protein concentration was obtained (5.43 ± 0.47 g/dL; $p=0.01$), but equally the concentration has exceeded the 5 g/dL required to consider it acceptable. All treatments reached the minimum concentration of IgG after colostrum intake ($> 10\text{g/L}$).

3. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el sector lechero de Uruguay ha atravesado un proceso de intensificación, el cual se explica por la mayor demanda de materia prima de calidad por parte de la industria, el aumento de las exportaciones y el consumo interno (para el año 2014, el consumo/persona es de 261 litros de leche equivalente/año, Anuario DIEA, 2015), pero también por una reducción del número de predios lecheros y la transformación de los predios que antiguamente solo producían en base a pasturas a sistemas intensivos con un importante paquete tecnológico en alimentación, reproducción, sanidad y manejo eficiente de los rodeos (INALE, 2014).

En los últimos años la producción de leche aumentó un 42% (664 millones de litros del ejercicio 06/07 al 13/14), del total del volumen producido, un 90% (2014 millones de litros) es remitido a las plantas industrializadoras. En los últimos 16 años se constató un alza sostenida en los porcentajes de materia grasa y proteína de la leche, lo que directamente aumenta el porcentaje de sólidos totales (6,69-7,03%) y la calidad de la materia prima. Esto fue posible debido a la mejora genética de los ganados y ajustes en la alimentación, que apuntan a mayores producciones por vaca (5270 litros anuales/vaca masa según Anuario DIEA 2015) y mejor calidad (INALE, 2014).

Desde el año 1985 se vio reflejado en las declaraciones juradas de DI.CO.SE un aumento del rodeo de bovinos de leche, pasando de un total de 626 mil a 772 mil cabezas en el año 2014, notándose que en el año 2011 hubo un record de cabezas de ganado lechero con 793 mil cabezas. Este aumento en el rodeo refleja en parte, el aumento en la remisión de leche a las plantas industrializadoras. En el año 2007, 3403 remitentes enviaron a planta un total de 1328 millones de litros de leche por año, en contrapartida en el año 2014, 2927 remitentes enviaron a planta un total de 2014 millones de litros de leche al año. Otro dato interesante que se desprende de estos números es que con el paso de los años, 476 productores menos remitieron a planta 664 millones de litros de leche más, lo que indica claramente la intensificación del rubro lechero. Esto último se ve reflejado, además en una reducción de 80000 hectáreas destinadas a la producción de leche, en el año agrícola 06/07 fueron destinadas al rubro 874 mil ha y en el año agrícola 13/14: 794 ha (Anuario DIEA, 2015).

Ante esta realidad de la lechería nacional y teniendo en cuenta el actual momento de crisis que atraviesa el sector agropecuario, en especial el sector lechero en el ejercicio 15/16, los sistemas productivos deberán ser sumamente eficientes para lograr mantener las producciones que se han alcanzado a lo largo de los años sin descapitalizarse ni endeudarse.

Un aspecto relevante en los sistemas lecheros es la crianza de las terneras, futuro reemplazo de la máquina productiva. En Uruguay existe escasa información sobre el porcentaje de mortalidad de terneros, machos y hembras, pero se presume que es de gran importancia, principalmente en aquellos sistemas de producción donde se ha modificado e intensificado el sistema de

cría. La encuesta lechera publicada por DIEA 2009 reporta un 9,9% de mortalidad, mientras tanto Caffarena y Schild (2016) reporta un 11,4% de mortalidad a nivel de la cuenca lechera de Colonia. Muchas de las enfermedades que ocurren en los primeros días de la crianza están asociadas a las fallas en el calostro. La importancia del correcto calostro además de posibilitarnos llegar con una ternera saludable a la recría, ayuda a reducir la mortalidad neonatal en terneros en las primeras 24 a 48hs de vida como cita Place y col., (1998).

Según la base de datos del Laboratorio regional Noroeste de DILAVE, los principales motivos de consulta en terneros son por casos de mortalidad, aborto y mortalidad perinatal, seguidos por cuadros digestivos (Dr. Rodolfo Rivero y Dra. Carolina Matto, 2014, Comunicación personal).

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 complemento, nacen hipogammaglobulinemicos, por lo que requieren del consumo de calostro como fuente de inmunoglobulinas durante el periodo neonatal (Nagy y col., 2003, Quigley y col., 2002). Para lograr la obtención de reemplazos en buen estado de salud es necesario que los terneros alcancen un óptimo nivel de inmunoglobulinas séricas, pues de lo contrario, los riesgos de morbilidad o mortalidad neonatal y juvenil se incrementan (Place y col., 1998). El suministro de calostro es uno de los factores que afecta la salud, además depende de la combinación de elementos como el tipo de parto, el medio ambiente y el manejo que inciden directamente en la presentación de falla en la transferencia pasiva.

Existen numerosas formas de suministrar calostro pero la eficiencia de transmisión de inmunoglobulinas de cada una no está totalmente probada. Se puede administrar el calostro de diversas maneras durante las primeras 12 a 18 hs de vida. El más sencillo es dejar la ternera con la madre, durante las primeras 24 hs de vida. Sin embargo Brignole y col., (1980), en su estudio, encontró que dejar a la cría con la madre por un día para que consumiera calostro, produce una falla en la transferencia del 42%. Un segundo método es enseñar a tomar el calostro en un balde lo que muchas veces es dificultoso. Un tercer método es administrar el calostro en volumen adecuado usando un biberón y por último administrar el calostro con alimentador esofágico.

La utilización de la sonda puede resultar algo impráctico, dependiendo de los operarios, pero además, no estimula el cierre de la gotera esofágica. Un elemento muy importante cuando se utilizan las sondas es la limpieza del implemento, ya que puede ser vehículo de agentes patógenos para el animal y entre animales (Wattiaux, 2003). Por otra parte, según el estudio realizado por Molla (1978), la transferencia pasiva de inmunoglobulinas fue satisfactoria al usar la sonda esofágica, se observó que el rumen de los pre-rumiantes 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 sistema. 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.

La eficiencia en el calostrado, es decir, la evaluación de la correcta absorción de inmunoglobulinas se puede evaluar utilizando diversas técnicas. Existen pruebas directas, que se pueden hacer en el suero del ternero recién nacido. Hay pruebas rápidas, en las cuales se hace la lectura en una hora aproximadamente. La técnica de aglutinación en látex o test de látex es una técnica confiable, rápida y de buena correlación con la inmunodifusión radial que es la técnica de referencia. Otro test es el del Glutaraldehído, que es una prueba cualitativa para medir la concentración de Ig. Además, se puede realizar la prueba de precipitación de sulfato de zinc (PSZ) que está basada en la capacidad de los iones pesados de unirse al Fc de las Igs y hacerlas precipitar. Una técnica similar a la última es la del sulfito de sodio (PSNa). La refractometría, que consiste en un aparato que mide el índice de refracción a la luz al incidir sobre la gota de suero, también es de utilidad. La correlación entre la proteína total del suero y las IgG en terneros con 24 horas de nacidos es aproximadamente 0,71. Existen otras pruebas que se pueden leer a las 4 a 6 hs después de realizadas, como son el Enzimoimmunoensayo (ELISA) y el Radioinmuno precipitación (RIP). Por último la prueba de inmunodifusión radial cuantitativa es de referencia y permite conocer además de la concentración de Ig, las clases y subclases de Igs. La desventaja es el tiempo de lectura que se realiza a las 48-72 hs (Fernández y col., 1995).

También se debe estimar la calidad del calostro. Fleenor y Stott, (1980), desarrollaron la metodología del calostrómetro, que permite estimar la concentración de Ig en calostro fresco a través de la gravedad específica del mismo.

En el Uruguay se encuentra disponible un nuevo producto comercial, un reemplazante de calostro que es de mucha utilidad en aquellos casos donde no hay banco de calostro. Este producto (Calostro bovino completo, Sask Colostrum) de origen Canadiense es básicamente calostro liofilizado, conteniendo 100 gr de inmunoglobulina G por dosis.

La falla en la transferencia pasiva de inmunidad muchas veces ocurre porque el ternero no consume la cantidad de Ig que debería consumir. Por este motivo, hay diversas opciones para el suministro de calostro. Existen diversas recomendaciones, respecto al volumen de calostro a suministrar y a la vía, es decir si es mamadera, sonda bucoesofágica, o consumo voluntario. Gooden y col., (2009a) demostró que los terneros muchas veces no consumen de forma voluntaria la cantidad de calostro que requiere, lo que complica que el animal absorba la cantidad de inmunoglobulinas que requiere. En este trabajo también se demostró que la utilización de sonda mejora la transferencia de inmunidad y que es mínimo el efecto de la caída de calostro al retículo rumen, por el pequeño tamaño que estos órganos tienen al momento del nacimiento. Además en el caso de sustituto de calostro se mejoraría la transferencia debido a que la concentración de Ig es mayor, por la forma de preparación del producto.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

4.1. Diagnostico de situación.

Los años recientes se caracterizaron por un fuerte crecimiento de la remisión de leche a planta, sobre la base de aumentos de productividad y de una tecnología de producción sustentada en la alimentación a base de concentrados y suplementación en general, además de la mejora genética de los ganados y el manejo eficiente del rodeo (sanidad y reproducción). Así, entre 2008 y 2014 (Período de precios de los lácteos en niveles récord) la remisión de leche a plantas creció a un ritmo de 6% promedio anual, superando en más de 2 puntos porcentuales la tasa de crecimiento promedio de la última década y media (Análisis sectorial y cadenas productivas. Anuario 2015 OPYPA).

El presente escenario de crecimiento del sector se puede explicar por el aumento de las exportaciones y el consumo interno (261 lts leche eq/año), mayor demanda de materia prima de calidad por parte de la industria y menor número de productores.

Según el anuario estadístico DIEA 2015, la producción de leche comercial entre los ejercicios agrícolas 2006/2007 y 2013/2014 aumentó un 42%, en contrapartida en el mismo periodo la superficie destinada al sector se redujo en 80000 hectáreas y el número de predios lecheros en 300, indicando claramente la tecnificación del sector para aumentar su producción.

Este crecimiento de la producción no se refleja en el rodeo lechero, ya que para el periodo mencionado anteriormente el crecimiento fue de apenas un 4%. Cuando observamos indicadores productivos, los porcentajes de vaca masa/total y vacas en ordeño/total se mantienen relativamente constantes, pero la producción individual estimada en litros de leche anual/vaca masa creció un 36% lo que refleja mayores producciones individuales. Estos aumentos en la producción reducen la longevidad de las vacas lecheras (Sotelo 2012, edad promedio de las vacas lecheras en Uruguay es de 7 años) lo que hace de vital importancia para el manejo eficiente del rodeo la obtención de reemplazos de calidad en tiempo y forma.

La cría de terneros de tambo es una etapa de vital importancia en cualquier sistema de producción de leche. La misma generalmente se realiza de modo artificial, con empleo de leche o suplemento lácteo y concentrado, lo que implica importantes costos para el productor, y por eso es una etapa a la que se presta especial atención (Quiroz y Ruiz, 2012).

Durante el proceso de obtención de vaquillonas, la crianza es la etapa de mayor morbilidad y mortalidad, y por eso su correcta implementación determinará gran parte del éxito del sistema. La crianza de terneros es fundamental ya que afectará la salud y la producción futura de leche; por lo tanto, contar con variables que indiquen su funcionamiento permite diagnosticar y priorizar los problemas del sistema (Quiroz y Ruiz, 2012).

Para la obtención de buenos reemplazos, es necesario que las terneras alcancen un óptimo nivel de inmunoglobulinas séricas, de lo contrario, los

riesgos de morbilidad o mortalidad neonatal y juvenil se incrementan (Place y col., 1998).

La tasa de mortalidad en terneros nacidos vivos es de un 10% (3-30%), lo que redonda en pérdidas económicas importantes para las empresas. Con un 20% de mortalidad existe un 38% de pérdida en el beneficio neto de la empresa. En terneros menores a los 5 meses, el 55% de las muertes se produce en la primera semana de vida y el 25-30 en la segunda (Radostits y Blood, 1993).

En Uruguay existe escasa información sobre los porcentajes de morbilidad y mortalidad a nivel de guacheras, pero se cree que es muy importante.

En la Encuesta Lechera publicada por DIEA (2009), de un total de 2.791 explotaciones se obtuvo información en cuanto a edad, peso promedio al desleche y tipo de alimentación ofrecida a los animales. La edad de desleche más frecuente se ubica promediadamente entre los dos y tres meses para la gran mayoría de las explotaciones (83 %), situación que presenta un comportamiento similar a nivel de todos los estratos de tamaño. Por su parte, el peso promedio al desleche registra variaciones importantes. Para el 55 % de las explotaciones, los terneros salen de la guachera con más de 80 kilos de peso vivo, en tanto para un 43% dicho peso representa un rango que oscila entre 60 y 80 Kg. Solamente un 2 % de los tambos registra pesos de destete por debajo de 60 kg de peso vivo. Con respecto al tipo de alimento suministrado en la etapa de crianza, la leche constituye el alimento por excelencia en el periodo de crianza, siendo suministrado en forma permanente por el 96 % de las explotaciones. También es frecuente el suministro permanente de ración, práctica que abarca al 72 % de los tambos. Por su parte, el acceso a praderas y el suministro de fardo, tanto en forma permanente como ocasional, es utilizado promediadamente por un 40 % de las explotaciones. Sin embargo, solamente el 12 % de los tambos suministra silo a los terneros lactantes. Por último, tanto el uso de sustituto lácteo como el suministro ocasional de ración a los terneros, son practicas menos frecuentes, involucrando a menos del 10 % de las explotaciones analizadas.

Las muertes en la guachera son el 9,9 % de las terneras y terneros criados en el ejercicio (DIEA, 2015).

