

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



Alimentación líquida en terneros Holstein

POR

ELSA DANIELA RAMÍREZ ORTÍZ

MONOGRAFÍA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREÓN COAHUILA

ENERO 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Alimentación líquida en terneros Holstein

Por:

ELSA DANIELA RAMIREZ ORTIZ

MONOGRAFIA


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


M.C.J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ

Presidente


DRA. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE
SALCIDO

Vocal


DRA. LUZ MA. TEJADA UGARTE

Vocal


SERGIO ORLÁNDO YONG WONG

Vocal Suplente


MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
ENERO 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Alimentación líquida en terneros Holstein

Por:

ELSA DANIELA RAMIREZ ORTIZ

MONOGRAFIA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

MC. J. GUADALUPE RODRIGUEZ MARTINEZ
Asesor Principal

Guadalupe de la Fuente Salcido

DRA. MA. GUADALUPE DE LA FUENTE SALCIDO

Coasesor

Luiz Ma. Tejada Ugarte

DRA. LUZ MA. TEJADA UGARTE

Coasesor

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
ENERO 2020



I. AGRADECIMIENTOS

Quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mis Padres por siempre estar a mi lado apoyándome, en especial a mi madre por ese gran ejemplo de no rendirse jamás, a mi hijo que inconscientemente influyo en mi para cada una de las decisiones desde que nació y a mi hermana que aunque es de pocas palabras se que siempre desea lo mejor para mí.

A todos mis amigos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias por toda su ayuda y buena voluntad.

A todos los docentes de mi Alma Mater que estuvieron involucrados en este muy largo camino, en especial a mi profesor Jose Guadalupe Rodríguez.

Gracias infinitas a todos.

II. DEDICATORIAS

¡Que nadie se quede afuera, se los dedico a todos!

En especial:

Por el esfuerzo, dedicación, paciencia, por su confianza y por todo lo que me han dado a lo largo de mi carrera y de mi vida, este Proyecto de titulación va dedicado a mis padres Sergio y Cuquis.

Gracias por haberme permitido llegar a cumplir hoy un sueño más. Porque con sus oraciones, consejos, regaños y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Sobre todo a ese pedacillo de mi ser que hace que mis días tengan un “por qué” y sean maravillosos con su enorme sonrisa. Gracias por ser mi motor, mi fuerza, mi TODO. Te amo Javier.

III. RESUMEN

El éxito de los programas de alimentación y manejo para terneras, no debe ser medido únicamente en términos de crecimiento y desarrollo corporal, también debe ser evaluado de manera importante por el potencial futuro de producir leche. Esta capacidad está en gran medida influenciada por el grado de desarrollo mamario. En este sentido el estado nutricional desde antes de la pubertad hasta el inicio de la lactación es crítico para el desarrollo mamario, es decir, es de extrema importancia no subalimentar ni sobrealimentar a la ternera. (Charlton, 2009). Está comprobado que niveles altos de alimentación antes de la pubertad hasta el parto puede afectar negativamente el crecimiento del tejido secretor de la glándula mamaria. Por ello, es recomendable un programa adecuado de alimentación que permita ganancias de peso de 800g/día como indicador óptimo para la recría de terneras. Los sistemas de crianza artificial de terneros pueden adoptar las más diversas modalidades tanto en lo que respecta a alimentación como a manejo. Respecto de alimentación, ésta puede valerse de diferentes dietas líquidas (leche entera, leche semidescremada o descremada, suero de quesería, calostro acidificado, substitutos lácteos, etc.) o sólidas (concentrados, raciones completas, voluminosos frescos o procesados (Sandra, 2008). La primera fuente de alimento que recibe el ternero es el calostro, considerada la secreción del primer ordeño producida por las glándulas mamarias de la vaca posparto el cual le ayuda a combatir infecciones hasta que pueda desarrollar sus propias defensas (González et al. 2015). La composición nutricional de la leche de transición (secreciones desde el segundo al octavo día postparto) y leche entera cambian en comparación al calostro (Bacha y Nacoop, 1999). La etapa de crianza y recría de hembras de reposición debe ser llevada a cabo como la mayor inversión de una explotación lechera ya que en estas etapas se desarrolla el potencial genético que posteriormente se expresará durante su etapa productiva.

PALABRAS CLAVE: Becerras, Alimentación líquida, Calostro, Leche

IV. ÍNDICE

I. AGRADECIMIENTOS.....	i
II. DEDICATORIAS	ii
III. RESUMEN.....	iii
IV. ÍNDICE.....	iv
V. INTRODUCCIÓN	1
VI. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
1. Nutrición del ternero neonato	2
2. Requerimientos nutricionales	2
2.1 Energía.....	2
2.2 Lípidos	3
2.3 Proteína.....	4
2.4 Minerales.....	4
2.5 Vitaminas	6
3. Sistema digestivo del ternero	8
3.1 Desarrollo prenatal de los compartimentos gástricos.....	8
3.2 Desarrollo posnatal de los compartimentos gástricos	9
3.3 Características de los compartimentos gástricos	10
3.3.1 Rumen	10
3.3.2 Retículo	10
3.3.3 Omaso.....	11
3.3.4 Abomaso	12
3.4 Cierre de la gotera esofágica	12
3.5 Formación del coágulo	13
4. Alimentación líquida en terneros	14
4.1 Calostro.....	14
4.1.1 Principales funciones del calostro.....	15
4.1.2 Absorción de inmunoglobulinas	17
4.1.3 Cantidad recomendada.....	18

4.1.4	Condiciones básicas para garantizar el consumo adecuado de calostro.....	19
4.2	Conservación de calostro	19
4.2.1	Refrigerado	20
4.2.2	Congelado	20
4.2.3	Liofilizado.....	21
4.2.4	Fermentado	21
4.2.5	Otras formas de conservación y suplementos	22
4.3	Elementos básicos para evaluar el calostro.....	22
4.4	Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva.....	25
4.5	Factores que modifican la composición del calostro	26
4.5.1	Edad y número de partos de la madre	26
4.5.2	Duración del periodo seco	26
4.5.3	El programa de alimentación de las vacas	26
4.5.4	Condición corporal	26
4.5.5	Raza	27
4.5.6	La temperatura ambiente	27
4.5.8	Tipo de parto y momento adecuado para recolección	28
4.5.9	Almacenamiento, congelación y descongelación de calostro.....	28
4.6	Sustancias usadas como reemplazo del calostro.....	28
4.7	Leche.....	29
4.7.1	Leche comercializable.....	30
4.7.2	Leche de transición	31
4.7.3	Leche de descarte.....	31
4.7.4	Pasteurización de la leche de descarte.....	32
4.7.5	Uso de reemplazantes de leche	34
4.7.6	Proteína en los sustitutos.....	36
4.7.7	Proteínas lácteas.....	36
4.7.8	Proteínas no lácteas.....	37
4.7.9	Contenido energético en el sustituto	40
5.	Sistema de alimentación convencional versus acelerado.....	40
6.	Método para administración de la leche	42
7.	Factores que afectan la ganancia de peso.....	43

7.1 Estrés.....	43
7.2 Enfermedades.....	44
7.3 Alimentos	44
7.5 Clima.....	44
7.6 Edad del ternero	45
7.7 Actividad física	45
8. Conclusión.....	45
9. Literatura citada.....	45
Golden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. Food Animal Practice 24, 19-39.	48

V. INTRODUCCIÓN

La crianza de reemplazos es un aspecto fundamental en cualquier sistema de producción lechero, ya que las terneras son las que van a sustituir en un determinado tiempo, a las vacas que poco a poco dejan la explotación. Reemplazos saludables, con tasas de crecimiento sostenidas para obtener tamaños adecuados y pesos meta, son 2 factores importantes que debe buscar cualquier sistema de crianza y desarrollo de terneras (Delgado, 2001).

La fase de alimentación líquida del ternero es una etapa obligada que tiene una duración mínima de 30 días, en que este puede aprovechar sin limitaciones la leche y algunos de sus derivados, pero su sistema digestivo no está aún preparado para utilizar alimentos no lácteos como única fuente de nutrientes. Aunque con un sistema de alimentación en que se ofrece concentrado y heno desde muy temprana edad podría destetarse a los 30 días, lo recomendable es prolongar la alimentación líquida hasta los seis u ocho semanas, de manera que el rumen haya alcanzado un desarrollo tal, que permita la utilización de los alimentos no lácteos en forma adecuada sin que se altere el crecimiento (Keyserlingk y Weary, 2012). Esta fase comienza con la toma de calostro ya que los neonatos requieren de asistencia inmune pasiva que son anticuerpos y linfocitos específicamente sensibilizados contra la mayoría de microorganismos de su entorno la cual es transferida por la madre a través del calostro hasta que el ternero desarrolla su inmunidad activa (Tizard, 1989a). Después del calostro la dieta líquida tradicional es la leche, que desde el punto de vista nutricional puede ser parcialmente reemplazada en la alimentación del ternero. El periodo comprendido entre nacimiento y destete es de suma relevancia dado que según estudios, existe una estrecha relación entre la ganancia de peso de este periodo y la producción futura de la ternera. Sin embargo, la adecuada ganancia de peso no es consecuencia solo de un óptimo manejo alimenticio, sino también de otros factores que están asociados a su manejo

sanitario y condiciones ambientales que permiten un adecuado bienestar (Khan *et al.*, 2007).

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

1. Nutrición del ternero neonato

La nutrición de los terneros en los primeros dos meses de vida es el aspecto más importante a tener en cuenta si se desea tener una buena reposición de hembras en el rodeo lechero. Una adecuada cantidad de alimento de buena calidad mejora la eficiencia alimentaria, promueve una mayor ganancia de peso, reduce la incidencia de enfermedades y otorga una mayor oportunidad de expresar comportamientos naturales, que en su combinación brindan bienestar animal (Gonsolin, 2014).

Los animales jóvenes representan uno de los mayores problemas en las explotaciones comerciales, puesto que es en este momento cuando se deben sentar las bases para un correcto crecimiento y es, a su vez, cuando más delicados son todos los animales en general. A los problemas que tiene este primer periodo de crecimiento de los animales, en los rumiantes y específicamente en los terneros, se añade el desarrollo de las porciones anteriores del aparato digestivo hasta lograr las dimensiones y proporciones que tendrán en su vida adulta (Guzmán, 2004).

2. Requerimientos nutricionales

2.1 Energía

Todas las funciones vitales y productivas del animal requieren energía, por lo tanto la capacidad de un alimento de aportarla es de gran importancia. Los animales poseen una demanda energética determinada para poder mantenerse y para poder producir. Es de importancia conocer tanto el aporte de cada alimento como el requerimiento de la especie de interés para alimentarla adecuadamente (Tabare, 2011).

La cantidad de energía química existente en los alimentos es denominada energía bruta (EB). Del total de la EB contenida en los alimentos sólo una parte podrá ser aprovechada por los animales, ya que la otra se pierde en las excreciones. La fracción de energía restante que no se pierde en las heces es conocida como energía digestible (ED), y es la energía del alimento que es digerida en el tracto digestivo animal. No toda la ED podrá ser aprovechada por los animales ya que parte se pierde por la orina y parte por los gases originados durante la digestión.

La energía restante que queda para ser aprovechada por el animal se conoce como energía metabolizable (EM), ésta es la energía que queda para ser aprovechada por el metabolismo animal. Ahora bien, parte de la EM se pierde en el incremento calórico que se genera en los procesos metabólicos, por lo que la energía del alimento que queda disponible luego de estos procesos para fines útiles, o sea, para el mantenimiento corporal y los distintos procesos productivos se denomina energía neta (EN; Tabare, 2011). Para calcular la energía requerida para mantenimiento por un ternero, la National Research Council (NRC, 2001) determinó la siguiente ecuación:

$$\text{Energía de mantención (EM)} = 0,1(\text{Mcal/d}) \text{ kg } 0,75$$

Mientras que los requerimientos para mantenimiento pueden ser calculados con la fórmula anterior, los requerimientos para el crecimiento pueden ser calculados de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Energía de crecimiento (Mcal/d)} = 0,1PV0,75 + (0,84PV0,355)(GPV1,2)$$

Dónde: PV es el peso vivo y GPV es la ganancia diaria de peso

La principal fuente de energía en el ternero son los hidratos de carbono; el intestino del ternero tiene una actividad carbohidratasa limitada por lo que sólo digiere carbohidratos tales como la lactosa y azúcares simples (glucosa y galactosa; Davis y Drackley, 2001).

2.2 Lípidos

Los lípidos también son una fuente concentrada de energía y además proveen al ternero de los ácidos grasos poli-insaturados como los ácidos linoléicos, linolénicos y araquidónicos que el ternero joven necesita para su desarrollo y es incapaz de sintetizarlos biológicamente. Por lo tanto, cierta cantidad de grasa es esencial en las raciones de los terneros. El contenido de grasa recomendado es del 3% de la materia seca del alimento iniciador (Davis y Drackley, 2001).

2.3 Proteína

La proteína del alimento debe ser altamente digestible en el intestino delgado, puesto que el ternero se encuentra en una etapa de rápido crecimiento. Ofrecer la cantidad y calidad de sus requerimientos es de vital importancia en la vida futura del animal. La fórmula para calcular la proteína digestible aparente (PDA) es la siguiente:

$$\text{PDA (g/día)} = 6,25 \{1/\text{BV} (\text{E} + \text{G} + \text{M} \times \text{D}) - \text{M} \times \text{D}\}$$

Dónde: BV (valor biológico)= 0,764; E (nitrógeno endógeno urinario, g)= $0,2 \times \text{PV} \times 0,75$; G (contenido de nitrógeno ganado, g)= 30g/kg; M (nitrógeno metabólico fecal, g/d)= $2,46 \times$ consumo de materia seca (D) en kg.

Muchos aminoácidos son considerados esenciales, tales como: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. Éstos deben ser incorporados al organismo por medio de la dieta ya que no son sintetizados por el mismo. Para el caso de los aminoácidos arginina e histidina pueden ser sintetizados por los tejidos animales, pero no a tasas suficientes para satisfacer los requerimientos debido a los altos niveles de producción.

2.4 Minerales

Para satisfacer correctamente las necesidades de minerales es necesario conocer sus funciones en el organismo del animal y las interacciones que existen entre ellos.

El calcio y el fósforo ocupan el primer lugar en cuanto a requerimientos de minerales, ya que comprenden el 60 a 65% del total de los requerimientos. El principal papel del calcio está en la formación y mantenimiento de huesos y dientes. Además, participa en la coagulación sanguínea, el funcionamiento del corazón, músculos y nervios. Se sugiere que el ternero pre rumiante reciba 10- 12 g de calcio por kg de MS consumida, mientras que para el fósforo se recomienda una concentración de 6 a 9 g/kg de MS de alimento (Davis y Drackley, 2001).

Normalmente, si las necesidades de calcio y fósforo están cubiertas, no se precisa considerar la relación calcio-fósforo de la dieta, siempre y cuando exista también un aporte adecuado de vitamina D (Roy, 1972). En la práctica, las relaciones entre calcio y fósforo encontradas más frecuentemente varían de 1:1 a 2:1.

El magnesio tiene un papel clave en el metabolismo como un activador de enzimas que catalizan la fosforilación de compuestos orgánicos involucrados en el metabolismo energético. Se recomienda un aporte de magnesio de entre 0,7 y 1,5 g/kg de MS de alimento consumido, esta concentración está en conjunción con las concentraciones óptimas de otros minerales.

El sodio, cloro y potasio cumplen una función importante en el mantenimiento de las relaciones iónicas y osmóticas del cuerpo. Se deben tener en cuenta las pérdidas potenciales de estos electrolitos que puede haber en las heces en casos de diarrea. En estos casos se recomienda administrar productos orales de electrolitos junto con el alimento líquido normal (Roy, 1972; Davis y Drackley 2001).

El hierro es el componente central de la hemoglobina de los eritrocitos. También cumple un papel en la respiración tisular. La deficiencia de hierro se puede manifestar como anemia, fatiga, pérdida de apetito y disminución de la tasa de crecimiento. Hay una mayor susceptibilidad a la diarrea e infecciones y una disminución general de la digestión de los nutrientes (Roy, 1972). Se recomienda una concentración de hierro de alrededor de 100 mg/kg de MS en las dietas de los terneros.

El manganeso es componente de varios sistemas enzimáticos, funciona como activador de enzimas y participa en la síntesis de mucopolisacáridos y glucoproteínas. Se recomienda una concentración de manganeso de entre 10 y 80 mg/kg de MS (Davis y Drackley, 2001).

El zinc funciona como componente estructural o funcional de muchos sistemas enzimáticos relacionados con el metabolismo de los carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos. Una deficiencia produciría paraqueratosis cutánea, disminución de la tasa de crecimiento, reducción del apetito y aumento de la susceptibilidad a infecciones. En la práctica es difícil que pueda ocurrir una deficiencia de zinc en el ternero. Las recomendaciones para la concentración de zinc en la dieta son de 20 a 50 mg/kg de MS.

El cobre es componente estructural de varios sistemas enzimáticos o es esencial para su activación. Junto con el hierro es necesario para la formación de la hemoglobina. La concentración sugerida de cobre en los terneros pre rumiantes es de entre 5 y 20 mg/kg de MS de alimento (Davis y Drackley, 2001).

La principal demanda de yodo se encuentra orientada a sintetizar tiroxina, hormona de la glándula tiroides (Roy, 1972). La tiroxina afecta el crecimiento, la función neuromuscular y el control de la secreción de otras hormonas (Davis y Drackley, 2001). Se recomienda una concentración dietética de 0,12 mg/kg de MS para este metal (Roy, 1972).

El cobalto es un componente esencial de la vitamina B12. Si se adiciona esta vitamina a la dieta, es innecesario el agregado de cobalto. En terneros rumiantes, el agregado de cobalto a la dieta elimina la necesidad de suplementar con vitamina B12, ya que ésta es sintetizada por la población microbiana del sistema gastrointestinal (Davis y Drackley, 2001). Se recomiendan concentraciones dietarias de cobalto de entre 0,1 mg y 1 mg/kg de MS (Roy, 1972).

El selenio se encuentra muy vinculado a la vitamina E en varios procesos metabólicos. Desempeñan un papel esencial en la protección de las membranas celulares frente al daño de los productos oxidativos. El selenio es un componente de la glutatión peroxidasa, que destruye los peróxidos tóxicos durante el curso de los procesos metabólicos. Con el aporte adecuado de vitamina E, la concentración sugerida de selenio varía de 0,1 a 0,3 mg/kg de MS de alimento (Davis y Drackley, 2001).

2.5 Vitaminas

El ternero recién nacido tiene reservas corporales muy limitadas de vitaminas; el calostro natural contiene grandes cantidades de estos elementos esenciales y por lo tanto es de suma importancia que el ternero ingiera calostro dentro de las primeras horas de nacido. Las principales vitaminas son la A, D, E, K y vitaminas del complejo B (Davis y Drackley, 2001).

El principal papel de la vitamina A es el mantenimiento de la integridad de los epitelios que cubren las superficies internas del cuerpo y las cavidades del sistema digestivo (Davis y Drackley, 2001). En casos de carencias agudas de vitamina A, los terneros jóvenes mueren con frecuencia a causa de procesos neumónicos o de diarreas severas (Roy, 1972). Se puede desarrollar ceguera nocturna en casos de deficiencia grave de vitamina A, por aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo (Davis y Drackley, 2001), e incluso si se genera un aumento muy marcado de la presión, se produce compresión del nervio óptico y finalmente ceguera completa (Roy, 1972). La suplementación con vitamina E, ocasiona un aumento en la fijación de la vitamina A, pero cuando la ingestión es muy baja, el aprovechamiento se reduce.

En el caso del ternero pre rumiante, las necesidades han de ser cubiertas bajo la forma de tal vitamina. En los rumiantes, el β -caroteno es la fuente vitamínica natural que se convierte en vitamina A en las paredes del intestino delgado. Las necesidades de β -caroteno representan cuatro o cinco veces las necesidades de

vitamina A. Los terneros requieren diariamente 80 μg de β -caroteno o 16 μg de vitamina A /kg PV.

Un exceso de esta vitamina en el ternero podría reducir los niveles plasmáticos de ácido ascórbico y tocoferol, producir cambios en la distribución de las proteínas que conforman el líquido cefalorraquídeo, alterar la mineralización de los huesos, y en niveles muy altos, los signos clínicos de la hipervitaminosis A incluyen hiperhidrosis, alopecia, hiperemia y cojeras (Roy, 1972). La vitamina D es necesaria para el crecimiento y la adecuada calcificación de los huesos del ternero. La carencia de vitamina D puede producir disminución del apetito, disturbios digestivos y cierto grado de tetania; luego tumefacciones y rigidez de articulaciones, curvatura de huesos largos, marcha envarada y dorso encorvado (Roy, 1972).

Debido a las interrelaciones que hay entre la vitamina D, el calcio y el fósforo, una deficiencia de cualquiera de estos nutrientes en presencia de cualquiera de los otros dos conduce al desarrollo de raquitismo (Davis y Drackley, 2001). Se recomienda un aporte diario de 4 U./kg PV de vitamina D para los terneros (Roy, 1972).

La vitamina E y el selenio tienen una interrelación estrecha en varios procesos metabólicos. Desempeñan funciones en la protección de las membranas celulares frente al daño de productos oxidativos. El selenio es un componente de la glutatión peroxidasa, que destruye los peróxidos tóxicos y la vitamina E actúa como depurador de los peróxidos que escapan de la destrucción de dicha enzima. La carencia de vitamina E produce distrofia muscular (Roy, 1972).

La vitamina K es esencial para la coagulación sanguínea. Los microorganismos presentes en el sistema intestinal del ternero desde poco después del nacimiento, producen cantidades de vitamina K suficientes para satisfacer los requerimientos (Davis y Drackley, 2001). La mayoría de las vitaminas del complejo B, funcionan como cofactores de sistemas enzimáticos que participan en el metabolismo energético y proteico.

Los requerimientos de las vitaminas del complejo B constituyen cantidades muy pequeñas. Al igual que la vitamina K, las vitaminas del complejo B pueden ser sintetizadas por los microorganismos del retículo-rumen y de todo el intestino (Davis y Drackley, 2001). Además de los requerimientos normales de los terneros, hay que tener en cuenta que las condiciones de estrés pueden incrementar los requerimientos de ciertas vitaminas, y así llevar a deficiencias subclínicas que se pueden manifestar como tasas de crecimiento más lentas y disminución de la resistencia a infecciones (Davis y Drackley, 2001).

3. Sistema digestivo del ternero

3.1 Desarrollo prenatal de los compartimentos gástricos

El desarrollo fetal del estómago del bovino es relativamente rápido, pudiendo distinguirse los distintos comportamientos a los 56 días (Church, 1974). Los divertículos gástricos se desarrollan a partir de una dilatación fusiforme del intestino primitivo. En los embriones bovinos se presentan a los 28 días un estómago primitivo similar al de otros embriones mamíferos (9,5 mm), mientras que a los 36 días ya se manifiestan algunas diferencias en el tejido epitelial y a los 56 días se distinguen bolsas definitivas (50 mm), (Warner, 1958).

Una vez diferenciados los compartimentos gástricos hasta el punto de hacerse evidente los cuatro, se observa que se encuentran alineados uno tras otro, ocupando una posición caudal con respecto al hígado y al diafragma; después se dispone en forma de herradura, desplazándose el esbozo del rumen y el retículo hacia la izquierda y arriba, el omaso hacia la derecha y abajo, y el abomaso más hacia la izquierda.

El rumen se halla entonces entre el diafragma y el riñón primitivo, aumentando de tamaño y desarrollando sus sacos ciegos; girando en dirección caudal para alcanzar su posición definitiva; el abomaso cambia a la vez de posición hacia el lado derecho, debido a un desplazamiento del hígado; los movimientos descritos permiten a los divertículos gástricos adoptar su forma típica de herradura.

El tamaño relativo de los distintos compartimentos gástricos varía mucho en el curso del desarrollo prenatal; al principio presentan los cuatro las mismas dimensiones, luego predomina el tamaño del rumen cuando este verifica su giro, observándose más adelante un incremento notable del abomaso hasta el punto de superar el volumen del rumen al nacimiento.

Conjuntamente con el desarrollo externo, se produce el desarrollo de la mucosa de los compartimentos gástricos, observándose primero el esbozo de las hojas del omaso, después los pliegues del abomaso, a continuación las crestas del retículo y finalmente las vellosidades del rumen. La superficie epitelial se desarrolla más lentamente, siendo la superficie interna del rumen lisa durante la etapa fetal, sin papilas visibles (Wardrop, 1961). El desarrollo fetal es relativamente uniforme en cada espacio, ya que el ambiente intrauterino es bastante constante, no

disponiéndose de datos suficientes para demostrar cualquier tipo de influencia por parte de la raza, el tamaño, el plano nutricional, etc. (Church, 1974).

3.2 Desarrollo posnatal de los compartimentos gástricos

El desarrollo postnatal del estómago de los rumiantes guarda relación con el tamaño y/o la edad y con la dieta. Una dieta líquida retrasa el desarrollo del rumen-retículo, tanto en el grosor y peso de los tejidos como en el desarrollo papilar. El desarrollo normal determina un crecimiento rápido del rumen-retículo después que el animal comienza a ingerir alimentos sólidos. El consumo de alimentos groseros e inertes estimula el crecimiento; esto se aprecia por el aumento de grosor de los tejidos, aunque la presencia de productos o alimentos capaces de fermentarse originando los ácidos grasos volátiles (A.G.V.) parece un factor necesario para la maduración de las papilas (Church, 1974).