En la cuenca lechera del departamento de Colonia, los investigadores Caffarena y Schild (2016), reportaron una tasa de mortalidad en guacheras del 11,4% a nivel departamental y de un 14,1% para el 31,4% de establecimientos que llevaba registros confiables a nivel de guachera. Cuando se observa la edad de las muertes, el 51% se da en la primera semana de vida, mientras que un 49% se reporta entre los 8 y 14 días de vida. Las causas señaladas totalizan un 82,4% de diarreas y 47,1% enfermedades respiratorias.

A nivel internacional Azizzadeh y col., (2012), sobre un total de 4097 terneros reportaron una tasa de mortalidad del 6,5% en un sistema de cria al aire libre en Iran. Las causas de muerte fueron 58% desordenes digestivos y 13% desordenes respiratorios.

Generalmente, los terneros diarreicos presentan falla de transferencia pasiva (FTP) de inmunidad (Rea y col., 1996; Lofstedt y col., 1999, citados por Baquero-Parrado, 2008). La FTP se define como una concentración de IgG en suero sanguíneo inferior a los 10 mg/ml evaluada entre las 24 y 48 hs de vida (Weaver y col., 2000).

Ante estas perspectivas del país, reconociendo la importancia de obtener reemplazos de calidad para permitir al productor realizar un correcto descarte de vacas poco productivas con el fin de mantener la eficiencia de producción, se plantea como un punto estratégico realizar el correcto calostro de los terneros en las primeras horas de vida con el fin de no comprometer el futuro desempeño productivo y permitirles expresar el máximo potencial de producción.

4.2. Calostro bovino

Se define al calostro como la primera secreción producida por la glándula mamaria después del parto, especialmente rica en anticuerpos y sólidos totales cuando se lo compara con la leche, (Tabla 1) los cuales proveen protección inmunológica durante las primeras semanas de vida de los terneros bovinos y son la primera fuente de energía. El calostro contiene gran número de linfocitos, neutrófilos, macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol que van disminuyendo a medida que se suceden los ordeños (Tabla 2) (Elizondo, 2007). Según Davis y Drackley, 1998, estos factores de crecimiento y hormonas tienen un papel importante y son el estímulo para el desarrollo del tracto gastrointestinal y otros sistemas de la ternera recién nacida.

Tabla 1. Características y composición química del calostro y leche de ganado Holstein.

Variable	Calostro			Leche de Transición
	Número de ordeño post-parto			
	1	2	3	Leche
Gravedad específica	1.056	1.045	1.035	1.032
Sólidos totales (%)	23,9	17,9	14,1	12,5
Grasa (%)	6,7	5,4	3,9	3,6
Sólidos no grasos (%)	16,7	12,2	9,8	8,6
Proteína total (%)	14	8,4	5,1	3,2
Inmunoglobulinas (%)	6	4,2	2,4	0,09
IgG (g/dL)	3,2	2,5	1,5	0,06
Lactosa (%)	2,7	3,9	4,4	4,9
Calcio (%)	0,26	0,15	0,15	0,13
Potasio (%)	0,14	0,13	0,14	0,15

Sodio (%)	0,14	0,13	0,14	0,15
Vitamina A (µg/dL)	295	190	113	34
Vitamina E (µg/dL)	84	76	56	15

Adaptado de Davis y Drackley, 1998.

Tabla 2. Composición de calostro, leche de transición y leche entera de vacas Holstein.

Parámetro/Ordeño	Calostro	Leche de Transición (ordeñas postparto)		Leche
	1	2	3	6
Gravedad Especifica	1,056	1,040	1,035	1,032
Sólidos Totales (%)	23,9	17,9	14,1	12,9
Grasa (%)	6,7	5,4	3,9	4,0
Proteína Total (%)	14,0	8,4	5,1	3,1
Caseína (%)	4,8	4,3	3,8	2,5
Albumina (%)	6,0	4,2	2,4	0,5
Inmunoglobulinas (%)	6,0	4,2	2,4	0,09
IgG1 (g/100ml)	3,2	2,5	1,5	0,06
Lactosa (%)	2,7	3,9	4,4	5,0
IGF-1 (µg/L)	341	242	144	15
Insulina (µg/L)	65,9	34,8	15,8	1,1
Ceniza (%)	1,11	0,95	0,87	0,74

Fuente: Adaptado de Elizondo (2007a), Godden (2008).

Otra definición de calostro es la entregada por Godden, (2008), quien describe el calostro como una mezcla de secreciones lácteas y componentes del suero sanguíneo, más notoriamente inmunoglobulinas (Ig) y otras proteínas séricas, que se acumulan en la glándula mamaria durante el período seco de preparto. Este proceso se inicia varias semanas antes del parto, bajo la influencia de las hormonas lactogénicas, incluyendo prolactina, y cesa abruptamente en el parto.

El calostro propiamente dicho, es la secreción de la glándula mamaria obtenido en el primer ordeño de la vaca post parto, desde el segundo al sexto ordeño se denomina leche de transición y varía las proporciones de sus componentes hasta ser igual a la leche. Las inmunoglobulinas calostrales y demás componentes se concentran en la glándula mamaria durante la gestación, alcanzando su máxima concentración entre los 3 y 9 días pre-parto. Gómez-Lucía y col., (2006) indican que el transporte selectivo de IgG1 ocurre por su unión a receptores Fc-específicos de la membrana plasmática basal de las células secretoras de la glándula mamaria; siendo la unión de IgG con FcRn pH-dependiente, ocurriendo a pH 6, pero no a pH 7,4. La expresión del receptor parece estar influenciada por las hormonas estrógeno y progesterona, razón por la cual post parto cuando comienza actuar la prolactina dicha expresión se hace nula.

El isotipo IgG2 proviene de la sangre o puede ser sintetizado en la propia glándula mamaria. Por otra parte la IgM también proviene de la sangre y la IgA es de síntesis local (Serratosa y col., 1993).

La distribución de las diferentes clases de Ig en el calostro es variable entre vacas (Stott y col., 1981; Petrie, 1984). Las IgG, IgA e IgM típicamente contabilizan aproximadamente 85%, 5% y 7% del total de Ig en el calostro, respectivamente (Larson y col., 1980; Sasaki y col., 1983).

Cada clase de Ig tiene un rol fisiológico importante, pero se ha determinado que la concentración de IgG en sangre está altamente asociada con la sobrevivencia y salud de las terneras. Esta Ig es la de menor tamaño razón por la cual puede entrar y salir del torrente sanguíneo y desplazarse por el espacio extracelular y se encarga de identificar y destruir los patógenos invasores, previniendo además la fijación de patógenos, inhibiendo el metabolismo, la aglutinación de bacterias, neutralizando virus y bacterias (Liu y col., 2009). La IgM es la primera línea de defensa del organismo ante casos de septicemia y bacteriemias, debido a su gran tamaño se encuentra restringida al torrente sanguíneo. La IgA es la encargada de conferir protección a las mucosas, evita la adhesión y penetración de agentes patógenos al organismo (Fernández y col., 1995).

Entre los componentes inmunológicos inespecíficos Fernández y col., (1995) indican que en el calostro se encuentran factores antimicrobianos entre los que destacan: lisozimas, que actúa sobre el peptidoglicano de la pared celular de las bacterias, lactoferrina, la cual provoca la carencia de hierro en las bacterias que son exigentes en este factor para su desarrollo, y el Complejo Lactoperoxidasa/Tiocianato/Agua Oxigenasa, que es indispensable para potenciar la actividad colibacilar de los ácidos calostrales.

Además de los factores inmunológicos el calostro es rico en vitaminas, dentro de las cuales se destacan la vitamina A, D y E. La vitamina E es un componente importante por su función antioxidante y debido a que no puede pasar la placenta en cantidades apreciables, el ternero la debe obtener del calostro. La vitamina A es importante para proteger la mucosa intestinal contra la adhesión e invasión de agentes patógenos (Garzón, 2007).

4.3. Aparato digestivo del ternero

El aparato digestivo de los rumiantes al nacer funciona muy parecido al de los monogástricos debido a que el rumen tiene un desarrollo muy rudimentario (Bacha, 1999). El agrandamiento del estómago anterior ocurre con rapidez luego del nacimiento, pero la tasa de crecimiento depende del tipo de dieta (Garzón, 2007). El tiempo que tardan los terneros en desarrollar anatómicamente y funcionalmente los pre-estómagos dependen del consumo de alimentos sólidos de buena calidad y en adecuada cantidad. Con tal fin existen en el mercado una variedad de alimentos concentrados iniciadores que aportan una adecuada cantidad de energía, proteínas y fibra efectiva.

Durante el periodo de pre rumiante el órgano encargado de los procesos digestivos es el abomaso. Consigue hacerlo por la existencia de una estructura anatómica que permite el paso de los alimentos líquidos desde el esófago hasta el surco omasal.

La gotera esofágica son dos pliegues musculares que se extienden en forma descendente desde el cardias hasta el omaso a lo largo de la pared del retículo (Bacha, 1999). Cuando esta se estimula se produce su cierre formando un conducto que pasa el alimento líquido directo al abomaso.

El cierre de la gotera depende de un impulso nervioso vía vagal que sólo sucede cuando el animal mama de manera voluntaria y es independiente de la composición química del líquido consumido, en cambio si los animales son forzados a deglutir el líquido o beben para saciar su sed, la gotera no se cierra y el líquido ingerido entra al rumen (Bacha, 1999).

4.4. Absorción intestinal de macromoléculas

El sistema inmune de los terneros al nacimiento es inmaduro e incapaz de producir suficientes cantidades de inmunoglobulinas para combatir las infecciones (Sasaki y col., 1983). La placenta del bovino es de tipo epiteliocorial y esta circunstancia impide la transferencia de inmunoglobulinas al feto durante la gestación, por lo que el ternero presenta una condición agammaglobulinémica al nacimiento en condiciones normales (Tizard, 1992). De esta forma, la adquisición de Ig a través de la absorción intestinal protege a la ternera de las enfermedades hasta que su propio sistema inmune llegue a ser completamente funcional (Robinson y col., 1988).

El intestino delgado de la ternera recién nacida posee la capacidad de absorber moléculas grandes intactas, como las Ig y otras proteínas, solamente durante las primeras 24 horas de vida (Stott y Menefee 1978, Larson y col., 1980, Hopkins y Quigley 1997, Morin y col., 1997). Es por ello que, el tiempo transcurrido entre el parto y el consumo de calostro es tan importante. En los trabajos de Prosser y col., 1992, Todd y col., 1995, señalan que el mecanismo de pinocitosis por medio del cual las Ig atraviesan el intestino quedara abolido transcurridas las primeras 24 a 36 horas de vida.

La absorción ocurre por una vía no selectiva (todas las Ig) donde las macromoléculas son captadas en las células intestinales de absorción (enterocitos) por formación de túbulos en la base de las micro-vellosidades apicales. Esos túbulos tocan por fuera las células para formar pequeñas vesículas que pueden transportar el contenido a la membrana baso lateral y liberar su contenido hacia el espacio extracelular, desde donde las macromoléculas pueden ser absorbidas hacia la sangre (Hurley, 2009).

Stott y col., (1979a), estudiaron la absorción de macromoléculas desde el lumen intestinal a la sangre de lechones y definieron la absorción en dos fases: a) captación o internalización dentro del epitelio intestinal y b) transporte o subsecuente expulsión de las macromoléculas hacia la circulación sistémica.

El proceso de absorción de macromoléculas se da a nivel de yeyuno, ya que las macromoléculas a nivel del íleon son destruidas por las vesículas lisosomales de los enterocitos.

Bush y Staley (1980), señalan que la absorción de anticuerpos se lleva a cabo enteramente en el intestino delgado y el transporte a la circulación es por vía linfática. Los anticuerpos aparecen en la linfa dentro de 1 a 2 horas de la introducción del suero calostroal hacia el duodeno, siempre que esto ocurra dentro de 27 horas después del nacimiento.

El hecho de que las proteínas del calostro no sean digeridas y se absorban exactamente igual a como son ingeridas por el ternero obedece a varias razones. Por un lado las células fundidas del abomaso no secretan ácido clorhídrico durante las primeras 24 horas de vida, por lo tanto el pepsinógeno no es convertido en pepsina y no son atacadas las proteínas, además la renina solo ataca y coagula a la caseína. Por otra parte el calostro posee un factor inhibidor de la tripsina que evita la digestión de las Ig y estas pasan al intestino con el suero rápidamente (Longenbach y Heinrichs, 1998). Por otra parte, según Yvon y col., (1993) el calostro tiene una velocidad de tránsito mucho mayor que la leche entera.

El mecanismo de cierre del paso de macromoléculas después de las 24 de nacido aún no está dilucidado por completo pero lo más probable es a que se deba a la combinación del agotamiento de la capacidad de pinocitosis y el reemplazo de los enterocitos por células epiteliales maduras del intestino delgado (Thompson y Paul, 1981).

4.5. Receptores celulares de IgG.

La absorción selectiva de inmunoglobulinas está mediada por un receptor Fc especializado de las células epiteliales inmaduras del intestino (FcRn) que tiene una estructura muy relacionada con las moléculas del complejo mayor de histocompatibilidad (CMH) Clase I (Gómez-Lucía y col., 2006). Doleschall y col., (2005) indican que el receptor Fc neonatal bovino ha sido caracterizado y su expresión ha sido encontrada en múltiples tejidos entre ellos la glándula mamaria, el intestino delgado, riñones e hígado.

4.6. Importancia del consumo de calostro

Los neonatos requieren asistencia inmune pasiva transferida por la madre a través del calostro, reflejándose el fracaso de la transferencia pasiva en una baja concentración de inmunoglobulinas en los terneros (Tizard, 1987). El éxito o fracaso de la transferencia se verá reflejado en pérdidas económicas por muertes o tratamientos a los terneros que enfermen.

Como lo menciona Flórez y col., (2000), las pérdidas económicas que se pueden llegar a tener dentro de las ganaderías por concepto de enfermedad y muerte de animales en edades tempranas son altas, esto se correlaciona directamente y en gran parte a falla en la transferencia pasiva que se presenta cuando la concentración de inmunoglobulinas en el suero es menor a 10mg IgG/ml de suero sanguíneo (Filteau, 2003).

El organismo posee una serie de barreras físicas, químicas y biológicas que lo defienden al organismo contra agentes patógenos, la primera barrera es la piel, una barrera absoluta, las vellosidades y mucosas producen sustancias antimicrobianas, los agentes que logran atravesar estas barreras se encuentran con la segunda línea de defensa que está integrada por un grupo de células fagocíticas y finalmente la tercera línea de respuesta es la inmunidad humoral integrada por los anticuerpos, los cuales se encargan de identificar, opsonizar y destruir a los agentes patógenos que ingresen al organismo, de aquí la importancia que la ternera reciba calostro materno en adecuada cantidad y excelente calidad, este según Le Jam (1996), contiene más de 10.000.000 de inmunocelulas maternas viables por milímetro, incluyendo linfocitos T y B, neutrófilos macrófagos, factores de crecimiento y hormonas como la insulina y el cortisol, que intervienen en el desarrollo del tracto gastrointestinal.

Además de la importancia inmunológica del calostro que ya se dejó en claro, este posee otras funciones, es la primera fuente de nutrientes para la ternera después del nacimiento, contiene casi el doble de sólidos totales que la leche, el contenido de proteínas y grasa es mayor, pero la concentración de lactosa es menor, vitaminas y minerales se encuentran también en cantidades mayores, de las que se destacan las vitaminas A, D y E y el calcio (Tabla 1 y 2).

4.7. Volumen de calostro necesario

El volumen de calostro que se debe administrar a las terneras al nacimiento es dinámico, y va de la mano de diferentes factores como ser el peso corporal al nacimiento, la concentración de inmunoglobulinas presentes en el calostro, el volumen de calostro producido, el tiempo transcurrido desde el parto a la primera toma, entre otros.

Además de una toma oportuna de calostro, la concentración de Ig en suero sanguíneo depende también de la cantidad de Ig consumidas (Stott y col., 1979a; Stott y col., 1979b; Stott y Fellah, 1983), la cual depende del volumen de calostro consumido, la concentración de Ig en el calostro consumido y la eficiencia de absorción de Ig en el intestino (Stott y col., 1979a; Stott y col., 1979b; Stott y Fellah, 1983).

Según Dawes y col., 2002, afirma 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 hs. de nacidos. Por otra parte, Bacha 1999 cita a Martino y col., 1987 que señalan que el tiempo máximo en el cual el ternero debe realizar su primera toma de calostro es 30 minutos posteriores a su nacimiento. En su trabajo, Martino indica que un ternero debe ingerir en las primeras 6 horas de vida una cantidad equivalente al 6% de su peso vivo en calostro, o entre el 10 a 15% en las primeras 12 horas. Si es necesario debe practicarse una alimentación forzada mediante sonda para conferir suficiente inmunidad.

Smith y Foster (2007) citan a McGuirk y Collins (2004) para indicar que la transferencia de inmunidad desde la ingestión de calostro es generalmente considerada como adecuada si la concentración sérica de IgG está sobre

1.000mg/dL, y ellos dan las recomendaciones generales que incluyen la alimentación con 4 litros de calostro con más que 50g/L de IgG y menos que 100.000 ufc/mL de bacterias dentro de las primeras 6 a 8 horas de vida.

Quigley (2000), Godden y col., (2009a) indica que las terneras pueden ser definidas con fallida transferencia pasiva (FPT) de las inmunoglobulinas calostrales protectoras (Ig) si la concentración sérica de Ig es menor a 10 mg/mL (10g/L) cuando son muestreadas entre las 24 a 48 horas de vida.

Pritchett y col., (1991) observaron que terneras alimentadas con 2 L de calostro alto en Ig a las 0 y 12 h tuvieron concentraciones de IgG1 en suero significativamente más altas a las 8, 12, 24 y 48 h de nacidas, que terneras alimentadas de manera semejante con calostro bajo en inmunoglobulinas. La cantidad total de IgG1 ingeridas por las terneras que consumieron calostro de mejor calidad fue aproximadamente dos veces mayor que las terneras que consumieron calostro de menor calidad (240 vs 132 g), y la concentración promedio de IgG1 en suero a las 48 h fue aproximadamente dos veces mayor (21 vs 12 mg/ml).

En el mismo trabajo, Pritchett comprobó que aún mas alta fue la absorción de IgG1 cuando se administró 4 L de calostro de alta calidad a la hora 0, indicando que la saturación de los mecanismos de absorción no había ocurrido como había sido indicado por Stott y Fellah 1983. La concentración de IgG1 promedio fue de 30 mg/mL en terneras alimentadas con 4L, mientras que en terneras alimentadas con 2 L fue de 21 mg/mL. En este trabajo quedó demostrado que la absorción de Ig tiene la misma eficiencia alimentado 2 que 4 L en la primera toma, y que la concentración de Ig en suero promedio es mayor en terneras alimentadas con 4 litros, por lo cual es ventajoso administrar un mayor volumen o de lo contrario alimentar con calostro de buena calidad.

Hopkins y Quigley (1997), llevaron a cabo un estudio para determinar si 3,8 L de calostro en una o dos tomas iguales tendría alguna influencia sobre la concentración de IgG en suero a las 24 h de edad y no encontraron diferencias significativas, lo que indica que el éxito en la transferencia de inmunidad pasiva se puede conseguir administrando una o dos tomas de calostro.

En el trabajo de Pritchett y col., (1991) observaron que la administración de 4 L de calostro en una toma con chupón o alimentador esofágico no causó signos de molestia ni mostró ninguna evidencia de enfermedad gastrointestinal.

Laterur-Rowet y Breukink (1983), señalan que administrar grandes volúmenes de calostro vía alimentador esofágico retrasa la absorción de inmunoglobulinas ya que el calostro no pasa directo abomaso, se almacena en el retículo-rumen y continua su tránsito hasta este en unas 3 hs, lo que remarca la importancia de una toma de calostro oportuna, no más allá de la hora de vida del animal, de esta forma se estarían minimizando las posibilidades de tener una ternera inmunodeficiente.

Los terneros a pesar de no tener Ig al nacimiento son inmunocompetente y producen aproximadamente 1 gramo de IgG1 por día endógenamente, el cual

solo comienza a ser una defensa para el organismo después de los 15 días de vida (Devery y col., 1979).

Otro factor no menos importante a tener en cuenta a la hora de calcular la cantidad de calostro necesario a suministrar, es la eficiencia aparente de absorción de Ig que está directamente relacionada con el tiempo transcurrido entre el nacimiento y la administración del calostro. La eficiencia aparente de absorción reportada de IgG del calostro, dentro de las 2 horas del nacimiento, oscila entre 21 y 50% (Basser y col., 1985).

Por otra parte el volumen de plasma de la ternera es un factor a tener en cuenta cuando calculamos la cantidad de inmunoglobulinas necesarias para llegar a los 10g/L de IgG en suero que son necesarios. Quigley y col., (1998) señala que el volumen de plasma de una ternera oscila entre el 6,5 a 14,5% (9%) de su peso corporal, por lo tanto una ternera Holstein promedio (40kg), tiene 3,6 L de plasma. En definitiva serían necesarios 36 gramos de inmunoglobulinas para llegar a tener una ternera con una adecuada transferencia de inmunidad pasiva. Con un calostro que aporte 55g/L de IgG promedio y una eficiencia aparente de absorción de 30% promedio, a la ternera se le deben aportar 120grs de Ig en 2,18L de calostro.

4.8. Evaluación de la calidad del calostro

Finalmente y no de menor importancia es la calidad del calostro, que está influenciada por múltiples factores que pueden hacer que obtengamos un calostro de baja calidad. Para medir la calidad del calostro aportado a las terneras hay múltiples métodos como la medición de la densidad con Calostrómetro, medición de proteínas por el método de Biuret o gammaglobulinas por electroforesis en suero de calostro.

El método más difundido y estudiado es la medición de la densidad de calostro por medio de un Calostrómetro. Fleenor y Stott (1980), desarrollaron inicialmente una ecuación de regresión para estimar la concentración de inmunoglobulinas a partir de la gravedad específica del calostro fresco: $Y = 254.716.X - 261.451$ ($r = 0,84$), donde Y es la concentración de inmunoglobulinas (%) y X la gravedad específica. Estos autores desarrollaron el Calostrómetro que está calibrado en intervalos de 5 mg/ml y clasifica el calostro en pobre (rojo) para concentraciones de Ig menores a 22 mg/ml, moderado (amarillo) para concentraciones de Ig entre 22 y 50 mg/ml y excelente (verde) para concentraciones de Ig mayores a 50 mg/ml.

Las mediciones deben efectuarse con el calostro a una temperatura de entre 20 y 25°C ya que según un estudio realizado por Mechor y col., (1991), las mediciones varían 0.8 mg/mL por cada °C de fluctuación de temperatura. Stott y col., (1981) afirman que la concentración de IgG1 está inversamente relacionada con el peso del calostro al inicio de la lactancia, lo que significa que vacas alta productoras pueden tener calostro con una concentración baja de IgG1 aún en el primer ordeño después del parto.

Un volumen de calostro de 8,5 kg en el primer ordeño, se ha tomado como criterio para seleccionar calostro de buena calidad en vacas Holstein (Pritchett y col., 1991).

En un estudio de Petrie (1984) quedo demostrado que el goteo de calostro de la ubre en los días próximos al parto y un ordeño preparto disminuye la concentración de inmunoglobulinas en el calostro.

La lactancia y la edad de la vaca también es un factor que puede determinar la calidad del calostro ya que se ha demostrado que la mayor concentración de Ig en el calostro se da en la 3ª y 4ª lactancia, siendo la de menor concentración Ig la primera lactancia (Liu y col., 2009).

Otro factor de variación es el relacionado con la longitud del periodo seco. Si el periodo seco es muy corto (menor a tres semanas), no habrá tiempo suficiente para acumular Ig en la glándula mamaria (Nousiainen y col., 1994).

Algunos trabajos han indicado otro factor de variación para la concentración de Ig en el calostro que es la raza de las madres, de acuerdo con Muller y Ellinger (1981), el promedio de Ig totales es 8,1, 6,6, 6,3, 5,6 y 9,6% para las razas Ayrshire, Pardo suizo, Guernsey, Holstein y Jersey respectivamente, por lo tanto la raza más difundida en el país que es la raza Holstein es una de las que presenta menor concentración de Ig.

4.9. Fallas en la transferencia de inmunidad pasiva

Una ternera con falta de madurez, prematura, con incoordinación, malformaciones congénitas o producto de un parto distócico, es una ternera que en sus primeras horas de vida no se podrá manejar con normalidad y eso puede retrasar el consumo de calostro de manera considerable (Tizard, 1992; Medina, 1994).

Un calostro de buena calidad se produce por vacas con un estado nutricional adecuado, siendo la energía y los aminoácidos algunos de los nutrientes más importantes en el desarrollo de los componentes del sistema inmune (Dawson y col., 1999, Tizard y col., 1987, Wren y col., 2002).

La cantidad, composición y características físico-químicas del calostro pueden variar por diversos factores, entre otros se encuentran variaciones individuales, duración de la gestación y el período seco, intervalo entre partos, número de lactancias, raza del ganado, alimentación en el periodo preparto y edad de la vaca, ya que las vacas después de su tercera lactancia tienden a tener una mayor concentración de Igs calostrales que vacas más jóvenes (Ceballos y col., 2002; Flórez y col., 2002; Vann y col., 1985).

Existe variados problemas que sin ser directamente relacionados con la FTP pueden generar una baja concentración de Ig en el ternero, como el de enfrentar un parto con dificultades como una distocia, esto ocurre principalmente en vacas de primer parto más que en vacas multíparas, este es un factor de estrés de importancia ya que genera una prolongada hipoxia y además una acidosis en el ternero lo que conlleva a un efecto negativo en la absorción inmunoglobulina calostrual (Lombard y col., 2007). El incremento en la

tasa de FPT vista en esos animales puede ocurrir a causa de que son menos propensos a levantarse y amamantarse en el momento oportuno, más que como un resultado de anomalías en la capacidad de absorción (Weaver y col., 2000).

Las temperaturas estresantes tanto frías como cálidas generan problemas en el traspaso pasivo de anticuerpos, por lo cual se ha demostrado que a temperaturas de 13-26° C y en medios ambientes secos se genera la mejor absorción de anticuerpos por parte del ternero (Haro, 2008).

4.10. Métodos para detectar terneros inmunodeficientes.

En la presente revisión bibliográfica ya se ha mencionado la importancia económica y para la salud que tiene conseguir que una ternera sea inmunocompetente dentro de las primeras 24 hs. de vida. Para llegar a esa condición son requeridos un correcto calostro con el volumen y calidad de calostro adecuado y que la toma sea oportuna en el tiempo. Debido a los sistemas de cría que se utilizan en el país y el lugar que se usa para atender los partos, muchas veces el productor no puede saber con exactitud si sus terneras han recibido una adecuada cantidad de calostro como para poder obtener una concentración protectora de 10 mg/dl de IgG1 en suero. Además, a veces es necesario comprobar el nivel de Ig en los terneros que hayan recibido calostro por vías artificiales. Por esta razón, para poder estimar de manera adecuada y tomar medidas a tiempo existen múltiples métodos de campo y de laboratorio mediante los cuales se puede determinar de forma indirecta o directa la concentración de Ig en suero.

Los métodos indirectos son de tipo estimativo o de correlación, estos estiman la concentración sérica de IgG en base a la concentración de globulinas totales u otras proteínas cuya transferencia pasiva está estadísticamente asociada con la de IgG, entre los métodos indirectos más utilizados se encuentran las pruebas de sólidos totales séricos (proteínas totales) por refractómetro, prueba de turbidez de sulfato de sodio, prueba de turbidez del sulfato de zinc, actividad de GGT sérica y gelación de glutaraldehído. Por otra parte entre los métodos directos se cuentan la inmunodifusión radial y el ensayo inmunoenzimático enzima vinculada (ELISA) conocidos como los únicos test que miden directamente las concentraciones séricas de IgG (Weaver y col., 2000).