Durante el nacimiento y en las tres primeras semanas de vida, el ternero no utiliza los tres primeros compartimentos gástricos (rumen, retículo y omaso); su desarrollo demora algún tiempo y está en dependencia de que el animal ingiera un pienso seco adecuado; entre tanto es necesario suministrarle leche o un sucedáneo lácteo líquido apropiado. Durante la primera fase de vida el alimento líquido se dirige directamente al cuarto compartimiento gástrico (abomaso), aquí se coagula y la digestión prosigue, como en los monogástricos.

Es imponderable la necesidad en la dieta del ternero recién nacido de un pienso adecuado y especialmente durante las tres primeras semanas de nacido, porque el aparato enzimático del ternero no está bien adaptado a dirigir a no ser una cantidad bastante pequeña de ingredientes alimenticios (Stewart, 1974).

El desarrollo de los divertículos suelen dividirse en tres períodos: el primero entre el nacimiento y las tres semanas de vida. El animal es “lactante”, posee sólo capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener un valor de glucemia, que es semejante al de un no rumiante (alrededor de 1 gr/l).

El segundo, entre las tres y las ocho semanas de vida. Es un “período de transición” durante el cual el animal comienza a ingerir pequeñas cantidades de alimento sólido y se van desarrollando gradualmente los divertículos. Los valores de glucemia comienzan a disminuir mientras aumenta la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles (AGV), especialmente acetato (C2), propionato (C3) y butirato (C4).

El tercer periodo, a partir de las ocho semanas de vida. Los DE están bien desarrollados y permiten una digestión fermentativa propia del “rumiante adulto”.

3.3 Características de los compartimentos gástricos

3.3.1 Rumen

Anatómicamente el rumen se desarrolla a partir de la porción no secretora del estómago (Church, 1979). 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. Sin embargo, su especial pauta de motilidad ya está perfectamente establecida desde el nacimiento. El desarrollo del rumen implica, por lo tanto, la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes. El tiempo que tardan los animales en desarrollar anatómicamente y funcionalmente el rumen determina el ritmo al que los procesos digestivos pasan de depender de las enzimas producidas por el animal, a la relación simbiótica que se establece con los microorganismos ruminales (Orskov, 1988).

Durante el primer mes, las enzimas primordiales son la lactasa y la quimosina cuya función es la de la absorción de la lactosa en el intestino y unir la caseína y la grasa en el cuajo, la estearasa pregástrica ayuda en la hidrólisis y la digestión de los nutrientes de la leche. La función de la lipasa pancreática y somatostatina es la regulación de la motilidad del abomaso al duodeno y la pepsina en la función de digestión en general.

El volumen y actividad del resto de enzimas es muy bajo en un principio, incrementándose con la edad. Sólo hasta los 60 días ya que a esta edad el animal está enzimáticamente preparado para ser destetado y la implantación microbiana es posible que esté bien establecida. Estos fenómenos están modulados en gran medida por la dieta.

3.3.2 Retículo

Esta víscera está poco desarrollada en el ternero lactante y está situada en la subregión xifoidea; su cara izquierda mira hacia el bazo, la derecha hacia el omaso, la craneal al hígado y al diafragma; mientras que la caudal y la dorsal miran hacia el rumen; y por último, la cara ventral del abomaso, sobre el cual se apoya separándola de la pared abdominal. (Sere, 1967). El retículo representa la porción craneo-ventral del estómago y se localiza centralmente detrás del diafragma. Las

paredes ventrales derechas del órgano quedan normalmente libres, por la izquierda se pone en contacto con las porciones ventrales de los espacios intercostales sexto y séptimo y una pequeña parte con el sexto espacio intercostal derecho. La pared reticular es muy espesa y gruesa. (Laplace, 1968).

El retículo presenta la membrana mucosa formando pliegues cuya altura es algo mayor de 1 cm en los bovinos, estos pliegues incluyen espacios o celdas de 4, 5 ó 6 lados. Estas celdas están subdivididas en pliegues más pequeños y los fondos están incrustados de papilas córneas agudas; las celdas se hacen más pequeñas hasta desaparecer gradualmente cerca del surco esofágico del borde del pliegue rumino-reticular. A 3 ó 4 cm de este último, la membrana mucosa ofrece la disposición papilar del rumen. (Sisson, 1974).

3.3.3 Omaso

El omaso ocupa una posición profunda dentro de la cavidad abdominal; ninguna de sus caras está en contacto con la pared del abdomen, del lado derecho que es el más cercano, se encuentra separado por el diafragma; el borde posterior por el hígado, muy voluminoso en los bovinos. Tiene una forma ovoide, con un gran eje vertical e incurvado que le da un aspecto arriñonado, presentando para su estudio dos caras, dos bordes y dos extremidades (Sisson, 1974).

El omaso se distingue muy claramente de las otras divisiones gástricas del rumiante y se sitúa enteramente en la pared derecha del plano medio, a nivel de las costillas, desde la séptima hasta la décima. (Sisson, 1974). La estructura interna del omaso es particularmente interesante, ya que el epitelio presenta un cierto número de repliegues en forma de láminas que ocupan casi totalmente la cavidad y se insertan paralelamente al eje del órgano.

Las láminas más largas parten de la región de la curvatura mayor; sus bordes son convergentes y miran hacia la curvatura menor. El epitelio que tapiza la cara interna de la curvatura menor se presenta ligeramente plegado en sentido longitudinal; entre estas mucosas y el borde libre de las láminas se encuentra un espacio libre: el canal nasal, que une los dos orificios del órgano y se encuentra aumentando de tamaño hasta las 36 ó 38 semanas de edad (Sisson, 1974).

El volumen del omaso aumenta hasta 60 veces entre los 10 y los 15 días de edad. El peso del omaso aumenta desde 4,7 g al nacimiento hasta 28,7 g a las 16 semanas y su capacidad se incrementa desde 34 mm al nacimiento hasta 98,7 mm a las 16 semanas. (Tiwari y Jamder, 1970). El crecimiento del omaso se produce solamente cuando es estimulado por un consumo periódico de alimentos sólidos. (Hammada, Maeda y Kamecha, 1976).

3.3.4 Abomaso

Es un saco alargado que se halla en su mayor parte sobre el suelo del abdomen; su extremidad anterior se halla en la región xifoidea en relación con el retículo; su extremidad posterior se relaciona con el intestino delgado. Su cara parcial se relaciona con el suelo del abdomen y su cara visceral con el retículo y el omaso. (Sisson, 1974). Benzie y Phillipson, (1957) señalan que el abomaso puede verse varias horas después del nacimiento, situado inmediatamente detrás del diafragma y con su eje longitudinal en dirección dorso ventral.

A las cuatro semanas, el omaso es pequeño aún y se localiza entre el suelo del abdomen y el saco ventral del rumen, prolongándose caudalmente hasta alcanzar la proyección de la tercera vértebra lumbar, aproximadamente a las ocho semanas de edad (Sisson, 1974).

En fetos a término y en animales jóvenes, el abomaso es mayor que el rumen, ya que en las primeras edades, el alimento del animal es lácteo y la leche solamente necesita la actividad del estómago glandular o abomaso. En las tres primeras semanas de vida, el rumen todavía inactivo, no alcanza ni la mitad del contenido abomasal, pero pasado este tiempo cambia la alimentación del animal, haciéndose vegetal y como estos alimentos necesitan de las tres porciones de los estómagos anteriores y en especial del rumen, se cambia la relación de tamaño a favor de este.

Así vemos que a las cuatro semanas la relación rumen-abomaso es de 0,5-2,1; a las 8 semanas es de 1:1 y después de los tres meses el rumen alcanza el doble del tamaño del abomaso, y finalmente el rumen del animal adulto tiene 9 veces más la capacidad que tiene el abomaso (Sisson, 1974).

3.4 Cierre de la gotera esofágica

La gotera esofágica es una invaginación, a manera de canal, que atraviesa la pared del retículo, extendiéndose desde la desembocadura del esófago hasta el orificio retículoomasal. Al ser estimulada, los músculos de sus labios se cierran creando un canal casi perfecto que conecta el cardias con el canal omasal, y de este modo el calostro o la leche no caen al retículo-rumen donde causarían fermentaciones indeseadas, sino que llegan directamente al abomaso donde se inicia su digestión.

El cierre de la gotera esofágica responde a un arco reflejo que se origina en respuesta a estímulos centrales y periféricos. El acto de succionar la mama, o aún el observar la mamadera o la preparación del alimento, inician este reflejo. Por otro lado existen receptores en la faringe que responden a los componentes químicos de la leche, como lactosa, proteínas y minerales, y a su temperatura. Dichos estímulos son transmitidos al centro bulbar especialmente por el nervio trigémino.

Las fibras eferentes son vagales y actúan estimulando los labios de la gotera e inhibiendo la motilidad de los divertículos. Recientemente se ha demostrado que durante el mamado se libera polipéptido intestinal vasoactivo (PIV) que relaja el esfínter retículo-omasal. La distensión abomasal inhibe el reflejo de contracción de la gotera esofágica.

La adrenalina, que actúa relajando la musculatura de la gotera, también inhibe el reflejo de cierre. Estos factores deben tenerse en cuenta en la alimentación artificial de los terneros, a fin de evitar el suministro de una cantidad excesiva de leche, o de hacerlo bajo condiciones estresantes, que provoquen el pasaje de leche al retículo-rumen. El reflejo de cierre de la gotera esofágica, propio del lactante, se va perdiendo con el desarrollo del rumiante. Sin embargo ciertos factores pueden estimularlo en el adulto. Uno de ellos es la hormona antidiurética (ADH), liberada desde la neurohipófisis en respuesta a la deshidratación o al aumento de la osmolaridad del plasma. Esto se debería a que, ante la necesidad de incorporar agua rápidamente al organismo, la ADH estimula el reflejo para que el agua llegue directamente al duodeno donde será absorbida.

3.5 Formación del coágulo

En el abomaso la leche se coagula en pocos minutos por acción de la enzima renina, fermento lab o cuajo. La renina genera el coágulo al convertir la caseína soluble en una red de paracaseinato de calcio, que a su vez retiene los glóbulos grasos. Este coágulo se retrae en pocos minutos y segrega una serie de componentes que representan el "suero de la leche". Este suero vehiculiza la lactosa y las proteínas solubles hacia el intestino.

La lactosa es degradada en glucosa y galactosa por una lactasa ubicada en los enterocitos y luego absorbida. El enterocito posee también peptidasas que degradan las proteínas menores que ingresan con el suero de leche y algunas de menor peso molecular son absorbidas sin degradación previa. Esto demuestra la existencia de una buena actividad digestiva intestinal de mucosa, que se contrapone

a la baja capacidad secretoria del páncreas y del hígado, lo cual reduce la capacidad proteolítica y lipolítica en el lumen intestinal.

Esta situación remarca la importancia de la coagulación y retención de la caseína y los triglicéridos en el abomaso, ya que si ambos componentes de la leche pasaran al intestino no sólo no serían bien digeridos sino que además, y en consecuencia, generarían un arrastre osmótico de agua. El coagulo retenido sufre la acción proteolítica de la renina que lentamente va liberando péptidos que pasan al abomaso y siguen la citada digestión de mucosa.

La actividad lipolítica recae en la lipasa salival que libera principalmente monoglicéridos y ácidos grasos libres que serán absorbidos por los enterocitos. Cada coágulo tarda alrededor de 12 hrs. en ser completamente degradado, por lo cual en abomaso coexisten coágulos de diferente tamaño.

4. Alimentación líquida en terneros

4.1 Calostro

El calostro es una secreción amarillenta y de consistencia cremosa que se produce en la ubre antes del parto y hasta los primeros cinco días postparto (Godden, 2008).

El calostro bovino está compuesto por una mezcla de secreciones lácteas y componentes sanguíneos, tales como inmunoglobulinas y otras proteínas séricas que se acumulan en la glándula mamaria en el periodo seco durante el preparto. Este proceso de acumulación de sustancias comienza gracias a la acción de hormonas lactogénicas, como la prolactina, y se detiene bruscamente al momento del parto (Godden, 2008).

La mortalidad de las terneras en la primera etapa de vida se relaciona a tres factores: la cantidad, la calidad y la rapidez en el consumo de calostro. Para obtener una adecuada transferencia pasiva en las terneras, estas deben consumir una cantidad suficiente de calostro con una concentración adecuada de anticuerpos lo más temprano luego del nacimiento (Godden, 2008; Biemann *et al.*, 2010).

Se diferencia de la leche en cuanto a su composición, propiedades físicas y función (Mella, 2003). La leche que es secretada luego de las 24 horas o entre el segundo y octavo ordeño es denominada “leche de transición”, y ya no cuenta con las mismas características del calostro, pues la cantidad de sólidos totales disminuye progresivamente (Mella, 2003).