Un método usado ampliamente para estimar el grado de transferencia de inmunidad pasiva en los terneros es el uso del refractómetro de mano, el cual funciona concentrando un rayo de luz a través de una muestra líquida, midiendo la cantidad de luz reflejada o desviada de la trayectoria original debido a los componentes de la muestra. En la sangre, las proteínas pueden causar que la luz sea desviada, así a mayor cantidad de proteínas, mayor es la cantidad de luz que es desviada de su trayectoria original, por lo tanto el refractómetro no mide las IgG del suero, sino las proteínas totales séricas, las que tienen una correlación en el ternero de 24 horas de vida de 0,71, en aquellos alimentados sólo con calostro (Quigley, 1999). En base a las mediciones de proteínas totales, se clasifican en: terneros con >5,5 g/dL tienen exitosa transferencia de inmunidad pasiva, terneros con proteína sérica entre

5,0 y 5,4 g/dL una transferencia medianamente exitosa de inmunidad pasiva y terneros con <5,0 g/dL una incompleta transferencia de inmunidad pasiva, pero se señala que esta relación no es absoluta (Quigley, 1999).

La relación entre la proteína total del suero y la IgG cambia con la edad recomendándose que las mediciones sean realizadas en terneros de más de un día de nacidos y menos de 3 días de vida para asegurar que ya haya ocurrido la absorción de IgG en el intestino del ternero (Quigley, 1999).

Debido a que las inmunoglobulinas constituyen una gran proporción de las proteínas en el suero del ternero neonato y la concentración de proteínas que no son inmunoglobulinas en el suero del ternero son relativamente constantes el refractómetro provee una representación cercana de la concentración de inmunoglobulinas séricas (Calloway y col., 2002). Estos últimos autores señalan que es adecuado establecer como punto de corte para clasificar un ternero como con adecuada transferencia pasiva de inmunidad valores mayores a 5 o 5,2 g/dL.

El test de glutaraldehído es una prueba de inmunidad semicuantitativa a campo que permite reconocer el estado inmunitario del ternero. Se fundamenta en la coagulación de las proteínas por el glutaraldehído. Dicha prueba se hace en suero sanguíneo ya que no se puede hacer en plasma debido a que el fibrinógeno interfiere en la reacción dando falsos positivos (Mate y col., 2013).

Una vez obtenida la muestra de sangre, se la deja coagular a temperatura ambiente o se puede forzar la separación del suero mediante centrifuga a no más de 3000 r/min. Las muestras de suero pueden procesarse inmediatamente o ser guardadas en heladera por 5 días o en freezer durante meses (Mate y col., 2013). Al momento de procesarlas se coloca 0,5 mL de suero en un tubo y se agrega una gota de reactivo (0,05 ml de glutaraldehído al 10 %). Se realizan observaciones cada 15 min durante una hora y se establece el grado de gelificación de las proteínas. Se considera reacción positiva aquella que forma un gel sólido y firme, y se estima que en estas la concentración de inmunoglobulinas está entre 8 y más de 10 mg/mL y la condición del ternero es inmune. Para las muestras que presentan una consistencia semisólida o miel se estima que la concentración de Ig es de entre 4 y 6 mg/mL y la condición del ternero es hipogammaglobulinemicos. Las muestras que tienen una consistencia líquida presentaran concentraciones menores a 4 mg/ml y son los denominados terneros agammaglobulinémicos.

La prueba de turbidez Sulfito de sodio es una prueba semicuantitativa de 3 pasos, usando 14%, 16% y 18% de solución de prueba de sulfito de sodio, en la que ocurre una precipitación selectiva de proteínas de alto peso molecular, incluyendo inmunoglobulinas. Esta prueba resulta en una turbidez, que es el efecto a medir (Tyler y col., 1998). El aumento de la concentración de reactivo o solución salina induce turbidez en concentraciones menores de proteínas de alto peso molecular, el problema es que a soluciones más bajas de sulfito de sodio genera mayores concentraciones de Ig, por lo cual da una sobre estimación de Ig (Weaver y col., 2000).

La medición de la α -Glutamyltransferasa (GGT) es otra forma de estimar el grado de consumo de calostro. La enzima GGT es producida por las células de la glándula mamaria y como resultado es encontrada en el calostro. En los terneros que han ingerido calostro, la concentración sérica de GGT será alta al poco tiempo de beber calostro post parto comparada con las de vacas adultas (Tessman y col., 1997).

La Inmunodifusión radial es un método que usa anticuerpos anti inmunoglobulinas específicas bovinas. La prueba se realiza en un gel de agar y si hay Ig en el suero problema, al reaccionar con el antígeno, se forma un anillo de precipitación proporcional a la cantidad de inmunoglobulinas (Besser y col., 1985). Esta prueba es muy recomendada debido a su alta sensibilidad y especificidad, detectando incluso inmunoglobulinas en cantidades pequeñas como microgramos, pero su mayor problema es el alto costo (Pfeiffer y col., 1977).

4.11. Métodos de calostrado

A nivel nacional, los productores llevan adelante prácticas de calostrado de diferentes tipos como es el amamantamiento natural (con la madre o vacas nodrizas), calostrado forzado mediante sonda buco-esofágica, biberón o alimentación en balde. Cada una posee ventajas y desventajas que han sido puestas en evidencia por diferentes trabajos en la literatura internacional.

El amamantamiento natural es la técnica más comúnmente utilizada en el país, los terneros son dejados al pie de la madre por 12 a 24hs con el fin de que consuman todo el calostro que les sea posible y después son llevados directamente a las guacheras sin previo control de su estado de inmunidad, esto conlleva a 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 Quigley (1997).

Radostits y col., (2002) 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.

Brignole y Stott, (1980), encontraron que dejar a la cría con la madre por un día para que consuma calostro, producía una falla en la transferencia del 42%, luego se 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.

Por su parte Wesselin y col., (1999) en su estudio realizado en Nueva Zelanda también remarca la ineficiencia del método para transferir inmunidad a los terneros, y sugiere que no estén al pie de la madre más de seis horas, siendo retiradas para alimentar calostro de buena calidad de manera artificial en ese tiempo.

Terneros débiles, madres con falta de experiencia, partos distócicos o con mucho stress, problemas de conformación de ubre como ubres escalonadas o pezones excesivamente grandes son predisponentes a que las terneras no consuman calostro a tiempo y que este método no sea apropiado para garantizar el correcto calostrado de los recién nacidos.

Por otra parte Stott y col., (1981) indica que muchas veces los problemas de calostrado se pueden suceder por no permitir que la ternera permanezca con su madre, ya que con ella el volumen de calostro consumido sería el adecuado, consumido en el tiempo justo y el efecto fisiológico y psicológico de estar junto a la madre sería positivo. En definitiva son múltiples las posturas que adoptan los autores acerca de este método de calostrado.

El alimentador esofágico o sonda buco-esofágica es un método de alimentar calostro artificial que presenta algunas ventajas sobre los demás, permite alimentar volúmenes de calostro mayores a la capacidad del abomaso, no depende del reflejo de succión, el tubo plástico se lo ingresa por la boca y deja caer el contenido en el interior del esófago, permitiendo de esta manera alimentar a los terneros débiles o inmaduros. Algunos autores afirman que el método es malo ya que no respeta la fisiología del ternero y condiciona el reflejo de cierre de la gotera esofágica o surco retículo ruminal. Según Laterur-Rowet y Breukink (1983), esto no sería un problema ya que en su estudio determinaron que el calostro llegara a abomaso en el transcurso de 3 hs. permitiendo la adecuada transferencia de inmunidad si la ternera es alimentada en el momento oportuno.

Según el estudio realizado por Molla (1978), la transferencia pasiva de inmunoglobulinas fue satisfactoria al usar la sonda esofágica, se observó que el rumen del pre rumiante 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 sistema.

Finalmente los métodos del biberón y el balde, dependen de la voluntad del animal para ingerir calostro, no se puede superar la capacidad del abomaso ya que el animal no ingerirá más de ese volumen y son poco prácticos.

4.12. Sustitutos de calostro

En los establecimientos en ocasiones pueden experimentar períodos en los cuales un adecuado suministro de calostro limpio, de alta calidad, fresco o almacenado no está disponible para alimentar a todos los terneros recién nacidos. Contribuyendo a este problema, algunos productores pueden descartar calostro proveniente de vacas que resultaron positivas a *M. avium* subsp *paratuberculosis*, a virus de Leucosis bovina o a *M. bovis*. Bajo tales circunstancias el uso de suplementos de calostro o sustitutos de calostro puede ofrecer a los productores una conveniente vía para mejorar los niveles de inmunidad pasiva en las terneras mientras se reduce el riesgo de exposición a patógenos a través del calostro (Godden, 2008).

El término “suplemento de calostro” debe referirse a aquellas preparaciones destinadas a proporcionar <75 g de IgG/dosis y que no estén

formuladas para sustituir por completo al calostro. Los suplementos se formulan para administrarse junto con el calostro y para incrementar la concentración de IgG, proporcionando además los nutrimentos que son inherentemente variables en el calostro (como por ejemplo, la vitamina E) (Quigley, 2002).

Un “sustituto o reemplazante de calostro” debe contener una cantidad adecuada de IgG (>75 g de IgG/dosis), contemplando dos alimentaciones con este y deben proporcionar todos los nutrientes requeridos para las terneras es decir, energía, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales (Quigley, 2002).

Kehoe y col., (2005) del Department of Dairy and Animal Science of The Pennsylvania State University señalan que los productos suplementos son incapaces de levantar la concentración de IgG en la sangre sobre 10mg/ml o 10g/l. Cualquier producto que es capaz de elevar la concentración de IgG sérica sobre los 10mg/ml puede ser llamado sustituto de calostro. Esta definición está dada por diferencias entre los autores sobre cuál es la concentración de IgG que deben contener los sustitutos de calostro. Por ejemplo, Godden (2008), Quigley y col., (2002) señalan que los sustitutos o reemplazantes de calostro deben contener un mínimo de 100g de IgG por dosis, proporcionando una fuente nutricional de proteínas, energía, vitaminas y minerales y están diseñados para reemplazar completamente el calostro materno.

No todos los productos sustitutos de calostro han demostrado ser efectivos en disminuir los casos de FPT, que es su objetivo primario, debido a concentraciones insuficiente de IgG por dosis o debido a su fuente de origen (pueden ser de suero, plasma o calostro, estos últimos los ideales) (Smith y Foster, 2007; Quigley, 2002). Por ejemplo Chelack y col., (1993) al evaluar métodos de deshidratación de calostro para elaboración de sustitutos de calostro, encontraron que la materia prima ideal por concentración de IgG, fue el calostro de primera y segunda ordeña de vacas multíparas y que el secado por congelación es más eficiente en mantener las inmunoglobulinas funcionales, aunque el secado por atomización requiere una inversión inicial menor al igual que menores costos de mantención, requiere también menos tiempo y menos costos energéticos. Por tales razones las técnicas de fabricación y la materia prima pueden ser parte de los factores condicionantes del éxito de los sustitutos de calostro.

Otro punto de discusión trata sobre el hecho que las inmunoglobulinas provistas por los sustitutos de calostro no proporcionan protección contra los patógenos específicos de cada lechería, estando sus ventajas en la composición y calidad constantes (Jones y col., 2004).

5. HIPOTÉISIS

El calostrado al pie de la madre afecta negativamente la transferencia pasiva de inmunidad a los terneros

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivos generales

- Estudiar los diferentes métodos disponibles para realizar la transferencia pasiva de inmunidad en terneros lecheros, determinando las ventajas y desventajas de los mismos, así como la viabilidad práctica de cada método.
- Evaluar las diferentes técnicas para la medición de anticuerpos calostrales en terneros.

6.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de proteínas totales séricas en terneros calostrados por diferentes métodos.
- Determinar las ventajas y desventajas de cada método de administración del calostro y de los métodos de evaluación de la inmunidad transferida.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Ubicación

El ensayo experimental se realizó en la estación Dr. Mario Alberto Cassinoni propiedad de la Facultad de Agronomía del Uruguay.

El establecimiento de tipo agrícola-ganadero y lechero, se encuentra ubicado en el paraje “La Lata”, sobre la ruta nacional N° 3 Km 363, departamento de Paysandú, sobre suelos tipo Brunosol (Formación Fray Bentos).

Tiene una extensión de 1100 hectáreas con índice CONEAT promedio 140, de las cuales 350 Ha. se destinan a la ganadera, 250 Ha. a ovinos, 375 Ha. a lechería, 35 Ha. a agricultura para el tambo, 50 Ha. como campo experimental, lo demás es zona de montes y áreas improductivas.

7.2. Duración del ensayo

El trabajo de campo tuvo lugar en los meses de marzo y abril del año 2015, dando comienzo el 8 de marzo y finalizando 27 de abril, con una duración de 50 días desde que se comenzó el monitoreo de partos y muestreos hasta procesar las muestras por los métodos de campo evaluados.

7.3. Tratamientos

Para la conformación de los grupos se procedió a enumerar a cada tratamiento y a medida que los terneros fueron naciendo se los asigno a un tratamiento siguiendo el orden de los mismos estrictamente.

Tratamiento 1 (n=9): grupo control, amamantamiento natural al pie de la madre según la rutina del establecimiento durante las primeras 24 horas de vida.

Tratamiento 2 (n=10): calostrado con sustituto de calostro (Calostro Bovino Completo, Sask Calostrum), administrado en 1 toma de 2 litros vía mamadera.

Tratamiento 3 (n=10): calostrado artificialmente con 4 litros de calostro en 2 tomas vía mamadera.

Tratamiento 4 (n=10): calostrado artificialmente con 4 litros de calostro en 2 tomas vía alimentador esofágico.

7.4. Manejo de los animales y muestreo

De un rodeo de 50 vacas primíparas y multíparas de la raza Holando, se realizó el monitoreo de parto con rondas cada 4 horas con el fin de evitar el amamantamiento natural de los terneros al pie de la madre y para la asistencia al parto de ser necesario. De las 50 vacas, 39 terneros fueron tomados en

cuenta para realizar el ensayo, 5 vacas fueron descartadas, 2 presentaron parto antes de comenzar el ensayo y las restantes 3 no se tuvieron en cuenta por estar demoradas.

Los terneros que ingresaron al ensayo fueron individualmente identificados con caravanas de uso interno del establecimiento y debidamente registrados en la planilla de partos con la siguiente información: fecha y rango de horas en la que se produjo el parto, tipo de parto, sexo, raza, identificación, presentación, actitud y posición del ternero, peso vivo al nacer, a que tratamiento ingresó, hora de la primera muestra y finalmente día y hora a extraer segunda muestra. En el anexo I se presenta la planilla utilizada.

Se clasificó el tipo de parto de acuerdo al grado de dificultad, siendo el parto de tipo 1, todo parto natural que se produce en condiciones normales con el producto de un ternero sano y viable y una completa expulsión de las secundinas; parto tipo 2, es todo parto natural que presenta algún grado de dificultad pero que no requiere asistencia o es mínima; parto tipo 3 es todo aquel parto clasificado como parto distócico que requiere la extracción forzada del ternero y finalmente el tipo de parto 4, es todo aquel parto distócico que requiere episiotomía o cesaría para extraer el ternero.

El muestreo de sangre de los terneros fue realizado por venopunción yugular, antes de 1 hora de vida, para posteriormente realizar la primera administración de calostro según la vía que corresponda. La segunda muestra se extrajo para los animales del grupo control y de los tratamientos en estudio al día 4 de vida.

En el tratamiento control de amamantamiento natural se decidió no extraer la muestra previa al calostrado porque el objetivo fue evitar interferir en el comportamiento para mantener el vínculo madre-ternero.

Cada muestra de sangre obtenida en tubos sin anticoagulante, fue procesada en el laboratorio de Sangre y Leche de uso compartido entre Facultad de Veterinaria y otros servicios radicados en la Estación Experimental, siendo centrifugada a 3000 rpm por 10 minutos para extraer suero sanguíneo. Posteriormente se procedió a guardar por duplicado en tubos eppendorf con número de identificación del animal y fecha de extracción en freezer a -20°C hasta posterior procesamiento.

Al finalizar el periodo de muestreo, en un mismo día se realizaron las mediciones de campo que constaron de Refractometría y Test de Glutaraldehído en todas las muestras.

Para la técnica de refractometría se utilizó un refractómetro marca ATAGO ® (automatic & water resistant), modelo MASTER-SUR/N α , Serie N°

0298976, de origen Japonés. Se siguieron las instrucciones del fabricante para realizar la medición. Este refractómetro está indicado para evaluar muestras de sangre y orina de origen animal y cuenta con una escala interna para evaluar la concentración de proteínas totales (g/L).

Para el test de glutaraldehído, se preparó la solución madre de la siguiente manera: a 4 ml de glutaraldehído al 25 % se le agregan 6 mL de agua destilada. La solución resultante (10%) se almacenó en frasco color caramelo refrigerada, no pudiéndose usarla mas allá de 15 días después de realizada. El procedimiento para procesar las muestras fue el siguiente: se utilizó una muestra control positivo de un animal adulto sano. Se tomaron 0,5 ml del suero de cada animal y se mezclaron con 0,05 mL de la solución de glutaraldehído en un tubo de ensayo. Cada 15 minutos se fue evaluando el grado de viscosidad (gelificación) de cada muestra. La interpretación de los resultados fue la siguiente: 1) positivo: formación de un coágulo firme de color amarillo que puede tornarse opaco (más de 0,6 g% de gammaglobulina); 2) negativo: sin coágulo (menos de 0,4 grs %) y 3) incompleta: forma un gel semisólido (entre 0,4 y 0,6 grs %).

7.5. Determinaciones en el Laboratorio

En el Laboratorio de Endocrinología Metabólica de la Facultad de Veterinaria (Ex Laboratorio de Técnicas Nucleares) se realizó la determinación de proteínas totales y albúmina. Ambas determinaciones se realizaron en un Espectrofotómetro Vitalab Selectra 2. Para las Proteínas totales se utilizó el reactivo de Wiener Lab., usando el método de Biuret. El límite de detección fue de 0,00 g/L. Para la albúmina también se usaron reactivos de Wiener Lab., utilizando el método de BCG, con un límite de detección de 0,00 g/L. La concentración de Globulinas se determinó en cada muestra restando a la concentración de proteínas totales, la concentración de la albúmina.

Se estimó la concentración de IgG luego del calostro, partiendo de la correlación entre la concentración de proteínas totales e IgG, utilizando la ecuación reportada por Mowrey (2001), citado por Quigley y col, 2002. Para el caso de los tratamientos que recibieron calostro natural, ya sea por amamantamiento, alimentador o mamadera se utilizó la siguiente ecuación $IgG=5,26x-18,07$ ($R^2=0,72$), donde x =proteínas totales en g/dL. El resultado de IgG se expresa en g/L. En el caso del calostro liofilizado, se utilizó la ecuación establecida para reemplazante de calostro citada en el mismo trabajo siendo $IgG=5,83x-18,27$ ($R^2=0,62$).

7.6. Manejo de la alimentación

La alimentación de los animales se manejó rigurosamente y hasta no terminar con los tratamientos en estudio, se mantuvo a los animales dentro de un galpón.

A los animales del tratamiento 2, posterior a su control de peso, realizado con balanza electrónica y extracción de primera muestra, se les administró una dosis de Calostro Bovino Completo vía mamadera. El mismo se preparo conforme a las indicaciones del fabricante con 2 litros de agua a 55°C, homogeneizado con batidor eléctrico. Para su administración se enfrió a baño maría hasta una temperatura de 38°C.

Para los animales de los tratamientos 3 (vía mamadera) y 4 (vía alimentador esofágico) se procedió a descongelar calostro almacenado en freezer en baño maría a 55° para ser administrado a los animales antes de 1 hora de vida por la vía correspondiente. La segunda toma, se administró antes de 8 horas de vida. En cada toma se administraron 2 litros de calostro, siendo la dosis total para todos los animales de 4 litros.

Posteriormente cada ternero al igual que los que integraron el grupo control, fue llevado a una estaca en la guachera del establecimiento. En todos los casos hasta el cuarto día de vida la alimentación fue controlada rigurosamente y solo se les administró leche luego de recibir el tratamiento, no pudiéndose emplear leche de desvío para no interferir con las mediciones.

El banco de calostro se realizó utilizando el calostro obtenido del primer ordeño de vacas multíparas. Todos los calostros utilizados tenían buena calidad evaluada con el calostrómetro descrito por Fleenor & Stott (1980). Una vez obtenido el calostro y evaluado, se realizó pool de calostro (por lo menos de 2 vacas) y se almacenó en botellas de plástico de 2 litros, siendo almacenado lo antes posible a temperatura de -20°C.

7.7. Manejo sanitario de las madres y terneros

La sanidad aplicada sobre los animales se restringió a la asepsia del ombligo con una solución de alcohol yodo y la administración de Doramectina 1%(Dectomax®) a una dosis de 200mcg/kg de peso vivo vía intramuscular con el objetivo de prevenir miasis de ombligo.

El manejo sanitario de las madres pre-parto consto de aplicación de antiparasitario contra *Fasciola hepática* e inmunización contra Clostridium y Leptospirosis un mes antes del parto. A continuación en la Tabla N° 3 se presentan los productos, dosis y antígenos o principio activo utilizado.

Tabla 3. Fármaco, dosis, antígeno y principios activos empleados en el manejo sanitario del rodeo lechero.

PRODUCTO	DOSIS	ANTIGENO o PRINCIPIO ACTIVO
Dovenix ®	6,8mg/Kg peso vivo	de Nitroxinil al 34% en solución acuosa.
Clostrisan ®	4 ml animal	por Contiene antígenos de: <i>Clostridium chauvoei</i> , <i>C. perfringes</i> tipo B, <i>C. perfringes</i> tipo D, <i>C. septicum</i> , <i>C. haemolyticum</i> , <i>Clostridium sordellii</i> , absorbidos en hidróxido de aluminio.
Spirovac L5 ®	2 ml animal	por <i>Leptospira canicola</i> , <i>grippotyphosa</i> , <i>hardjo bovis</i> , <i>icterohaemorrhagiae</i> y <i>pomona</i> .

7.8. Análisis estadístico

Las variables analizadas fueron la concentración de proteínas totales por refractometría y por espectrofotometría, globulinas, albúmina en el suero de los terneros. Se utilizó el procedimiento mixto del SAS para éstas variables. También se analizó, por este mismo método, la concentración de IgG estimada a partir de la correlación con la concentración de proteínas totales. Además se analizaron las correlaciones entre la concentración de proteínas totales medidas por la refractometría y espectrofotometría utilizando el método de Pearson y entre los resultados de la prueba de Glutaraldehído y las variables continuas se usaron las correlaciones de Sperman del SAS. Se usó la versión 9.2.

8. RESULTADOS

8.1. Suplementación de calostro en relación al peso vivo.

El peso de los terneros de cada tratamiento fue $41,4\pm 5,8$; $38,5\pm 2,9$; $38,7\pm 2,2$ y $38,6\pm 5,0$ kg para los animales del tratamiento control, liofilizado, mamadera y para los de alimentador esofágico, respectivamente.

En los tratamientos 3 y 4, donde se administró un volumen de calostro total de 4 litros, la suplementación se realizó al 10,4% y 10,5% del peso vivo, respectivamente.

8.2. Concentración de proteínas totales (PT) previo al calostrado.

En la Tabla 4 se presenta la media y el error estándar para concentración de proteínas totales evaluada por Refractometría y espectrofotometría previo al calostrado para los animales de los grupos tratados. En el mismo se observa que no existen diferencias significativas en la concentración de proteínas totales cuando se evaluó el efecto del tratamiento ($p=0,28$). El número de partos de la madre (paridad) y el sexo del ternero tampoco afectaron la concentración de PT ($p=0,73$ y $p=0,15$, respectivamente).

Tabla 4. Concentración de proteínas totales, albumina y globulinas previo al calostrado.

Tratamiento	Refractometría g/dL	Proteínas totales g/dL	Globulinas g/dL	Albúmina g/dL
Control con madre	-	-	-	-
Liofilizado	$4,14\pm 0,11$	$4,67\pm 0,23$	$1,45\pm 0,14$	$3,22\pm 0,08$
Mamadera	$4,04\pm 0,14$	$4,85\pm 0,24$	$1,62\pm 0,17$	$3,22\pm 0,10$
Sonda	$3,91\pm 0,13$	$4,56\pm 0,23$	$1,40\pm 0,16$	$3,16\pm 0,10$

Para PT medidas en el laboratorio no se encontraron diferencias significativas con una $p=0,91$ para tipo de parto, $p=0,51$ para tratamiento, $p=0,40$ para el sexo del ternero y una $p=0,50$ para tipo de parto.

8.3. Concentración de albúmina y globulinas, previo al calostrado.

Para albúmina y globulinas no hubo efecto ni del Tratamiento, tipo de parto, paridad de las vacas, sexo del ternero. La concentración media de albúmina y globulinas se presenta en la Tabla 4.

8.4. Concentración de proteínas totales posterior al calostrado.

Para la concentración de proteínas totales ni la paridad de las madres, sexo del ternero, tipo de parto tuvieron efecto significativo sobre la

concentración de PT posterior al calostro, con una $p=0,98$ para paridad, $p=0,52$ para sexo y $p=0,93$ para tipo de parto. Como se puede observar en la Tabla 5, el tratamiento afectó la concentración de proteínas totales séricas ($p=0,01$). El calostro liofilizado fue el tratamiento que obtuvo concentraciones más bajas cuando se compara con los terneros que tomaron calostro de las madres, sin embargo, la diferencia no es significativa con los terneros que integraron en el tratamiento alimentado con mamadera o alimentador esofágico.

Tabla 5. Concentración de proteínas totales para cada tratamiento medidas por espectrofotometría posterior al calostro. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas ($p<0,05$).

Tratamiento	Concentración de PT (g/dL)	Diferencias
Control con madre	7,17±0,46	A
Liofilizado	5,43±0,37	B
Mamadera	6,12±0,47	AB
Sonda	6,65±0,43	AB

Los terneros que estuvieron al pie de la madre tuvieron concentraciones de proteínas totales superiores al resto de los tratamientos. En promedio tuvieron 1,10±0,43 g/dL más ($p=0,02$).

De igual manera, en la figura 1 se observa que la media y la mediana para cada tratamiento se encuentra por encima de los 5 g/dL que son aceptables para un correcto nivel inmunológico.