El calostro sobrepasa en cuanto a su calidad nutritiva a la leche entera. Tiene 2 veces la cantidad de sólidos totales (21-27% vs 12-13%), 4 veces las proteínas totales, 24 veces las inmunoglobulinas, 100 veces la tripsina y 2 veces la energía y grasa. La lactosa es el único componente que se encuentra en menor porcentaje en el calostro que en la leche entera, esto se relaciona con una menor incidencia de diarreas en los terneros (Indra *et al.*, 2012).

4.1.1 Principales funciones del calostro

La principal función del calostro es la transmisión de anticuerpos indispensables para la protección del ternero frente a agentes infecciosos en las primeras semanas de vida (Donovan *et al.*, 1998).

Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran en el torrente sanguíneo. Son componentes del sistema inmunológico cuya función es neutralizar y ayudar a destruir bacterias, así como otras partículas extrañas que hayan invadido el cuerpo del recién nacido al momento del parto (Abul *et al.* 1996). En el calostro existen tres tipos de Inmunoglobulinas (Ig): IgG, IgM, e IgA; de la IgG existen dos isotipos: IgG1 e IgG2 (Campos *et al.*, 2007)

Las Ig trabajan juntas para proveer al ternero con inmunidad pasiva. El calostro contiene de 70-80% IgG, 10-15% IgM y 10-15% IgA. La mayoría de las IgG en el calostro bovino proviene de la sangre. Las IgM e IgA son sintetizadas por los plasmocitos en la glándula mamaria.

La inmunoglobulina presente en mayor cantidad en el calostro es la IgG, principalmente la subclase IgG1, la cual representa el 80% de la concentración total de inmunoglobulina G (Campos, 2000; Elizondo, 2007a; Morrill *et al.*, 2012; Indra *et al.*, 2012; Campos, 2013).

La IgG1 tiene la capacidad de ser re secretada desde el torrente sanguíneo del ternero a la superficie de la mucosa de diferentes órganos, como el pulmón e intestino, protegiendo así contra enfermedades infecciosas en estos sistemas del organismo (Campos, 2013). La concentración de inmunoglobulinas maternas van disminuyendo en la sangre hasta la tercera o cuarta semana de edad.

Las terneras comienzan a sintetizar sus propios anticuerpos (IgM, IgG y IgA) los primeros días de vida hasta alcanzar los niveles adultos a los 7, 35 y 56 días respectivamente.

El rol primario de la IgG es el de identificar y ayudar a destruir patógenos invasores. Debido a que son de menor tamaño que las otras Ig, se pueden mover fuera de la corriente sanguínea hacia otras partes del cuerpo donde pueden ayudar a identificar patógenos (Jaster, 2005).

Las IgM son los anticuerpos que sirven como la primera línea de defensa en casos de septicemia; son moléculas largas que permanecen en la sangre y protegen al animal de invasiones bacterianas. Las IgA protegen las superficies de mucosas como la del intestino. Se adhieren al revestimiento intestinal y evitan que los patógenos se adhieran y causen enfermedades (Quigley, 1997).

También contiene leucocitos maternos (linfocitos (30%), neutrófilos, macrófagos (10-18%); citoquinas; hormonas (insulina y cortisol) (Bielmann et al., 2010) A su vez Provee vitaminas liposolubles (A, D y E) y sales minerales con alto contenido de calcio, magnesio y fósforo (Elizondo, 2007) con lo cual permite disminuir la severidad de las enfermedades, la tasa de mortandad y desencadena un mejor desarrollo de los terneros y una mayor producción de leche en el futuro (Santos, 2001).

El calostro además de contener un alto porcentaje de agua, energía, proteína, vitaminas y minerales, también, posee factores de crecimiento, elementos protectores de la mucosa del intestino (aglutininas, interferón, interleukinas) e inmunoglobulinas que aseguran un excelente desarrollo del sistema inmune, protección contra bacterias entéricas y un adecuado crecimiento (Elizondo, 2007).

Los factores de crecimiento presentes en el calostro son:

Factor de crecimiento epitelial (EgF).

Factor de crecimiento insulinoide I y II (IgF-I e IgF-II).

Factor de crecimiento de los fibroblastos (FgF). Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF).

Factores de crecimiento transformadores A y B (TgA y B).

Hormona del crecimiento (GH)

Los factores de crecimiento presentes en el calostro, aumentan la mitosis (reproducción) de las células y el crecimiento de los tejidos al estimular la síntesis de DNA y RNA, dichos factores pueden aumentar el número de células "T", aceleran el proceso de cicatrización de heridas, estabilizan los niveles de glucosa,

disminuyen la necesidad de insulina, aumentan el crecimiento óseo y muscular, además estimulan la oxidación de las grasas (Quigley, 1997).

El contenido de inmunoglobulinas en el calostro está directamente relacionado con su contenido de sólidos, contiene 60 veces más inmunoglobulinas, dos veces más sólidos y energía, 100 veces más vitamina A, seis veces más proteína y tres veces más minerales que la leche normal (Quigley, 1998).

El calostro posee un efecto laxante, esencial para que el ternero excrete las heces acumuladas en el intestino durante la vida intrauterina (Radostitis, 2000).

4.1.2 Absorción de inmunoglobulinas

El hecho de que las proteínas del calostro (inmunoglobulinas en su mayor porcentaje) no sean digeridas y se absorban en el intestino exactamente igual a como están en el calostro obedece a varias razones. Por un lado las células fúndicas 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 sólo ataca y coagula a la caseína precipitando el calcio y formando una cuajada que permite un paso gradual de los nutrientes del estómago hacia el intestino (Campos *et al.*, 2007; Arancibia, 2009).

Por otra parte, el calostro posee un factor inhibidor de la tripsina que evita la digestión de las Inmunoglobulinas y éstas pasan rápidamente al intestino junto con el suero. Una razón adicional es que el calostro tiene una velocidad de tránsito mucho mayor que la leche entera (Arancibia, 2009).

Para garantizar una correcta absorción de las inmunoglobulinas presentes en el calostro, el ofrecimiento debe ser rápido y en cantidad adecuada apenas el ternero se levanta. Según algunos trabajos se ha demostrado que el neonato asegura su supervivencia si ingiere una cantidad aproximada de 2 litros en las primeras seis horas de vida, posteriormente hasta las 24 horas de vida se recomienda que el ternero consuma por lo menos el 10% de su peso vivo en calostro, lo cual equivale aproximadamente a 4 litros, este consumo debe ser alcanzado en 3-6 tomas (Quigley, 2004).

La cantidad de calostro ingerido es un factor que condiciona los niveles de Ig en la sangre siendo 2 litros de calostro luego del nacimiento la regla general para aumentar los niveles de Ig en sangre y agotar tempranamente el potencial de absorción de las células intestinales de macromoléculas disminuyendo al mismo tiempo la permeabilidad a microorganismos patógenos; además es recomendable

el suministro de la misma cantidad entre las 8 y 12 horas de edad y la alimentación en un 10% del peso vivo de la cría con calostro durante varios días luego del nacimiento (Chacón, 2009).

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

La composición del calostro varía ampliamente debido a una gran variedad de factores que incluyen la historia clínica de la vaca, el volumen producido (siendo el calostro de vacas altas productoras menos rico en Ig por efecto de dilución), la época del año, la nutrición de la vaca en el periodo seco y la raza (la raza Holstein produce un calostro con una cantidad menor de Ig) La calidad del calostro en términos de anticuerpos producido por una vaca puede ser determinada por medio de la regresión $Y=254.716X261.451$ ($r^2 =0.84$) (donde Y es la concentración de Ig en % y X es la gravedad específica del calostro) (Chacón, 2009).

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

4.1.3 Cantidad recomendada

Algunos autores recomiendan la entrega de 100 g de IgG en la primera alimentación con calostro al ternero neonato, pero para administrar dicha cantidad de IgG es necesario conocer la concentración que contenga el calostro a utilizar. (Godden, 2008; Chigerwe et al., 2008) En la práctica se recomienda dar entre el 10 al 12% del peso vivo de la ternera en calostro en la primera alimentación (Godden, 2008; Scheidegger, 2013).

Por otro lado, Campos (2000) señala que el ternero debiera consumir el 10% de su peso vivo en calostro dentro de las primeras 24 horas de vida, y al menos la mitad de esta cantidad las primeras 6 horas de vida. Menares (2011) menciona que el ternero debería consumir 2 litros de calostro de buena calidad (50 a 150 mg/ml de Ig) durante las primeras 2 horas de vida, e Indra *et al.*, (2012) indica que el ternero debe consumir 6 litros de calostro en las primeras 24 hrs de vida en 3 o 4 tomas. Arancibia (2009), por su parte, recomienda la administración de 4 litros de calostro

en una sola toma la primera hora de vida y luego de 6 horas dar 2 litros más en caso de tener un calostro de incierta calidad.

4.1.4 Condiciones básicas para garantizar el consumo adecuado de calostro

El ternero recién nacido debe encontrarse en un lugar limpio y protegido de las condiciones adversas del medio ambiente que lo rodea, para que éste se encuentre cómodo y dispuesto a consumir la cantidad necesaria de calostro. El calostro que se dará a consumir al ternero debe en lo posible ser evaluado para conocer su concentración de inmunoglobulinas y así asegurarnos que el calostro que estamos ofreciendo al animal es el de mejor calidad (Godden , 2008).

Dependiendo del tipo de explotación, raza, habilidad materna y condición del neonato se implementarán las técnicas de suministro de calostro más adecuadas, tales como el uso de chupón, donde se debe asegurar que el animal tenga su cabeza en posición normal asegurando el paso directo del calostro al abomaso, si el ternero se rehúsa a tomar calostro es necesario que se utilice una sonda esofágica que garantice el ofrecimiento de las inmunoglobulinas en el tiempo adecuado para lograr su absorción (Elizondo *et al.*, 2011). Se debe tener en cuenta que el calostro a suministrar posea la temperatura ideal (37 – 39 °C), ya que es la temperatura corporal del ternero (Godden, 2008).

4.2 Conservación de calostro

Existe la posibilidad de conservar calostro de mejor calidad para suministrarlo a los terneros recién nacidos.

La forma más práctica de almacenar el calostro es en un banco de calostro, el cual simplemente es un sitio donde se puede mantener por determinado tiempo una cantidad suficiente de calostro para el uso en la explotación. Los ganaderos han desarrollado varios métodos para almacenar el calostro, entre ellos la congelación, refrigeración, fermentación o el uso de conservantes o preservativos (Elizondo, 2007).

La cantidad de calostro a almacenar depende del número promedio de nacimientos en el mes.

Antes de almacenar el calostro se debe determinar su calidad. Es necesario descartar el calostro que proviene de vacas con mastitis o con sangre. Únicamente se debe almacenar el calostro del primer ordeño, preferiblemente de vacas de dos o más partos, se debe descartar el de aquellas vacas que tengan menos de 50 días de secado o que tengan baja condición corporal (= 2 en la escala del 1 al 6, (Hess *et al.*, 1999).

El calostro después de recolectado se debe almacenar lo más rápido posible, en bolsas plásticas con capacidad de 500 mL, ya que permiten una rápida congelación, descongelación y fácil manejo, también se puede mantener en baldes plásticos refrigerados y en congelación en los que puede durar de 4 a 6 meses o hasta por un año (Elizondo, 2007).

4.2.1 Refrigerado

Antes de refrigerar el calostro, se debe poner en un balde con agua fría con el fin de evitar un choque térmico, el calostro se puede refrigerar hasta una temperatura de 2-4 °C, así se conservará por un periodo máximo de una semana sin que la concentración de IgG disminuya, se recomienda envasarlo en bolsas de doble fondo con una capacidad máxima de 2 litros, o en biberones que deben ser marcados con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección (Elizondo, 2007).

Después de retirado del refrigerador se debe consumir antes de 48 horas (Godden, 2008). Para evitar el daño del calostro refrigerado se pueden utilizar sustancias para preservarlo, la adición de 5g de ácido propiónico, ácido láctico o sorbato de potasio a concentración de 0.5%, estas sustancias pueden ayudar a preservar los anticuerpos en el calostro refrigerado hasta por 6 semanas (Godden, 2008).

4.2.2 Congelado

Alternativamente se puede congelar hasta por un año, por medio de este método se puede conservar el calostro por un tiempo prolongado sin modificar la composición nutricional y de inmunoglobulinas. Se debe envasar el calostro en bolsas dobles con una capacidad máxima de 2 litros, las cuales deben ir correctamente marcadas con la información de la vaca, número de parto, calidad del calostro y fecha de recolección (Mella, 2003).

Durante la congelación se puede separar la parte grasa de la no grasa, esto no afecta la absorción de inmunoglobulinas y se puede evitar homogeneizado el calostro antes de su congelación, aunque la congelación destruye las células inmunes, ésta no afecta los anticuerpos (Elizondo, 2007).

El congelador debe funcionar a una temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, no olvidar revisar constantemente el buen funcionamiento de éste. Para su posterior descongelamiento, el calostro se sumerge en baño maría a una temperatura de $35\text{-}38\text{ }^{\circ}\text{C}$, nunca exceder los $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, debido a que generaría destrucción de las inmunoglobulinas por la acción del calor, después de descongelado se debe suministrar rápidamente, no se recomienda recongelar calostro sobrante. No es recomendable utilizar congeladores que formen hielo, ya que estos tienen ciclos en los cuales la temperatura fluctúa y el calostro puede descongelarse parcialmente, esto acortará la vida útil de almacenamiento del calostro o puede incluso comprometer la calidad final de éste (Mella, 2003).

4.2.3 Liofilizado

Por medio de este proceso el calostro es sometido a deshidratación a altas temperaturas en sistemas al vacío donde se adquiere una textura fina del producto en la cual no se altera la composición natural del calostro. Este sistema de almacenamiento es costoso y está fuera del alcance de productor corriente, normalmente se emplea para la producción industrial de calostro. La congelación, el almacenamiento excesivamente prolongado y la descongelación del calostro pueden tener efectos negativos en la viabilidad de algunas células de defensa (leucocitos) del calostro (Godden , 2008).

4.2.4 Fermentado

Cuando no se dispone de equipos para mantener el calostro bajo refrigeración o congelación el calostro se puede mantener en estado de fermentación.

Este sistema tiene varias ventajas sobre la congelación o refrigeración ya que no necesita de equipos costosos y no requiere descongelación. En algunos estudios se ha visto buen crecimiento de los terneros alimentados con calostro fermentado en comparación con la leche entera, reduciendo los costos de alimentación en 90%.

Para preparar el calostro fermentado se puede utilizar el que se produce en los tres primeros días después del parto. Sin embargo, se deben tener precauciones, primero las vacas se deben ordeñar en condiciones higiénicas porque si el calostro

se contamina con organismos patógenos, esto tiene efectos nocivos en los terneros. El calostro fermentado se debe agitar por lo menos dos veces al día, cuando se adicione nuevo calostro y antes de administrarlo (Elizondo, 2007).

También se debe evitar suministrar el material coagulado ya que puede producir indigestión. El calostro fermentado se puede almacenar a temperaturas no mayores de 25° C, en contenedores de plástico, recubiertas con bolsas plásticas resistentes (Godden, 2008).

Antes de suministrar calostro a los terneros, se debe diluir con agua potable ya que puede producir diarrea en los terneros jóvenes. Se recomienda mezclar una parte de agua con dos de calostro. El suministro de calostro fermentado debe comenzar gradualmente, siendo prioritario que el ternero recién nacido consuma por primera vez calostro fresco, posteriormente este se puede mezclar con agua en proporción de 2 a 1, manteniendo esta proporción hasta el destete. Se recomienda no suministrar el calostro almacenado después de una semana en climas cálidos y hasta un mes en climas fríos, ya que la proteína se degrada y se presenta contaminación por hongos (Elizondo, 2007).

4.2.5 Otras formas de conservación y suplementos

Otras formas de utilización del calostro son el uso del calostro deshidratado o el suero de calostro, sin embargo no se puede garantizar la efectividad y calidad de los productos comerciales que se encuentran actualmente en el mercado.

Actualmente se dispone de suplementos comerciales del calostro basados en el uso de globulinas séricas. El uso de estos suplementos ha demostrado que aumentan el nivel de Ig en la sangre de terneros recién nacidos, los cuales no pueden obtener su inmunidad directamente de la vaca.

4.3 Elementos básicos para evaluar el calostro

La primera técnica para evaluar la composición del calostro se basó en la determinación de los sólidos totales y de los componentes individuales, esta técnica que resulta algunas veces imprecisa y siempre costosa. Al determinar los componentes individuales, el porcentaje de proteína nos indica indirectamente la cantidad de inmunoglobulinas que podría contener el calostro.

El ensayo de inmunodifusión radial (RID) es un método directo que permite medir los niveles reales de IgG en el calostro. Es el método más preciso para evaluar la calidad calostrual, siendo utilizado frecuentemente en ensayos experimentales. La desventaja de su uso es su elevado costo y la tardanza en los resultados (generalmente demoran más de 48 horas). Es por esto que este método no es práctico para medir la calidad del calostro en terreno (Chigerwe et al., 2008; Bielmann et al., 2010). También Quigley et al., (2013) menciona que el ensayo de inmunodifusión radial consume tiempo y es propenso a errores en los resultados, sobre todo con el calostro de especies bovinas.

Un método indirecto para evaluar la calidad del calostro es la técnica del calostrómetro, (aparato sencillo que funciona como un lactodensímetro común) la técnica estima la densidad del calostro por su peso específico, así se cuantifica indirectamente el nivel de globulinas presente y aunque no determina la cantidad exacta de inmunoglobulinas presentes en el calostro, puede ser de ayuda para diferenciar un calostro de alta calidad de otro de baja calidad, y así evitar fracasos en la transferencia de inmunidad pasiva en la crianza de terneras dentro de una explotación lechera (Godden, 2008).

El dispositivo cuenta con 3 áreas marcadas con distintos colores cada una correspondiente al nivel estimado de globulinas presente en el calostro. El color verde representa un calostro de excelente calidad, con gravedad específica de 1.047-1.075 y una concentración de inmunoglobulinas entre 50 a 140 mg/ml de calostro. El color amarillo corresponde a calostro de calidad aceptable con gravedad específica de 1.035 -1.046 y una concentración de inmunoglobulinas de 20 a 50 mg/ml (Campos et al., 2007).

El color rojo está relacionado con mala calidad, gravedad específica menor a 1.035 y concentración de inmunoglobulinas inferior a los 20 mg/ml de calostro. Esta técnica requiere de la colecta de calostro en una probeta de 250 ml, se introduce el calostrómetro dejándolo flotar y previamente se debe separar la espuma de la muestra para evitar lecturas erróneas (Campos et al., 2007)

Para lograr una buena lectura del calostrómetro se recomienda coleccionar 250 ml de calostro en una probeta graduada (Arancibia, 2009), dejar descansar el calostro fresco entre 10 y 20 minutos para disminuir las burbujas de aire, mantener la muestra a una temperatura de 20-25° y remover la espuma que pueda existir sobre la muestra.

Este instrumento tiende a sobreestimar la calidad del calostro y a clasificar 2 de 3 calostros de baja calidad como aceptables. Hay factores que pueden afectar la lectura del calostrómetro, como la temperatura del calostro y el contenido de grasa

y de otros sólidos que tienden a variar la gravedad específica del calostro (Morin et al., 2001; Godden, 2008; Biemann et al., 2010). Debido a esto, Elizondo (2007a) recomienda realizar la lectura cuando el calostro se encuentre a temperatura ambiente, entre los 20-25 grados Celsius.

Sobre estas temperaturas el calostrómetro tiende a subestimar la cantidad de IgG, y bajo estas temperaturas el calostrómetro tiende a sobreestimar la cantidad de IgG (Heinrichs y Jones, 2011). Biemann et al., (2010) destaca que la principal desventaja del uso del calostrómetro es su sensibilidad a la temperatura del calostro y la fragilidad del instrumento.

Otro método es el refractómetro de grados Brix, refractómetro es un instrumento portátil que funciona midiendo la cantidad de luz que se refracta al traspasar una muestra de líquido. Mientras mayor sea la concentración de IgG en el calostro, mayor va a ser la refracción de la trayectoria de la luz. Existen dos tipos de refractómetros: los digitales y los ópticos; ambos con similares resultados, siendo más simples de utilizar los digitales (Biemann et al., 2010). Para determinar la calidad del calostro el instrumento se calibra con la escala de Brix. El refractómetro con escala de Brix mide la cantidad de sacarosa presente en una solución, pero cuando es utilizado en una solución que no contiene sacarosa estima la cantidad de sólidos totales (Heinrichs y Jones, 2011; Quigley et al., 2013)

La sensibilidad y especificidad del instrumento es de un 90-92,5% y 80-85% respectivamente (Biemann et al., 2010).

Se considera al refractómetro como un instrumento mucho menos frágil que el calostrómetro, que puede quebrarse fácilmente (Heinrichs y Jones, 2011). Quigley et al., (2013) menciona que es un método barato, rápido y requiere el mínimo de equipo y experiencia del personal. A diferencia del calostrómetro, el refractómetro no es sensible a la temperatura del calostro para determinar la concentración de inmunoglobulinas (Biemann et al., 2010).

La principal desventaja para los productores es el costo del instrumento. El precio del calostrómetro grados Brix es de casi el doble que el calostrómetro. Adicionalmente, el alto contenido de grasa puede afectar la lectura del refractómetro

Para utilizar el refractómetro se debe colocar unas gotas de calostro sobre el prisma, y llevar a una fuente de luz sujetándolo de manera perpendicular. El valor Brix debe ser leído a nivel de la línea que se forma entre las zonas claras y oscuras que aparecen en el lector (Heinrichs y Jones, 2011). Los valores son leídos como porcentaje. Una puntuación del Brix sobre el 22% de sólidos totales nos indica un calostro de buena calidad (>50 mg/ml) tanto para calostros frescos como congelados y refractómetros digitales como no digitales.

Si existe un valor Brix menor a 20%, nos indica la presencia de un calostro de mala calidad (<30 mg/ml) (Bielmann et al., 2010). Luego de utilizar el refractómetro, el prisma debe ser limpiado adecuadamente para evitar residuos que pueden afectar la siguiente medición. Se recomienda verificar la calibración del refractómetro de vez en cuando utilizando agua destilada, la cual debe indicar una lectura en o en la escala de Brix (Heinrichs y Jones, 2011)

Por otra parte las observaciones visuales de color y textura son una indicación adecuada de la calidad del calostro. Un calostro con apariencia espesa y de consistencia cremosa es rico en anticuerpos mientras que un calostro acuoso y fluido probablemente contendrá una menor concentración de anticuerpos (Santos, 2001).

4.4 Evaluación de la transferencia de inmunidad pasiva

El proceso por el cual el ternero logra su protección contra diversos patógenos mediante la absorción de la inmunoglobulinas presentes en el suero se llama Transferencia pasiva de inmunidad. Una adecuada transferencia de inmunidad pasiva se alcanza cuando existe un nivel mínimo de inmunoglobulina G séricas de 10 g/L (Menaes, 2011; Morrill et al., 2012; Campos, 2013)

La mejor forma de evaluar si el ternero consumió la cantidad de calostro necesaria y si lo hizo en el momento adecuado, es valorar el contenido de inmunoglobulinas presente en el suero sanguíneo del ternero, ya que la única fuente posible de estas se alcanza mediante el consumo de calostro en las primeras horas de vida (Bielmann et al., 2010).

Esta determinación requiere de laboratorio especializado y el costo impide su uso rutinario. Indirectamente se puede medir la absorción de inmunoglobulinas por medio de la determinación de la concentración de proteínas totales en suero, éstas debe ser superiores a 4,3 g/dl. El refractómetro es el instrumento más utilizado en terreno para evaluar la transferencia de inmunidad pasiva, y mide el nivel de proteínas séricas totales en el ternero entre los 2 a 7 días de edad.

La concentración de proteínas totales en suero nos indica si el animal ha ingerido calostro o no. El nivel mínimo de proteínas totales en el que se puede asegurar que la inmunidad pasiva se ha logrado se sitúa en 5,5 g/dl, siempre que se tome la muestra de suero entre las 24 y 48 horas postnacimiento. Esta determinación necesariamente implica la colecta de sangre del ternero (Scheidegger, 2013).

4.5 Factores que modifican la composición del calostro

4.5.1 Edad y número de partos de la madre

Las vacas con más de 3 lactancias producen calostro de mejor calidad. Esto se asocia a una mayor exposición a organismos patógenos por parte de las vacas de mayor edad, mayor capacidad secretora de la glándula mamaria y un mecanismo activo de transporte de inmunoglobulinas, las concentraciones de inmunoglobulinas son más bajas en animales primerizas que en vacas adultas multíparas (Arancibia, 2009).

4.5.2 Duración del periodo seco

Es aconsejable que la duración del periodo seco sea alrededor de 60 días, debido a que la transferencia de inmunoglobulinas hacia el calostro se realiza en el último mes de gestación del animal. Un parto prematuro o un periodo seco muy corto originan un calostro bajo en inmunoglobulinas (Bielmann et al., 2010).

4.5.3 El programa de alimentación de las vacas

Se debe suministrar un alimento altamente balanceado que proporcione al animal en el periodo seco los nutrientes necesarios para su mantenimiento y posterior producción de leche. Dietas bajas en proteína o energía provocan una menor producción de calostro y una menor concentración de Inmunoglobulinas. Se sugiere que las vacas secas deben recibir en su ración un mínimo de 14 a 15% de proteína cruda (Jhon, 2008).