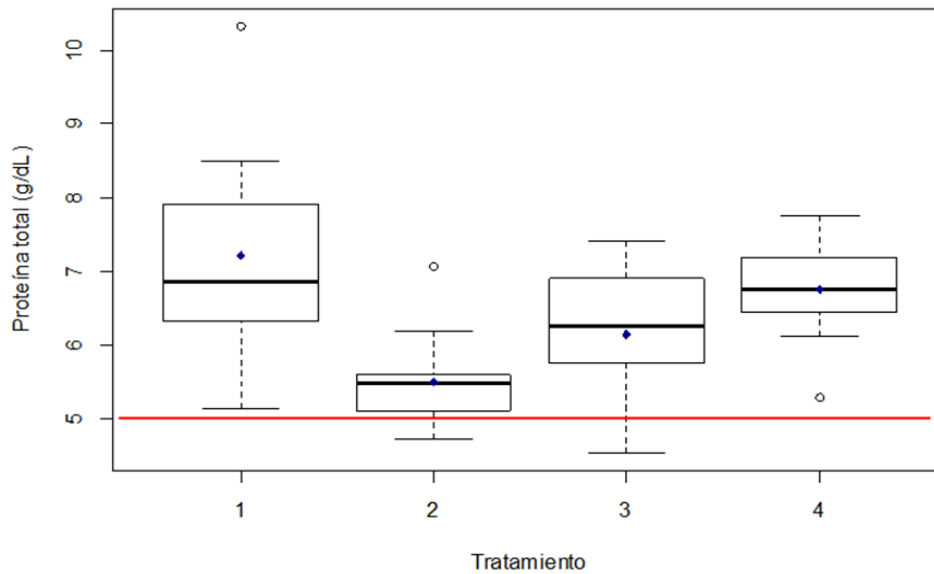


Figura 1. Concentración de proteínas totales (g/dL) para cada tratamiento. 1: control amamantamiento natural, 2: Calostro liofilizado, 3: Calostro por mamadera y 4: Calostro por alimentador esofágico. Las líneas horizontales dentro de los bloques corresponden a la mediana y los puntos negros a la media de concentración de proteína total de cada tratamiento. Las líneas superiores e inferiores corresponden a los valores máximos y mínimos respectivamente. Los círculos sin relleno son valores outline. La línea roja es la concentración a la que debe alcanzar.

8.5. Concentración de albuminas y globulinas posterior al calostrado.

Para la concentración de albumina posterior al calostrado, se encontró un efecto significativo de la paridad de las madres ($p=0,0457$). En la Tabla 6 se muestra la concentración de albumina en g/dL y el error estándar, para vacas de un parto y de dos o más. Terneros hijos de vacas multíparas llegaron a mayores concentraciones de albumina.

Tabla 6. Efecto de la paridad sobre la concentración de albumina posterior al calostrado.

Paridad	Albumina \pm error estándar (g/dL)	
Primíparas	3,02 \pm 0,06	B
Multíparas	3,18 \pm 0,08	A

En cuanto al sexo del ternero y tipo de parto no se encontraron efectos significativos.

La concentración de globulinas fue afectada significativamente por el tratamiento ($p=0,0058$), siendo el tratamiento control con la madre el que tuvo mayor concentración cuando se comparó con el grupo calostrado con el producto liofilizado. Como se observó en la concentración de proteínas totales medidas por refractómetro, en las mediciones realizadas por espectrofotometría, se encontró que los terneros del grupo control presentaron mayores concentraciones de globulinas con relación al grupo de calostro liofilizado, siendo similar con los otros tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Concentración de globulinas en g/dL, medidas por espectrofotometría posterior al calostrado. Letras diferentes entre filas indican diferencia significativa.

Tratamiento	Globulinas (g/dL)
Control con madre	4,14±0,47 A
Liofilizado	2,24±0,38 B
Mamadera	3,02±0,49 AB
Sonda	3,57±0,45 AB

Los terneros calostrados al pie de la madre presentaron en promedio 1,19±0,44 g/dL de globulinas más que los animales comprendidos en los demás tratamientos ($p= 0,01$).

8.6. Concentración de IgG

La concentración de IgG estimada a mediante la ecuación de Mowrey (2001), citado por Quigley y col., (2002) se presenta en la Tabla 8. Cuando se estudiaron los efectos, se determinó que no hubo efecto del tratamiento, ni sexo del ternero ni tipo de parto sobre la concentración de IgG ($p>0,05$) luego del calostrado.

Tabla 8. Concentración de IgG g/L estimada por la ecuación de Mowrey 2001. Letras diferentes entre filas indican diferencia significativa.

Tratamiento	IgG (g/L)
Control con madre	19,6±2,5 A
Sonda	16,9±2,3 A
Mamadera	14,2±2,3 A
Liofilizado	13,4±2,3 A

8.7. Comparación de las técnicas

Cuando se analizaron las correlaciones entre las técnicas se encontraron los siguientes resultados:

- Entre la Refractometría y la medición de la concentración de proteínas totales por espectrofotometría la correlación fue de 0,92 con un intervalo de confianza del 95% (0,85-0,94, n=65). En la figura 2 se presenta el gráfico mostrando ésta correlación.
- Entre la prueba del Glutaraldehído y la Refractometría fue de 0,77 con un intervalo de confianza de 95% (0,64-0,85, n=66).
- Entre la prueba del Glutaraldehído y la medición de la concentración de proteínas totales por espectrofotometría la correlación fue de 0,75 con un intervalo de confianza de 95% (0,62-0,84).

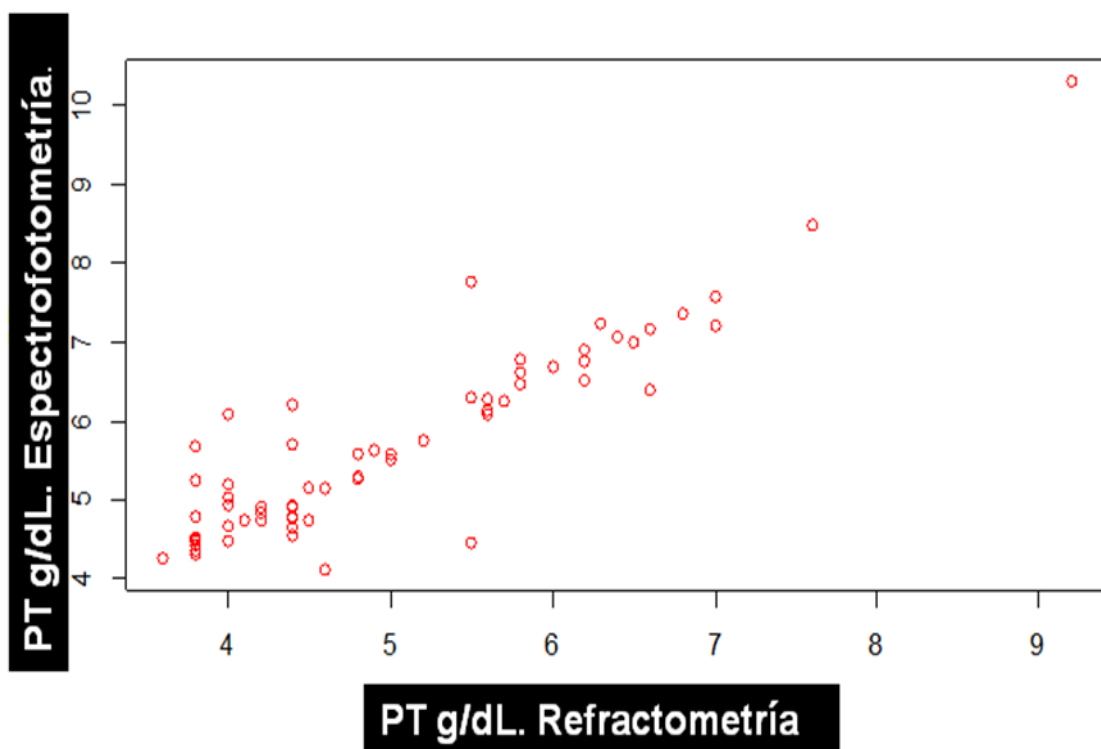


Figura 2. Correlación entre la concentración de proteínas totales (PT) medida por espectrofotómetro y refractómetro.

8.8. Correlación entre la concentración de proteínas totales y globulinas.

La correlación entre la concentración de Proteínas totales y las globulinas fue de 0,98 con un intervalo de confianza de 95% (0,96-0,98, n=69) y es presentada en la Figura 3.

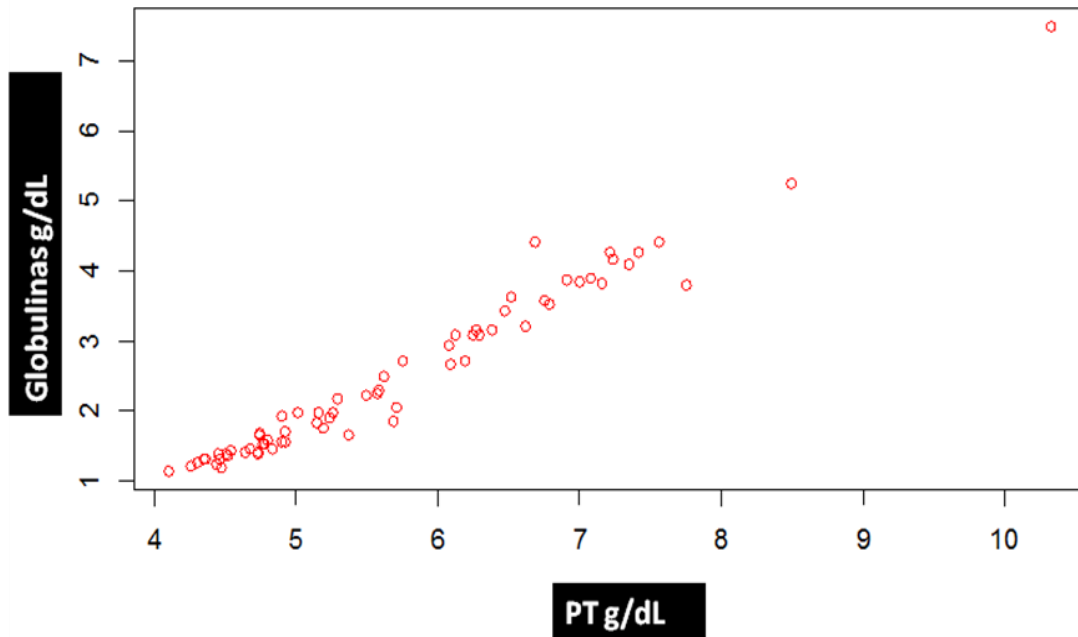


Figura 3. Correlación proteínas totales (PT) y globulinas de todas las muestras analizadas.

9. DISCUSIÓN

La concentración de proteínas totales en los terneros de todos los grupos que no estuvieron con la madre previo al calostro se ubicó por debajo de los 5 mg/dL, indicando que los mismos estaban con concentraciones por debajo de la concentración óptima. Para cada tratamiento se evaluó el efecto del sexo del ternero, la paridad de las vacas y el propio efecto de tratamiento sin encontrar diferencias significativas. El efecto del tratamiento era esperable que no estuviera en las mediciones previo al calostro porque hasta el momento de la administración del calostro los terneros se manejaron en las mismas condiciones.

Posterior al calostro se encontró efecto de tratamiento para la concentración de proteínas totales e IgG estimada. El amamantamiento natural (tratamiento control) fue la forma de suministro del calostro en la cual los terneros llegaron a una mayor concentración de proteínas totales evaluado por espectrofotometría, presentando $1,10 \pm 0,43$ g/dL más de proteínas totales que los demás tratamientos ($p=0,02$). Esta metodología de transferir inmunidad pasiva a los terneros está ampliamente difundida en la lechería nacional, en la misma se dejan las crías al pie de la madre al menos 12 a 24 hs dependiendo el momento del parto. Como podemos apreciar en este trabajo, la media de proteínas totales para terneros calostrados de esta manera fue de $6,6 \pm 0,39$ g/dL medidas por refractómetro o $7,17 \pm 0,46$ g/dL por espectrofotometría, superando los 5,5 g/dL que señala Quigley (1999) para una transferencia exitosa ($p < 0,01$). Por su parte la concentración de IgG estimada por la ecuación de Mowrey (2001) citado por Quigley y col., (2002) fue de $19,6 \pm 2,5$ g/L, superando ampliamente los 10 g/L que citan Quigley (2000) y Godden y col., (2009a). Por su parte autores como Quigley (1997) y Radostits y col., (2002) señalan la ineficiencia del método para aportar inmunidad pasiva a los terneros por diferentes causas y remarcan altas tasas de morbilidad y mortalidad cuando solo se utiliza esta metodología para calostar. Brignole y col., (1980), encontraron que dejar a la cría con la madre por un día para que consumiera calostro, producía una falla en la transferencia del 42%, luego se 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.

Algunas de las causas que resumen los autores para indicar la ineficiencia del método de amamantamiento natural, son que los terneros consumen volúmenes inadecuados, a destiempo, terneros débiles, madres con falta de experiencia, partos distócicos o con mucho estrés, problemas de conformación de ubre como ubres desprendidas o pezones excesivamente grandes son predisponentes a la falla de transferencia de inmunidad pasiva por este método (Quigley, 1997; Radostits y col., 2002; Brignole y col., 1980) .

En Finlandia, Rajala y Castrén (1995) evaluaron la concentración de IgG de los terneros que son amamantados por sus madres y que permanecieron juntos versus los terneros separados de sus madres entre los 15 a 30 minutos después del parto y alimentados con calostro mediante un balde con pezón, encontrando un mayor porcentaje de terneros con falla en la transferencia de la

inmunidad en el grupo de terneros amamantados con su madre, estando su edad en el primer consumo de calostro negativamente correlacionada con la concentración de Ig a las 24 horas de vida, con mayores variaciones individuales de la concentración. Las causas en el retraso de la primera alimentación con calostro en los terneros que permanecen con sus madres son principalmente problemas de conformación de ubres, comportamiento maternal anormal y poco vigor del ternero. Otra dificultad de este manejo es la imposibilidad de conocer el volumen real de calostro consumido lo que no permite correlacionar el contenido de Ig del calostro con la Ig sérica del ternero post-consumo.

En éste trabajo de tesis se observó que solo una de las crías que constituyó el tratamiento control con la madre, fue producto de un parto asistido, lo cual puede estar influyendo en las altas concentraciones de proteínas totales obtenidas, ya que un ternero producto de un parto distócico demora más en levantarse y no se podrá manejar con normalidad en las primeras horas de vida por falta de vigor como señala Tizard (1992), impidiendo el calostrado antes de que se produzca el cierre de la barrera intestinal. Además, otro factor a tener en cuenta es que 4 de las 9 madres cuyas crías integraron este tratamiento fueron primíparas, sin embargo, esto no les influyó en su comportamiento materno. Como se observa en la figura 1, el tratamiento control fue el que presento mayor grado de dispersión en los resultados, queda la interrogante si esta se debe a los terneros producto de los partos de primíparas o no, de igual manera todos los animales alcanzaron concentraciones adecuadas de inmunoglobulinas. Todas las vacas usadas en este trabajo tenían buena conformación de la ubre, con pezones de tamaño normal lo que facilitó el consumo de un volumen adecuado por parte de la cría. Por otra parte Stott y col., (1981) indican que muchas veces los problemas de calostrado se pueden suceder por no permitir que la ternera permanezca con su madre, ya que con ella el volumen de calostro consumido sería el adecuado, consumido en el tiempo justo y el efecto fisiológico y psicológico de estar junto a la madre sería positivo.

De acuerdo con lo dicho por Stott y col., (1981) y con los resultados obtenidos en el ensayo, la metodología de amamantamiento natural realizada en un ambiente controlado, en el cual se logre confirmar que los terneros rápidamente puedan acceder al calostro, con vacas que gocen de buena salud general y de la glándula mamaria, es un método apropiado y de bajo costo para poder ser llevado adelante en las empresas lecheras. Sería de fundamental importancia el descarte de vacas con problemas de ubre antes de realizar los servicios para evitar problemas al momento del calostrado, además de vigilar el proceso de amamantamiento para interferir en el momento justo de ser necesario.

Dentro de los métodos artificiales, en el presente ensayo se encontraron algunas diferencias estadísticas. Existe un considerable debate sobre los méritos de usar biberón en comparación con el uso de alimentador esofágico para la alimentación con calostro. Según Godden y col., (2009) la alimentación con biberón promueve el cierre de la gotera esofágica, lo que ayuda a que el calostro pase más rápidamente a la superficie de absorción del intestino. Por

otro lado el uso del alimentador esofágico facilita la administración de mayores volúmenes de calostro durante el período óptimo de la absorción de IgG. Sin embargo, en este ensayo no hubo diferencias entre los dos tratamientos y esto puede estar debido a que por los dos métodos (mamadera y sonda) se suministró el mismo volumen de calostro y de igual calidad.

En un estudio de la Universidad de Minnesota, Godden y col., (2009ab) demostraron que ambos métodos pueden ser utilizados con éxito, pero la selección del método de administración puede depender de la calidad de calostro usada para alimentar a los terneros (100 o 200 g de IgG) y el volumen (1,5 o 3,0 lts.). Con volúmenes pequeños (1,5 L) la mejor absorción de IgG se obtuvo cuando los terneros fueron alimentados usando biberón. El 100% de los terneros alimentados con 100 g de IgG usando biberón demostraron niveles adecuados de transferencia pasiva (> 10 g/L). La alimentación con una masa más grande de IgG (200 g) resultó en niveles considerablemente más altos de transferencia pasiva (IgG = 19-20 g/L), lo que claramente es de gran beneficio para terneras recién nacidas. Los resultados obtenidos administrando esta mayor masa de IgG (200 g) en volúmenes más grandes (3,0 L) de calostro fueron igualmente buenos usando biberón o el alimentador esofágico.

En el presente trabajo de tesis se encontró que la media de proteínas totales a la que se llegó con la administración de 2 litros de calostro de buena calidad antes de la primera hora de vida y 2 litros más, antes de las 8 hs de vida, fue aceptable, con una concentración de $6,12 \pm 0,47$ g/dL usando mamadera y de $6,65 \pm 0,43$ g/dL usando alimentador esofágico, ambos valores evaluados por espectrofotometría ($p=0,01$). La concentración de IgG estimada para ambos tratamientos fue $14,2 \pm 2,3$ y $16,9 \pm 2,3$ (g/L) para el tratamiento con mamadera y sonda, respectivamente ($p=0,01$). Esto permite aseverar que ambos métodos son eficientes en la transferencia de inmunidad pasiva, cuando se utilizan 4 litros de calostro de buena calidad, durante las primeras 8 horas de vida.

El uso del alimentador esofágico tiene algunas ventajas sobre la mamadera ya que nos permite tener control sobre el tiempo y cantidad de calostro que se alimenta, así como la posibilidad de forzar a los terneros a consumir la cantidad adecuada de calostro en la primera toma. La principal desventaja es que debe ser utilizado con precaución, ya que el tubo puede pasar a la tráquea en lugar del esófago y si el calostro llega a los pulmones, puede ocasionar neumonía o bronquitis. Según Elizondo (2008), un operador habilidoso lo podrá practicar sin dificultades, pero es necesario entrenarlo. Además este método permite alimentar a los terneros producto de partos distócicos, los cuales demoran más en desarrollar el reflejo de succión, permitiendo de esta manera alimentarlos antes de la primera hora de vida sin necesidad de su voluntad para amamantar.

Godden y col., (2009ab) señala que aunque el uso de alimentador esofágico se presenta como una manera rápida y conveniente de suministrar calostro, tiene como principal desventaja que no estimula el reflejo de la gotera esofágica ya que pasaría directamente el calostro ingerido a los pre estómagos, a diferencia de la mamadera, donde la succión gatilla el reflejo de

la gotera esofágica, depositándose el calostro directamente en el omaso y abomaso, desde donde puede rápidamente vaciarse hacia el intestino delgado para ser absorbido. Sin embargo, esto no sería un problema, ya que debido al tamaño rudimentario de los pre-estómagos, el calostro allí depositado dentro de las tres horas de consumido sigue su tránsito hacia el intestino como lo señala Laterur-Rowet y Breukink (1983), remarcando esto, lo oportuno de dar el calostro antes de la hora de vida.

De acuerdo con los resultados de este trabajo, ambos métodos (alimentador esofágico y mamadera) presentan la ventaja de saber el momento y la calidad del calostro consumido.

Además, la administración artificial del calostro tiene la ventaja de administrar aquellos calostros que tienen una calidad buena a excelente. Para esto, es necesario establecer la calidad del mismo, utilizando el calostrómetro. Este instrumento estima la calidad del calostro basado en la densidad del mismo. Los calostros con una densidad superior a los 1035 ya son considerados buenos según Fleenor y Stott (1980) y calostros de 1055 o más, son excelentes. Sin embargo, la densidad del calostro es determinada por la suma de todos los sólidos presentes en él, por lo que varios factores independientes a la concentración de anticuerpos afectan su sensibilidad y especificidad.

Para el presente ensayo se utilizó en los tratamientos 3 (vía mamadera) y 4 (vía alimentador esofágico), calostro de primer ordeño de vacas multíparas con densidades entre 1035 y 1055 evaluadas por calostrómetro a una temperatura de 20 a 25° C como lo indican Fleenor y Stott (1980), encontrándose que en ambos tratamientos la concentración de proteínas totales en los terneros posterior al calostrado fue aceptable. Esto indica que éste método realizado a nivel de campo es una herramienta útil para estimar la calidad del calostro que se ofrece a los terneros. En los tratamientos de administración artificial no se utilizó el calostro de vacas primíparas porque siempre tuvieron baja calidad medida con calostrómetro.. A pesar de esto, en el grupo control había vacas primíparas y sin embargo no hubo efecto de la paridad de las madres. Probablemente los terneros al pie de la madre tomaron mayor cantidad de calostro y más frecuentemente, lo que compensó el calostro de baja calidad de vacas primíparas.

Finalmente en el presente trabajo se evaluó el uso de un sustituto de calostro comercial como opción para aquellos establecimientos que por aspectos sanitarios o de otra índole no tengan calostro disponible para suministrar a las crías. Existen varios factores importantes a considerar cuando se necesita seleccionar un sustituto de calostro pero el más importante es que debe ser preparado con calostro bovino natural.

Solo el calostro bovino natural contiene los ingredientes y factores que proporcionan al recién nacido inmunidad, energía, nutrición y señales metabólicas que promueven crecimiento y productividad a largo plazo.

El uso de sustitutos de calostro tiene como objetivo primario evitar la falla de transferencia pasiva de inmunidad. Godden (2008) y Quigley y col.,

(2002) señalan que los sustitutos o reemplazantes de calostro deben contener un mínimo de 100g de IgG por dosis, proporcionando una fuente nutricional de proteínas, energía, vitaminas y minerales y están diseñados para reemplazar completamente el calostro materno.

Chelack y col., (1993) al evaluar métodos de deshidratación de calostro para elaboración de sustitutos de calostro, encontraron que la materia prima ideal por concentración de IgG, fue el calostro de primera y segunda ordeña de vacas múltiparas y que el secado por congelación es más eficiente en mantener las inmunoglobulinas funcionales, aunque el secado por atomización requiere una inversión inicial menor al igual que menores costos de mantención, requiere también menos tiempo y menos costos energéticos. Por tales razones las técnicas de fabricación y la materia prima pueden ser parte de los factores condicionantes del éxito de los sustitutos de calostro.

El calostro bovino completo (CBC) de la empresa Sask Colostrum ofrece una opción viable para suplir el uso de calostro natural, el mismo ofrece 100 g de IgG por dosis, donde más del 85% es de tipo IgG1, confiriendo en una sola toma por mamadera la inmunidad necesaria, de acuerdo con la indicación del fabricante. En este ensayo se utilizó el CBC conforme a las indicaciones del fabricante y cuando se evaluó la concentración de IgG se determinó que la concentración fue de $13,4 \pm 2,3$ g/L, siendo superior a los 10 g/L establecidos como límite para considerar una transferencia exitosa (Quigley, 2000; Godden y col., 2009a). La media para la concentración de proteínas totales evaluadas por los dos métodos fue mayor a 5 mg/dL, habiendo animales que tuvieron concentraciones por debajo de acuerdo a lo recomendado por Quigley 1999. El representante comercial en Uruguay, el Dr. Miguel Algorta comunicó en su momento que para evaluar la eficiencia de éste calostro es necesario medir las inmunoglobulinas IgG1 e IgG2 ya que la medición de las proteínas totales no era indicada para tal calostro. Esto es importante debido a que todas las técnicas que hay disponibles para hacer la evaluación del calostrado (test de Glutaraldehído, refractometría) a nivel de campo se basan en la medición de las proteínas totales y no específicamente en las inmunoglobulinas tipo G. Sin embargo, cuando se utilizó la ecuación para este tipo de productos establecida por Mowrey (2001), citado por Quigley y col., (2002), se encontró que la concentración estimada superó el mínimo establecido. Siguiendo estos hallazgos se podría decir que el sustituto de calostro logró alcanzar concentraciones mínimas de proteínas totales e IgG. Cabe resaltar que algunos aspectos durante la preparación del producto, como por ejemplo el uso de agua por encima de la temperatura óptima, pueden determinar la alteración del producto y la falla en la transferencia de inmunidad.

En lo referido a las técnicas rápidas utilizadas para estimar la concentración de proteínas totales y de forma indirecta la transferencia de inmunidad, se puede decir que de acuerdo a los resultados encontrados tanto la prueba de glutaraldehído como la utilización de refractómetro fueron óptimas. La correlación encontrada entre la medición de PT por refractometría y espectrofotometría es fue alta, de 92%, mientras que entre el test de glutaraldehído y el espectrofotómetro fue de 75%. Cuando se evaluó la correlación entre la medición de PT y las globulinas, la misma fue del 98%,

indicando lo apropiado de las técnicas de campo a la hora de evaluar la transferencia de inmunidad a los terneros. El uso de refractómetro tiene la principal ventaja de ser una técnica rápida y precisa, además de necesitar menos material de laboratorio para realizarla.

CONCLUSIONES.

- El amamantamiento natural es una manera apropiada de suministro de calostro para terneros recién nacidos en la medida que exista una apropiada política de descartes en los establecimientos a la hora de seleccionar vacas para ingresar a servicio, prestando especial atención a que las mismas gocen de una buena salud de glándula mamaria y posean una adecuada conformación de la misma, además una apropiada vigilancia de los partos para tomar medidas adecuadas y a tiempo a la hora de corregir las FTP.
- El uso de alimentador esofágico y/o mamadera para suministrar calostro a los terneros (4 litros de calostro de buena a excelente calidad durante las primeras 8 horas de vida) confiere un apropiado nivel inmunitario a las crías sin encontrarse las dificultades con el alimentador esofágico que señala la bibliografía si el operador es habilidoso y está entrenado.
- El uso del sustituto de calostro ofrece una posibilidad para administrar calostro a las crías en aquellos establecimientos que por razones sanitarias o de carencia de calostro de calidad no posean un banco de calostro.
- En base a las correlaciones encontradas, la practicidad y menor necesidad de insumos, el uso del Refractómetro es el método más apropiado para evaluar el grado de transferencia pasiva de inmunidad ya que de manera rápida nos permite medir la concentración de proteínas totales en el suero sanguíneo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Astudillo RG (2011). Efecto de la suplementación con un reemplazante de calostro bovino sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein friesian nacidos en invierno o primavera. Tesis de maestría. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Pág. 30-31.
2. Azizzadeh M, Shooroki HF, Kamalabadi AS, Stevenson MA (2012). Factors affecting calf mortality in Iranian Holstein dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine* 104: 335– 340.
3. Bacha F (1999). Nutrición del ternero neonato, Avances en nutrición y alimentación animal, XV Curso de Especialización FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Disponible en: www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.html. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
4. Baquero-Parrado, JR (2008). Diarrea neonatal indiferenciada en terneros: Consideraciones sobre su prevención en campo. *Vet zootec* 2(2): 59-68
5. Besser TE, Garmedia AE, Mcguire, TC, Gay CC (1985). Effect of colostral immunoglobulin G1 and immunoglobulin M concentrations on immunoglobulin absorption in calves. *J Dairy Sci.* 68: 2033-2037.
6. Brignole T, Stott G (1980). Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum o immunoglobulin absorption and calf survival. *J Dairy Sci* 63: 451-456.
7. Bush LJ y Staley TE (1980). Absorption of colostral immunoglobulins in newborn calves. *J Dairy Sci.* 63(4):672-680.
8. Calloway C, Tyler J, Tessman R, Hostetler R, Holle J (2002). Comparison of refractometers and test endpoints in the measurement of serum protein concentration to assess passive transfer status in calves. *J Am Vet Med Assoc,* 221(11):1605-1608.
9. Ceballos A, Villa NA, Bohórquez A, Quiceno J, Jaramillo M (2002). Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en lecherías del trópico alto del eje cafetero colombiano. *Rev Col Cienc Pec* 15:26-35.
10. Chelack B, Morley P, Haines D (1993). Evaluation of methods for dehydration of bovine colostrum for total replacement of normal colostrum in calves. *Can Vet J* 34:407–412
11. Davis CL, Drackley JK (1998). The development, nutrition and management of the young calf. Ames, Iowa State University Press, 339 p.