4.5.4 Condición corporal

Una condición corporal deficiente ocasionará que el animal movilice reservas corporales para su mantenimiento, pero simultáneamente no irán para la producción y composición del calostro. En razas lecheras se debe asegurar que estas lleguen al parto con una condición corporal de 3.5-3.75 (Bielmann et al., 2010).

4.5.5 Raza

Las razas especializadas en producción de leche como la Holstein producen una mayor cantidad de calostro, pero, de menor calidad en cuanto que la Guernesey, Jersey, Ayrshire y pardo suizo son razas de menor producción de leche pero con un contenido de sólidos totales más alto. Las razas destinadas a la producción de carne, producen una menor cantidad de calostro pero de mejor calidad, compensando así, el bajo volumen de éste (Morin et al., 2001).

4.5.6 La temperatura ambiente

La exposición a altas temperaturas ambientales durante la lactancia tardía se asocia a un calostro de menor calidad, con menores concentraciones de IgG, IgA, proteínas, caseína, grasa, lactosa y lacto albumina. Esto se debe a que el estrés calórico reduce la ingesta de alimento, y por lo tanto, disminuye el flujo sanguíneo a la glándula mamaria, produciendo una menor llegada de IgG y nutrientes y una menor producción por parte de los plasmocitos de IgA (Godden, 2008; Botero, 2013).

Según el estudio de Morin et al., (2001), las vacas paridas en verano producen calostro de una menor calidad que las paridas en otoño. Existen variaciones estacionales en cuanto a la calidad calostrual (Arancibia, 2009).

Cambios bruscos en la temperatura ambiente, provocan en el ternero recién nacido estrés por calor o frío que lo lleva a menor ingestión en la cantidad de calostro y disminución en la absorción del mismo.

4.5.7 Programa de vacunación

En la etapa de gestación se debe manejar un plan de vacunación adecuado para que las vacas transmitan a sus crías vía calostro, resistencia a ciertos patógenos a los que se encuentran expuestos en la explotación. Vacunar a las vacas 3 a 6 semanas previas al parto resulta en un aumento en las concentraciones de inmunoglobulinas en el calostro (Godden, 2008) recomienda vacunar contra antígenos de Coronavirus, Rotavirus, E. Coli K99 y Clostridium.

4.5.8 Tipo de parto y momento adecuado para recolección

Los partos inducidos y los partos distócicos bajo efecto de glucocorticoides o prostaglandinas (fármacos empleados para acelerar el parto o la expulsión de placenta) en general reducen los niveles de inmunoglobulinas, específicamente las de tipo “G”. La mejor calidad de calostro se obtiene en la primera ordeña, pues luego comienza a descender la concentración de IgG (Godden, 2008; Botero, 2013). Mientras más se demore en ordeñar la vaca para obtener el calostro, se obtendrán más litros de calostro pero de menor calidad (Scheidegger, 2013).

4.5.9 Almacenamiento, congelación y descongelación de calostro

En las explotaciones donde se realiza conservación de calostro, se debe tener en cuenta un adecuado plan de manejo de este alimento, debido a que si se encuentra demasiado tiempo expuesto al medio ambiente éste se degrada por acción de las bacterias y las altas temperatura que alcanza, así mismo, se deben tener medidas de asepsia y refrigeración que aseguren la conservación y calidad del calostro, sometiéndolo a las temperaturas recomendadas (Elizondo, 2007).

La mezcla de calostro de diferentes vacas también puede disminuir la calidad del calostro, ya que se podría juntar calostro de baja calidad con calostro de alta calidad. Esto también aumenta el número de terneros expuestos a algún patógeno, en caso de que alguna de las hembras se encuentre infectada (Godden, 2008).

4.6 Sustancias usadas como reemplazo del calostro

Quigley et al. (2001) menciona que el sustituto de calostro se ha elaborado para proporcionar inmunoglobulinas exógenas cuando el calostro materno es bajo en inmunoglobulinas o no es disponible debido a un problema de la vaca.

El sustituto de calostro se elabora a partir de las secreciones de lácteos (leche o calostro), sangre de ternero o yemas de huevo, sin embargo en bovinos, el calostro es irremplazable, porque las inmunoglobulinas son sintetizadas por la madre a partir de la respuesta que la vaca hace a diversos patógenos y situaciones del medio ambiente.

Como consecuencia del tipo de placenta bovina, las inmunoglobulinas no pasan al ternero y deben suministrarse tan pronto éste nace, de no lograrse se presentan fallas en la transferencia pasiva de la inmunidad, cuyas consecuencias son mayor frecuencia de enfermedades, bajo rendimiento y en casos extremos, la muerte de la cría (Besser et al., 1991).

Dado que el calostro posee componentes nutricionales, estos pueden ser reemplazados por diferentes productos nutricionales: leches enriquecidas con vitaminas y minerales, leches adicionadas con clara de huevo, con azúcares, con suero fisiológico, o leche entera sola podrían ser sustitutos aceptables del calostro desde el punto de vista nutricional, pero, de ninguna manera lo reemplazaran porque las inmunoglobulinas no pueden adicionarse a bajo costo Quigley et al. (2001).

Existen inmunoglobulinas comerciales, pero estas no son asequibles por precio y su calidad no protege contra los diversos patógenos de nuestras condiciones. En caso de muerte de la madre o de imposibilidad de extracción y suministro de calostro, se puede alimentar el ternero con las mezclas nutricionales mencionadas, pero, el riesgo de que el ternero enferme es alto y su rendimiento será bajo (Besser et al., 1991).

4.7 Leche

La dieta líquida tradicional es la leche, después de la administración del calostro la fase de alimentación líquida del ternero es una etapa obligada que tiene una duración mínima de 30 días, en que este puede aprovechar sin limitaciones la leche y algunos de sus derivados, pero su sistema digestivo no está aún preparado para utilizar alimentos no lácteos como única fuente de nutrientes. La leche ha de suministrarse caliente (40°C) para facilitar su digestión.

Aunque con un sistema de alimentación en que se ofrece concentrado y heno desde muy temprana edad podría destetarse a los 30 días, lo recomendable es prolongar la alimentación líquida hasta los seis u ocho semanas, de manera que el rumen haya alcanzado un desarrollo tal, que permita la utilización de los alimentos no lácteos en forma adecuada sin que se altere el crecimiento (Jhon, 2008).

En términos prácticos, un racionamiento de 4 litros de leche al día dividido en dos tomas, rinde buenos resultados, necesitándose por tanto entre 160 y 220 litros de leche por ternero, lo que es inferior a lo que normalmente se usa. Debido a la variabilidad en la composición de la leche entera, es necesario establecer un control

riguroso del crecimiento de los terneros. De otra forma se suministra un volumen equivalente al 10% del peso vivo del ternero. Sin embargo, se han evaluado otros métodos que cumplen el principio básico de hacer un fuerte aporte nutricional en un comienzo de la crianza y luego disminuir gradualmente (Soberon *et al.*, 2012)

Uno de ellos, denominado “step-down”, considera una dieta láctea equivalente al 20% de peso vivo del ternero durante el primer mes y luego reducirla al 10% durante el segundo mes. Otro método considera la entrega del 1,5% del peso de nacimiento en sólido durante la primera semana y posteriormente aumentarlo al 2,0 y 2,5%, hasta el destete (Khan *et al.*, 2007) Cualquiera sea el método utilizado, éste debe cumplir básicamente con el objetivo de entregar una dieta que suministre el alimento necesario para que las terneras tengan un adecuado desarrollo, salud y vigor. Los terneros de cría deben disponer permanentemente de agua limpia y renovación continua, necesaria para su buen funcionamiento digestivo y metabólico y para una ingestión normal de alimentos sólidos (Jhon, 2008).

La leche posee una cantidad relativamente constante de lactosa (alrededor del 4,5 %), y concentraciones más variables de proteínas (entre 3 y 4,5 %) y grasa (entre 3 y 5 %), que varían principalmente por diferencias entre razas o por el momento de la lactancia. El agua y los electrolitos completan su composición. La lactosa es un disacárido formado por glucosa y galactosa (Goff, 2006).

Las proteínas de la leche incluyen a las caseínas en un 80 %, mientras que el resto son alfa y beta albuminas, betaglobulinas. Los ácidos grasos representan el principal componente de la grasa, y son liberados principalmente como triglicéridos y secundariamente como fosfolípidos y ácidos grasos libres (Davis y Drackley, 2002).

4.7.1 Leche comercializable

La leche comercializable es aquella que se produce en el establo y se destina para la venta a las industrias lecheras. Es un alimento de alta calidad para lograr en el ternero buena crianza, ya que el animal nace preparado sólo para digerir leche; pero generalmente es un alimento que se destina al consumo humano, buscándose alternativas para ofrecer a los terneros durante su primer etapa de vida (Davis y Drackley, 2001).

4.7.2 Leche de transición

La leche en transición es la leche obtenida en los posteriores ordeñes hasta llegar a una concentración de sólidos aproximada a 12,5%. Las vacas producen más calostro y leche en transición que lo necesario para alimentar al ternero recién nacido durante los primeros 2 a 4 días de vida, por este motivo, en la mayoría de los establecimientos en donde hay parición estacional o en los cuales hay mucha cantidad de vacas en ordeño, puede haber suficiente calostro y leche en transición como para alimentar a los terneros hasta los 28-35 días de edad.

El contenido de sólidos de estos alimentos mezclados varían entre el 16-18% y va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo posparto (Davis y Drackley, 2001).

4.7.3 Leche de descarte

Obtener una cantidad óptima de leche de buena calidad, a un bajo costo, y lograr desarrollar animales que permitan cubrir las necesidades de reemplazo y crecimiento del hato, es el objetivo de toda explotación lechera; sin embargo, es inevitable que en las explotaciones se produzca un porcentaje de leche que no puede ser vendida ni consumida por el ser humano. A esta porción de leche se le denomina leche de desecho o de descarte, y es toda aquella que no es apta para el consumo humano, ya sea por su alta carga bacteriana, por contener algún tipo de antibiótico o por presentar cualquier otro tipo de contaminación (Guzmán, 2004),

La leche de descarte es aquella leche que proviene de vacas con mastitis, vacas tratadas con antibióticos y/o contiene sangre. Por razones de salud pública, esta leche no puede comercializarse por lo que representa una pérdida económica enorme para los productores ya que se descartan entre 22 a 62 kg de leche por vaca por año (Davis y Drackley, 2001). Esta leche de descarte, con frecuencia es administrada a los terneros como un medio para captar algún valor económico del recurso.

La leche de descarte puede generar grandes pérdidas económicas al productor, además de crear una serie de problemas de manejo y un eventual riesgo de contaminación al ambiente cuando se dispone de ella inadecuadamente.

La leche de descarte se puede clasificar en dos grandes categorías:

- Leche proveniente de vacas tratadas con antibióticos: Se estima que entre 2 y 55% de las lactancias incluyen infecciones relacionadas con la mastitis, y

en la mayoría de los casos, las vacas son tratadas con antibióticos (Kelton y otros, 1998). Diversos autores han demostrado que terneras que reciben leche de desecho presentan parámetros de crecimiento muy similares a aquellas que son alimentadas con leche fresca o reemplazadores de leche (Loveland y otros, 1983; Langford y otros, 2003).

Los antibióticos presentes en la leche pueden actuar como promotores de crecimiento, sin embargo existe toda una controversia ligada a este hecho, pues se cree que puede generar lentamente algún grado de resistencia en las poblaciones bacterianas y no se sabe por cuánto tiempo puede persistir esa resistencia después de que las terneras hayan consumido este tipo de leche.

- Leche mastítica de vacas no tratadas con antibióticos y leche con altas cargas bacterianas: La leche mastítica es aprovechada por muchos productores ya que puede representar una fracción importante de la producción total en una lechería. El uso de estos tipos de leche ha sido visto con precaución, debido a la alta carga de microorganismos patógenos que puedan contener. Sin embargo, Kesler (1981) hace referencia a que varios estudios revelan que los parámetros de crecimiento de terneras alimentadas con este tipo de leche, se mantienen muy similares con respecto a terneras alimentadas con leche normal.

4.7.4 Pasteurización de la leche de descarte

Pese a la ventaja económica que puede representar la utilización de leche de descarte en la alimentación de reemplazos de lechería, muchos productores no consideran su utilización, esto tiene que ver con la alta carga bacteriana y, por consiguiente, con el riesgo de transmisión de agentes patógenos a los animales jóvenes.

Algunos de los patógenos que pueden ser transmitidos a través de la leche de desecho incluyen *Mycobacterium avium subsp. Paratuberculosis*, *Salmonella sp.*, *Mycoplasma sp.*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter sp.*, *Mycobacterium bovis*, *Enterobacter sp.*, *Staphylococcus sp.*, y *E. Coli*, entre otras (Elizondo y Heinrichs, 2008).

Por esta razón, los productores deben tener precaución al alimentar este tipo de leche a las terneras, especialmente cuando las condiciones de manejo y almacenamiento no son las adecuadas. Las bacterias pueden afectar la salud de las terneras de varias maneras. Las bacterias pueden ser absorbidas directamente hacia el torrente sanguíneo, lo que puede causar una septicemia, también pueden provocar diarrea en las terneras, causando una pérdida masiva de agua corporal, acompañada de una gran pérdida de electrolitos (sodio, cloro y potasio) y de otros nutrientes como proteínas, carbohidratos y grasas (Elizondo y Heinrichs, 2008).

La aparición de diarrea en terneras puede darse de forma abrupta y aguda, ocasionando que el animal se deshidrate rápidamente lo que puede provocarle la muerte. La carga bacteriana en la leche está dada en función de diversos factores, entre ellos el contenido microbial inicial en la leche obtenida de la vaca, la limpieza del equipo utilizado para recoger la leche, la limpieza del equipo y utensilios utilizados para almacenar la leche antes de alimentarlo a las terneras, el tiempo de almacenamiento (tiempo entre el ordeño y la alimentación), la temperatura a la que se almacena, y la exposición a fuentes bacterianas (heces, moscas, orina, pelos, etc.).

Una estrategia para disminuir la carga bacteriana y poder utilizar este tipo de leche es mediante la pasteurización (Elizondo et al., 2010). Existen básicamente dos tipos de pasteurización: 1) Baja temperatura-tiempo largo y 2) Alta temperatura-tiempo corto. En el primer tipo, un volumen dado de leche se calienta en un recipiente donde la leche es agitada a una temperatura de 63°C durante un lapso de 30 minutos. El segundo tipo de pasteurización, es un sistema de flujo continuo, en el cuál la leche fluye dentro de un tubo en forma de espiral y es calentada a 72°C durante un lapso de 15 segundos (Elizondo et al., 2016).

Existe en la actualidad una serie importante de pasteurizadores que pueden utilizarse eficientemente en cualquier explotación lechera. Hay mucha variabilidad con respecto a su capacidad, versatilidad (algunos son estacionarios otros son móviles) y precio. Es importante considerar que el costo de oportunidad de utilizar la leche de desecho es significativo, pues muchas veces el productor no lo considera como una pérdida.

Si se suministra normalmente leche entera fresca a las terneras, la leche de desecho que se produce simplemente se tendrá que descartar. En el caso de los establos que utilizan sustitutos lácteos, se debe considerar el posible ahorro que el productor obtendría al eliminar o disminuir la compra de éstos. Por lo tanto, invertir en este tipo de equipo garantiza una pronta recuperación de la inversión; sin embargo, es importante considerar las razones por las cuales existe la leche de desecho, para tratar de minimizar la cantidad que se produce (Elizondo et al., 2016).

4.7.5 Uso de reemplazantes de leche

Se han implementado diversas alternativas para llevar a cabo el manejo y la alimentación de las becerras, éstas alternativas la constituyen la crianza artificial de becerras para reemplazo, sistema que puede ser adoptado en casi cualquier explotación lechera. Una de las ventajas más notables en la crianza artificial es la posibilidad de utilizar sustitutos lecheros, cuyos precios son inferiores a la leche entera. Con el conocimiento actual es posible diseñar estrategias de manejo que permitan el empleo de sustitutos lecheros en la alimentación de terneros, ya que reduce el costo de la crianza (Jhon, 2008).

Los primeros sustitutos lácteos se elaboraron en los años 50 usando como materias primas la leche descremada e polvo, suero en polvo, grasa láctea y grasa animal. Dichos productos tuvieron una utilización muy limitada, debido probablemente a su bajo contenido de grasa y a los rudimentarios sistemas. Esto provoca serios problemas digestivos a los terneros puesto que no poseen las enzimas para digerir las proteínas desnaturalizadas resultantes de la aplicación de estos procesos (Moreno, 2004).

En EE. UU. las fórmulas elaboradas también tenían un alto contenido de leche descremada en polvo, aunque también se incorporaba suero seco de queso y de mantequilla (Latrille, 1988).

En la década de los 60, el precio de la caseína, sufre un gran incremento debido a los reajustes del sector lácteo en grandes países productores como Australia y Nueva Zelanda. Con esta alza, investigadores y fabricantes de sustitutos lecheros en Estados Unidos comenzaron a buscar nuevas alternativas para su formulación. Es así como se empezó a utilizar otros ingredientes en la elaboración de sustitutos solubles como harina de carne, harina de soya, levaduras de cerveza, concentrados solubles de pescado y harina de trigo.

En los años 80 con el desarrollo de la tecnología, aumentó la utilización de materias primas alternativas, especialmente los subproductos de la soya que comienzan a ser económicamente interesantes. Esto solucionó los problemas de aporte de proteína y fue a principio de los 90 cuando se desarrollaron en Europa sofisticados procesos de incorporación de grasas y se aprovecha para utilizar con mayor eficiencia materias primas como el aceite de coco o de pescado (Moreno, 2004).

En el año 2000, en Europa se producen dos tipos de sustitutos, los que contienen al menos un 60% de leche descremada en polvo y aquellos que se basan en suero seco o productos derivados del suero (zero-products), que generalmente exportan.

En la actualidad, la industria de los sustitutos lácteos continúa viéndose afectada por los cambios que ocurren tanto a nivel de producción de los precios lecheros como en la manufacturación de la industria que los procesa, al mismo tiempo, se encuentran nuevos segmentos en el mercado de consumo humano para la leche y sus derivados, debido al uso de nuevas tecnologías y de la creciente demanda.

La composición de los lacto reemplazantes difiere principalmente por la inclusión o no de la leche descremada en polvo, y por los diferentes programas de alimentación recomendados por los fabricantes. Generalmente, la distribución de leche entera o de leche artificial se incrementa rápidamente a lo largo de las 2-3 primeras semanas estabilizándose después para favorecer el consumo de alimentos sólidos. Finalmente dos semanas antes del destete el suministro de leche se reduce drásticamente para adaptar al ternero, de forma definitiva, a la ingestión y utilización de alimentos sólidos.

En México ha habido un gran interés en los sistemas de producción de leche debido a la falta de suministro de leche y su gran demanda de una creciente población humana. Una manera de resolver este problema es la alimentación de terneras con sustituto de leche comercial. El sustituto de la leche es un excelente alimento para los terneros antes del destete, además están diseñados con un suministro adecuado de componentes nutritivos para promover un consumo temprano de concentrado a fin de proporcionar un crecimiento aceptable de los terneros.

Con la alimentación de los terneros con sustituto de leche es posible obtener una buena adaptación a dietas equilibradas, porque se estimula con un alimento iniciador mezclado con el sustituto y esto tiene un efecto importante sobre el consumo, desarrollo del rumen y el rendimiento de los terneros antes y después del destete. La leche entera es un alimento esencial para un becerro; sin embargo, la demanda de este producto para humanos ha promovido el uso de sustitutos de leche, con la reducción de los costos de alimentación líquida, buenos resultados en el aumento de peso y rentabilidad económica (Saucedo-Quintero *et al.*, 2004).

El consumo de los becerros a edades tempranas es lo más deseable debido a que con esto se permite que los animales tengan un destete temprano y un desarrollo rápido del rumen. Un método que puede fomentar el consumo temprano es igualando la consistencia y el sabor, ya que utilizando un sabor similar se pueden

influenciar las preferencias en los animales jóvenes y con esto incrementar el consumo a edades tempranas (Thomsen y Rindsig, 1980).

Varios ingredientes han sido incorporados para dar una textura a los sustitutos de leche. El criterio en que se basan para la selección de los ingredientes que se utilizan es el valor nutritivo de este así como su costo y disponibilidad.

Durante muchos años ha habido un deseo de los ganaderos asegurar un sustituto de leche para la cría de los terneros jóvenes, sin embargo la leche descremada ha demostrado ser un excelente sustituto de la leche entera después de que el ternero ha alcanzado la edad de dos o tres semanas, el suministro de leche descremada también es limitado especialmente por los productores lecheros.

La única diferencia entre la leche entera y la leche descremada es el contenido de grasa, de modo que la alimentación con leche descremada debe ser en conjunto con otros alimentos tales como el maíz, y la avena. Los granos proporcionan los carbohidratos necesarios que servirán como fuente de energía; esta ración además de contener lo anterior también debe llevar una cantidad suficiente de vitaminas y minerales (Jhon, 2008).

4.7.6 Proteína en los sustitutos

La nutrición de proteínas en el becerro depende principalmente del porcentaje de aminoácidos esenciales así como de su digestión y absorción. El ternero es sensible a la calidad de las proteínas en su ración líquida, deben ser digestibles y con un perfil favorable de aminoácidos esenciales.

4.7.7 Proteínas lácteas

La utilización de sueros y especialmente los sueros concentrados en proteína (SCP) son los que mayor utilización tienen en el mercado. Los SCP se producen por ultrafiltración del suero líquido para quitar la lactosa y otros componentes solubles, en su mayoría minerales. Debido a que estos procesos se pueden detener en distintas fases existe una variedad muy amplia en el mercado. Las investigaciones realizadas por Tomkins y Sowinsky (1992) muestran que se puede sustituir totalmente la proteína de leche descremada en polvo por la del suero concentrado en proteína, en una serie de ensayos con 605 terneros.

Conviene señalar que la proteína de suero (albúminas y globulinas en su mayoría) por definición no forma cuajo como sucede con la caseína cuando se expone a la renina y a la pepsina a un pH adecuado. Esto suscitó cierta controversia en la industria al comparar calidades.

Sin embargo antiguas investigaciones europeas demostraron que sí la leche desnatada en polvo es indebidamente calentada durante el proceso de secado, causa diarreas y retrasos en el crecimiento de los terneros, principalmente a causa de dos factores: uno es que no se formaba el cuajo debido a que el calor hace que interaccionen la kapa-caseína con la β -lactoalbumina, y el otro, quizá el más importante, es que el material que pasa al intestino delgado tiene una digestibilidad muy baja y cualquier producto no digerido que pase al intestino grueso provoca irritación y ésta diarrea (Quigley et al., 2001).

De manera normal el cuajo se forma 3-4 minutos después de la ingestión, las proteínas del suero (20% del total) y la lactosa salen rápidamente por las contracciones del abomaso, mientras que la caseína y la grasa se digieren lentamente. También se demostró que no es indispensable la formación del cuajo en los LR siempre y cuando se formulen con materias primas de alta digestibilidad en el intestino delgado (Roy, 1980).

Las proteínas lácteas como la caseína, la leche descremada en polvo y el concentrado de proteína del suero de leche cada vez están más caros y más escasos, pues se han desarrollado nuevos usos para ellas en la industria de los alimentos para consumo humano. Durante años, los investigadores de universidades y de industrias han buscado alternativas económicas para las proteínas de la leche en los sustitutos para becerras (Nitsan et al., 1971). Es necesario que los científicos pecuarios encuentren subproductos proteínicos que no compitan con la cadena alimentaria para el hombre, a fin de poder usarlos como ingredientes en los sustitutos de leche (Quigley et al., 2001).

4.7.8 Proteínas no lácteas

Distintos tipos de proteínas tanto de origen animal, como vegetal se han investigado como sustitutos de las proteínas lácteas. Entre ellas las más usadas son: proteínas vegetales de soja (aislados de proteína de soja, concentrados, harinas de alta proteína y soja microlizada), trigo (concentrado de solubles de proteína de trigo), patata y guisante, y proteínas animales como la de sangre, plasma, carne, pescado. Los productos que actualmente tienen mayor importancia económica son los que provienen de la soja, trigo y plasma animal. (Kanjapruithipong, 1998).

La mayoría de los estudios que se han realizado son sobre proteína de soya ya que generalmente es la que contiene una mayor cantidad de proteína y se puede

incorporar fácilmente a los sustitutos de leche de la dieta, además de que los animales jóvenes la digieren fácilmente (Wittenberg y Ingals, 1979)

Los ingredientes que se han evaluado en estas formulaciones son las proteínas de soya (harina de soya, concentrado de proteína de soya y aislado de soya), el aislado de trigo, la proteína de papa, la harina de pescado, el plasma animal deshidratado por aspersion, los eritrocitos desecados por aspersion, la harina de carne, la harina de arvejas y otros. Todos ellos se han comparado experimentalmente con el concentrado de proteínas del suero de leche, algunos con más éxito que otros (Heinrichs *et al.*, 1995).

La proteína de trigo se obtiene aplicando al trigo una hidrólisis ácida para la obtención de almidón. Estudios de crecimiento hechos con terneros mostraron buenos resultados cuando se sustituye la leche desnatada por proteína de trigo a niveles de hasta el 15%. En un estudio efectuado por Tolman y Demeersma (1991) terneros con una dieta que contenía 20% de proteína de trigo tuvieron una ganancia media diaria y una conversión alimenticia de sólo 4% menos que el control con leche desnatada. A su alta digestibilidad la proteína de trigo suma una alta solubilidad, al contrario que la harina y el concentrado de soja ambos insolubles y que sólo se mantienen en suspensión.