12. Dawes M, Tyler J, Middleton J, Moore P (2002). Evaluation of a commercially available immunoassay for assessing adequacy of passive transfer in calves. *J Am Vet Med Assoc* 220: 791–793.
13. Dawson LER, Carson AF, Kilpatrick DJ (1999). The effect of the digestible undegradable protein concentration of concentrates and protein source offered to ewes in late pregnancy on Colostrum production and lamb performance. *Anim Feed Sci Tech* 82:21-36.
14. Devery J, Davis C, Larson B (1979). Endogenous production of IgG in newborn calves. *J Dairy Sci* 62:1814–1818.
15. DIEA. Dirección de estadísticas agropecuarias. 2009. La producción lechera en el Uruguay. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Serie de encuestas No278. Uruguay. 79 p.
16. Doleschall M, Zhao Y, Mayer B, Hammarström L, Kacskovics I (2005). Isolation of the gene encoding the bovine neonatal Fc receptor. *Veterinary Immunol Immunopathol* 108:145-150.
17. Elizondo JA (2007). Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana* 18(2):271-281.
18. Elizondo J (2008). Suministro de calostro con alimentador esofágico. En *Revista ECAG*, N°44 Abril-Junio 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.go.cr/documentospdf/ECAG44.pdf>. Fecha de Consulta: 19 de octubre.
19. Fernández AS, Padola NL, Estein SM (1995). El calostro fuente de transferencia de la Inmunidad materna. *Rev Med Vet Córdoba* 34: 304-309.
20. Filteau V, Bouchard E, Fecteau G, Dutil L, Dutremblay D (2003). Health status and risk factors associated with failure of passive transfer of immunity in newborn beef calves in Québec. *Can Vet J* 44:907-913.
21. Fleenor WA, Stott GH (1980). Hydrometer test for estimation of immunoglobulin concentration in bovine colostrum. *J Dairy Sci* 63:973-977.
22. Florez H, Martinez G, Silva J, Romero A, Diaz E, Ruiz E (2000). Enfermedades y prevención de muerte de doble propósito del trópico bajo. *Rev Corpoica*, 1:30-37.
23. Garzón B (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *REDVET*. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507.html>. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
24. Godden SM (2008). Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin North Am Food Anim* 24:19-39.

25. Godden SM, Haines DM, Hagman D (2009a). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. I: Dose effect of feeding a commercial colostrum replacer. *J Dairy Sci* 92(4):1750-1757.
26. Gooden SM, Haines DM, Konkol K, Peterson J (2009b). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrums fed. *J Dairy Sci* 92: 1758-1764.
27. Gómez-Lucía E, Del Mar Blanco, Doménech A (2006). *Manual de Inmunología Veterinaria*. Madrid, Pearson Educación, 698 p.
28. Haro F (2008). Importancia de la alimentación con calostro en terneros. *Revista Bioleche* N°2: 14-17.
29. Hopkins BA, Quigley JG (1997). Effects of method of Colostrum feeding and colostrum supplementation on concentrations of immunoglobulin G in the serum of neonatal calves. *J Dairy Sci* 80:979-983.
30. Hurley W (2009). Intestinal Absorption of immunoglobulins En: *Lactation Biology Website*. University of Illinois, Urbana-Champaign. Disponible en: <http://classes.ansci.illinois.edu/ansc438/index.html>.
31. INALE (2014). Fuerte incremento en la remisión de leche a plantas. Disponible en: <http://www.inale.org/innovaportal/v/3556/4/innova.front/fuerte-incremento-en-la-remision-de-leche-a-plantas.html> Fecha de consulta. 19 de octubre de 2016.
32. Jones CM, James RE, Quigley JD, Mc Gilliard ML (2004). Influence of pooled colostrum or colostrum replacement on IgG and evaluation of animal plasma in milk replacer. *J Dairy Sci* 87(6):1806-1814.
33. Larson BL, Heary HL, Devery JE (1980). Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *J Dairy Sci* 63:665-671.
34. Lateur-Rowet HJ, Breukink HJ (1983). The failure of the esophageal groove reflex, when fluids are given with an esophageal feeder to newborn and Young calves. *Vet Q* 5(2):68-74.
35. Le Jan C (1996). Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity a review. *Vet Res* 27:403-417.
36. Liu G, Wang J, Bu D, Cheng J, Zhang C, Wei H, Zhou L, Zhou Z, Hu H, Dong X (2009). Factors affecting the transfer of immunoglobulin G1 into the milk of Holstein cows. *The Vet J* 182(1): 79-85.
37. Lombard J, Garry F, Tomlinson S, Garber L (2007). Impacts of Dystocia on Health and Survival of Dairy Calves. *J Dairy Sci* 90: 1751–1760.

38. Longenbach JL, Heinrichs AJ (1998) [A review of the importance and physiological role of curd formation in the abomasum of young calves](#) Anim Feed Sci Techn 73:85-97.
39. Mate A, Berra G, Osacar G (2013). Herramientas simples en el Siglo XXI para la atención del ternero recién nacido Test de Glutaraldehído y Calostrómetro. INTA Castelar – Instituto de Patobiología. 2013 Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/herramientassimples-siglo-xxi-atencion-t4582/124-p0.htm> Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
40. Mechor GD, Grohn YT, Van Saun RJ (1991). Effect of temperature on colostrometer readings for estimation of immunoglobulin concentration in bovine Colostrum. J Dairy Sci 74:3940-3943.
41. Medina CM (1994). Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. Mexico (DF), Limusa, 306 p.
42. MGAP (2015). Anuario 2015. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2015,O,es,0>, Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
43. Molla A (1978). Immunoglobulin levels in calves feed colostrum by stomach tube. Vet Rec 103:377-380.
44. Morin DE, Mccoy GC, Hurley WL (1997). Effects of quality, quantity, and timing of Colostrum feeding and addition of dried Colostrum supplement on immunoglobulin G1 absorption in Holstein bull calves. J Dairy Sci 80:747-753.
45. Muller LD, Ellinger DK (1981). Colostral immunoglobulin concentrations among dairy breeds of dairy cattle. J Dairy Sci 64:1727-1730.
46. Nagy D, Tyler J (2003). Immunology of the Bovine Neonate. J Vet Intern Med 16: 451-456.
47. Nousiainen J, Korhonen H, Syvaaja EL, Savolainen S, Saloniemi H, Halonen H (1994). The effect of colostrum, immunoglobulin supplement on the passive immunity, growth and health of neonatal calves. Agric Sci Finland 3:421-428.
48. Petrie L (1984). Maximizing the absorption of colostrum immunoglobulins in the newborn dairy calf. Vet Rec 114:157-163.
49. Pfeiffer N, McGuire T, Bendel R, Weikel J (1977). Quantitation of Bovine Immunoglobulins: Comparison of Single Radial Immunodiffusion, Zinc Sulfate Turbidity, Serum Electrophoresis and Refractometer Methods. Am J Vet Res 38:693-698.

50. Place N, Heinrichs J, Erb H (1998). The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth to four months. *J Dairy Sci* 81: 1004 – 1009.
51. Pritchett LC, Gay CC, Besser TE, Hancock DD (1991). Management and production factors influencing immunoglobulin G1 concentration in Colostrum from Holstein cows. *J Dairy Sci* 74: 2336-2341.
52. Prosser CG, Eichler SJ, Farr VC, Davis SR (1992). Effect of colostrum intake on alpha-lactalbumin concentration in serum of calves. *Res Vet Sci* 53: 219-222.
53. Quigley JD (1997). Notas acerca de terneros # 01- Alimentación con Calostro-Amamantar o no Amamantar. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN001e.pdf> Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
54. Quigley JD, Drewry JJ (1998). Symposium: Practical considerations of transition cow and calf management. *J Dairy Sci* 81(10):2779-2790.
55. Quigley JD (1999). Notas acerca de terneros # 39- Usando el refractómetro. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN039e.pdf> Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
56. Quigley JD (2000). Calf Note # 62- La edad de los Becerros, la Proteína Total y la Falta de Transferencia de Inmunidad Pasiva. Disponible en: <http://www.calfnotes.com/pdf/CN062e.pdf> Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
57. Quigley JD, Kostand J, Wolfe T (2002). Absorption of Protein and IgG in Calves Fed a Colostrum Supplement or Replacer. *J Dairy Sci* 85:1243-1248.
58. Quiroz JL, Ruiz G, (2012) Seguimiento en crianza artificial de terneros. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/seguimiento-en-crianza-artificial-de-terneros>. Fecha de consulta: 19 de octubre 2016.
59. Rajala P y Castrén H (1995). Serum immunoglobulin concentrations and health of dairy calves in two management systems from birth to 12 week of age. *J Dairy Sci* 78(12):2737-2744.
60. Radostiits O (2002). *Medicina Veterinaria: Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. Madrid, McGraw Hil, 2 V.
61. Robinson JD, Stott GH, Denise SK (1998). Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *J Dairy Sci* 71:1283-1287.
62. Sasaki M, Davis CL, Larson BL (1983). Immunoglobulin IgG1 metabolism in new born calves. *J Dairy Sci* 60:623-626.

63. Serratos JI, Vilageliu I, Miro I, Roig J (1993) Recomendaciones para el alojamiento, nutrición y manejo del ternero neonato. *Bovis*, 51:43-58.
64. Smith GW, Foster DM (2007). Short communication: Absorption of protein and immunoglobulin G in calves fed a colostrum replacer. *J Dairy Sci* 90(6):2905-2908.
65. Stott GH, Menefee BE (1978). Selective absorption of immunoglobulin IgM in the newborn calf. *J Dairy Sci* 64:459-465.
66. Stott GH, Marx DB, Menefee BE, Nightengale GT (1979a). Colostral immunoglobulin transfer in calves I. Period of absorption. *J Dairy Sci* 62:1632-1638.
67. Stott GH, Marx DB, Menefee BE, Nightengale GT (1979b). Colostral immunoglobulin transfer in calves II. The rate of absorption. *J Dairy Sci* 62:1766-1773.
68. Stott GH, Fleenor WA, Kleese WC (1981). Colostral immunoglobulin concentration in two fractions of first milking postpartum and five additional milkings. *J Dairy Sci* 64:459-465.
69. Stott GH, Fella A (1983). Colostral immunoglobulin absorption linearly related to concentration for calves. *J Dairy Sci* 66:1319-1328.
70. Uruguay: Precio de la leche al productor rondará los \$9,70 el litro. (2014) Portal lechero.com. Disponible en: <http://www.infortambo.com/web/detalle-base/En-Uruguay-el-precio-de-la-leche-al-productor-rondar-los-970-el-litro-.cnt/17301581/> Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
71. Tessman R, Tyler J, Parish S, Johnson D, Gant R, Grasseschi H (1997). Use of Age and Serum γ -Glutamyltransferase Activity to Assess Passive Transfer Status in Lambs. *J Am Vet Med Assoc* 211:1163-1164.
72. Thompson A, Paul J (1981). Colostral transfer of gamma glutamyl transpeptidase in calves. *New Zealand Vet J* 29:223-226.
73. Tizard I (1987). Propiedades generales de las respuestas inmunitarias. En: Tizard I. *Inmunología Veterinaria*. 3ª ed. México, Nueva interamericana p. 4-11.
74. Tizard I (1992). *Veterinary immunology*. 4ª ed. Philadelphia: WB Saunders, 498 p.
75. Todd AG, Whyte PBD (1995). The effect of delays in feeding Colostrum and the relationship between immunoglobulin concentration in the serum of neonatal calves and their rates of growth. *Aust Vet J* 72:415-417.

76. Tyler J, Hancock D, Wicksie S (1998). Use of serum total protein concentration to predict mortality in mixed-source dairy replacement heifers. *J Vet Int Med* 12:79–83.
77. Vann RC, Holloway JW, Carstens GE, Boyd ME, Randel RD (1985). Influence of calf genotype on colostral immunoglobulins in *Bos taurus* and *Bos indicus* cows and serum immunoglobulins in their calves. *J Anim Sci* 73:3044-3050.
78. Wattiaux M (2003). Crianza de Terneras del nacimiento al destete. Visión general de las prácticas de manejo. El Instituto Babcock para el desarrollo y la investigación internacional de la lechería. Disponible en: http://web.altagenetics.com/espanol/DairyBasics/Details/6342_Crianza-de-Becerras-del-Nacimiento-al-Destete.html. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
79. Weaver D, Tyler J, VanMetre D, Hostetler D, Barrington G (2000). Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. *J Vet Intern med* 14:569-577.
80. Wren G (1996). Nutrición, estrés e inmunología [en línea]. *Veterinaria Bovina*, 1996. Disponible en: <http://tecnovet.com.mx/articulos/art14.html>. Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.
81. Yvon M, Levieux D, Valluy MC, Pelissier P, Mirand PP (1993) *J. Nutr.* 123:586-596.

Anexo I

Planillas utilizadas para el registro de la información de campo

MADRE				
Identificación	Raza vaca	Edad Número de lactancia	Condición corporal	Obser.

PARTO				
Fecha	Hora	Tipo	Tipo de asistencia	Observ.

CRÍA							
Sexo	Raza ternero	N° ternero	Presentación	Posición	Actitud	Observ.	Peso