Un subproducto que también se ha utilizado como ingrediente proteínico para las formas de los sustitutos de leche para los becerros es la proteína del huevo. El huevo entero deshidratado por aspersion es un subproducto elaborado con los huevos que se rechazan para consumo humano, los cuales se recolectan, procesan, pasteurizan y deshidratan por aspersion para obtener un producto rico tanto en grasa como en proteína. Debido a la calidad y a la digestibilidad de los aminoácidos del huevo, se le considera como excelente para la mayoría de los animales, por lo que sus subproductos lo son también para las fórmulas de los sustitutos de leche. (Quigley *et al.*, 2001).

Debido a la ventaja de precio la proteína de pescado se evaluó para la preparación de sustitutos de leche en conjunto con la soya ya que son menos costosos que la leche descremada en polvo (Huber, 1975; Jenkins, *et al.*, 1982).

Existen otros sustitutos de leche son los que están hechos a base de harina de maíz (nixtamal), este sustituirá hasta un 50% de los carbohidratos de leche descremada sin efectos perjudiciales sobre la tasa de crecimiento y eficiencia de la alimentación. También es posible utilizar leches fermentadas con resultados interesantes: regularidad en el crecimiento, disminución en crecimiento, disminución de diarreas. La leche fermentada se obtiene añadiendo fermentos lácticos en la leche entera,

que a continuación es sometida a una fermentación durante 24 hrs a una temperatura entre 15 y 20°C.

El efecto de la alimentación líquida adicional de leche o sustituto de leche a los terneros han sido evaluados en general con el aumento de la ingesta de nutrientes consumidos, ingestas de forraje (Jasper y Weary, 2002), aumento de la ganancia de peso (Brown et al., 2005) y una mayor deposición de grasa y proteína (Díaz et al., 2001).

La implementación de programas para la alimentación de becerras es una de las vías para lograr mayor eficiencia en la producción lechera, ya que en la etapa predestete se utilizan cantidades reducidas de leche o sustitutos de leche durante un corto período de tiempo (Jasper y Weary, 2002). La necesidad del consumo de concentrado iniciador durante la primera semana es indispensable para que la becerro desarrolle el rumen adecuadamente (Coverdale *et al.*, 2004).

La rentabilidad es, sin duda, uno de los aspectos que más preocupa hoy al ganadero. Frente a una competencia interna y externa cada día más fuerte y agresiva, resulta fundamental ser eficiente y competitivo para esto se ofrece el utilizar un sustituto lechero en un establo comercial.

Es importante reconocer que pasteurización no es esterilización y que la descontaminación bacteriana de la leche no es mágica y el simple hecho de pasteurizarla no significa que imposibilita a las bacterias para volverla a poblar. De aquí la importancia del manejo de la leche después de la pasteurización, ya que no tiene sentido pasteurizar leche de desecho para luego manejarla inadecuadamente y que el producto que se le va a suministrar a las terneras vaya a estar más contaminado que la carga bacteriana inicial (Elizondo y Heinrichs, 2008).

Esta recomendación también aplica a la leche tratada con antibiótico, ya que pese a que pueda ser más difícil de contaminar por su carga de antibiótico, no está exenta de poder convertirse en dañina por un inadecuado manejo y almacenamiento. El desempeño de terneras alimentadas con leche pasteurizada ha sido tan eficiente como cuando se alimentan con leche normal sin pasteurizar. Por último, la utilización de este producto debe ser hecha con juicio, ya que dependiendo del grado de infección de las vacas con mastitis, es posible encontrar leche con altas cargas bacterianas y secreciones purulentas.

Aquí es donde entra en juego el sentido común, ya que bajo ninguna circunstancia se puede promover el uso de una leche que a simple vista se note con contenido purulento o sanguinolento. Aunado a esto, se debe tener presente que la leche de

descarte no debe suministrarse a terneras en su primer día de nacidas, debido a la gran permeabilidad de la pared intestinal (Elizondo y Heinrichs, 2008).

4.7.9 Contenido energético en el sustituto

El contenido energético de los sustitutos está determinado por el porcentaje de lactosa y de las diferentes fuentes de grasa. Los niveles de esta última en los productos comerciales varían desde el 10 al 22%, sin embargo los efectos del nivel energético de la ración no están bien determinados, debido a las interacciones con el medio ambiente, la energía derivada del funcionamiento ruminal (si el ternero recibe alimento sólido) y la diferencia en la utilización metabólica, tanto de las grasas como de los carbohidratos (Scibilia et al., 1987).

El tipo de grasa utilizada también es muy importante, los ácidos grasos de cadena corta y los insaturados se digieren mejor, dándoles teóricamente un valor energético más elevado. De acuerdo al medio ambiente, el ternero requiere un nivel más alto de energía cuando la temperatura del medio ambiente desciende por debajo del “punto crítico” (definido como la temperatura por debajo de la cual hay un marcado incremento en la producción de calor para mantener la temperatura corporal). Las investigaciones demuestran que terneros que estén a una temperatura ambiental de - 4°C consumen aproximadamente un 30% más de energía para su mantenimiento que otros que se encuentren a 10° C (Scibilia *et al.*, 1987)

El aumento de energía en los sustitutos se puede realizar incrementando la concentración del sustituto en la dilución, dar tomas más frecuentemente o añadiendo una fuente extra de grasa digestible en la dieta.

5. Sistema de alimentación convencional versus acelerado

Los sistemas de alimentación convencionales recomiendan ofrecer dieta líquida en una proporción de 10% del peso vivo de las terneras. Esta cantidad es mucho menor a aquella que los animales pudieran consumir si se les permitiera ingerirla a libre consumo. En otras palabras, cuando una ternera permanece con su madre o se le permite tomar leche de un sistema automático, típicamente mamará entre 6 y 10 veces al día, lo que le permitiría consumir leche en una proporción cercana al 20% de su peso vivo (Albright y Arave 1997).

Para ejemplificar la información anterior, considérese un experimento en el que a un grupo de terneras se les permitió permanecer con sus madres durante 2

semanas después del nacimiento para que mamaran libremente (Flower y Weary 2001); dentro del mismo experimento, a otro grupo control se les separó de sus madres en las primeras 24 h de vida y se les ofreció leche a razón de un 10% de su peso vivo por día durante 2 semanas, tal como se hace en el sistema de alimentación tradicional.

Al final de las 2 semanas, las terneras que permanecieron con sus respectivas madres ganaron en promedio 16,5 kg en comparación con 4,5 kg que ganaron las terneras del grupo control. Básicamente, la gran diferencia se debe a que las terneras que tomaron leche de sus madres, lo hicieron en una proporción que osciló entre 16 y 24% de su peso corporal.

En otro estudio llevado a cabo en Israel (Bar-Peled et al. 1997), se les ofreció a un grupo de terneras, reemplazador de leche en balde en cantidades convencionales, mientras que a otro grupo se les permitió mamar leche de sus madres durante 15 minutos 3 veces al día. Las terneras se destetaron a los 60 días y se observó que las terneras a las que se les permitió mamar, consumieron mayor cantidad de leche y obtuvieron pesos al destete y ganancias diarias de peso significativamente mayores que las terneras a las que se les ofreció reemplazador de leche en balde.

En un experimento llevado a cabo en Canadá (Jasper y Weary 2002), a un grupo de terneras se les alimentó leche integra de la forma convencional (10% del peso corporal) y a otro grupo se les ofreció leche a libre consumo (ad libitum) con sistemas automáticos. Las terneras de ambos grupos se destetaron a las 6 semanas. En este estudio se pudo observar claramente que las terneras del segundo grupo consumieron más leche de la que normalmente se les permite tomar. En este caso, consumieron en promedio 8,79 kg de leche al día en comparación con 4,91 kg para el grupo control. Como resultado, las terneras que ingirieron más leche, consumieron en promedio menos alimento balanceado 90 g.d-1 en comparación con 170 g.d-1.

El efecto de un consumo mayor de leche resultó en mayores ganancias diarias de peso esto es, 780 g.d-1 vs. 480 g.d-1, y como resultado un peso al destete de 69,5 kg para las terneras que consumieron leche a libre consumo y 59,0 kg para las terneras que consumieron leche a razón de un 10% de su peso corporal. Con base en los resultados de estos y otros experimentos, lo que se refiere como crecimiento acelerado, es en realidad la restauración del crecimiento normal biológico en la vida temprana de las terneras, antes de que el consumo de concentrado sea la forma predominante de abastecimiento de nutrientes.

Es importante destacar que conforme se alimenta más cantidad de dieta líquida, el consumo de alimento balanceado decrece y un bajo consumo de éste se ha asociado con una disminución en la tasa de desarrollo y funcionalidad del rumen, lo que podría contribuir con el deterioro en la condición corporal de los animales cuando son destetados y alimentados con algún tipo de forraje (Jasper y Weary 2002, Davis et al. 2011).

6. Método para administración de la leche

Investigaciones publicadas sugieren que los terneros se desarrollan mejor cuando son alimentados con cubetas, luego con botellas con tetillas, y se tiende a tener más problemas cuando son alimentados con baldes con tetilla. Leche o reemplazo de leche que no sea removido de las tetillas puede causar un crecimiento de bacterias, lo cual puede causar enfermedades y la muerte de los terneros (Jhon, 2008).

La tetilla es la parte más problemática para mantener limpia en las botellas con tetilla. A menudo, el orificio pequeño de la tetilla que sirve para equilibrar la presión en la botella se puede tapar, forzando al ternero a succionar fuertemente para obtener leche. Estos hoyos deben de ser checados y limpiados frecuentemente. No obstante lo anterior, existen algunas características diferentes en cada método de alimentación de líquidos. Otra desventaja es el tamaño, la mayoría de las botellas con tetilla tienen una capacidad de 2 cuartos, Por lo que, si usted quiere alimentar más de 1 galón de líquido por día, en el cual deberán dar al ternero más de dos veces al día (Jung y Lidfors, 2001).

El método más adecuado para el suministro de leche es a través de tetinas o chupones ya que permite simular la condición natural de consumo de leche por parte del ternero. Activa el acto reflejo denominado gotera esofágica y hace que se desvíe hacia el abomaso, se puede observar que al suministrar la leche con balde, no se cierra la gotera esofágica por lo que existe la posibilidad de que una fracción de la leche ingrese al rumen, generando con ello trastornos digestivos.

Las cubetas son fáciles de usar, después de que los terneros son enseñados a beber de la cubeta. Las cubetas pueden contener más líquidos que las botellas, son fáciles de limpiar, y pueden ser fácilmente almacenadas o usadas en otras tareas cuando no son usadas para alimentar a los terneros. Sin embargo, el enseñar a los terneros a beber de las cubetas puede ser frustrante para el empleado y para el ternero. El beber de la cubeta va en contra de la naturaleza – los terneros prefieren beber hacia “arriba”, no hacia “abajo”.

La mejor manera de enseñar a los terneros a beber de la cubeta es colocando dos dedos (mojados previamente con leche) en el hocico. Deje que el ternero comience a succionar sus dedos. Usando la otra mano, empuje despacio la cabeza del ternero hacia el líquido en la cubeta. Tan pronto como el hocico del ternero alcance la superficie del líquido, se abren despacio los dedos que tiene en el hocico para permitir que el líquido pase entre sus dedos y hacia el hocico del ternero. Normalmente, le tomará cuando menos dos intentos antes de que el ternero descifre qué está pasando (Jhon, 2008).

A menudo, el ternero “saldrá a buscar aire” y no le será posible el encontrar el líquido otra vez se tendrá que repetir el proceso otra vez. La mayoría de los terneros aprenderán a beber en pocos minutos. Terneros con “problemas de aprendizaje” pueden tardar varios días. Es importante el recordar que los terneros son bebés y que use les está tratando de enseñarle algo completamente no natural (Jhon, 2008).

Las cubetas con tetilla son una cruza entre las botellas y las cubetas. Estas tienen la ventaja de las botellas con la capacidad de las cubetas. El problema más común con las cubetas con tetilla es mala sanidad. Es de suma importancia el mantener las tetillas limpias.

Esto debe de ser hecho cada vez que los terneros sean alimentados, lo cual no es realizado en muchas granjas. Si las tetillas no son limpiadas, las bacterias pueden crecer y acumularse en el interior, exponiendo a los terneros a patógenos que causan enfermedades. El factor más importante a considerar es la sanidad (Jhon, 2008).

7. Factores que afectan la ganancia de peso

La evolución de peso es influenciada principalmente por factores externos como el estrés, manejo, instalaciones, patologías, la alimentación y el clima entre otros (Davis y Drackley, 2001).

7.1 Estrés

factores estresantes como la separación de la madre y la reubicación del ternero en un ambiente extraño, factores físicos del ambiente como el espacio disponible para el ternero y la superficie de contacto que afectan el confort del animal y causas de manejo como marcación, castración, caravaneo, descornado, vacunaciones, desparasitaciones, movimientos, transporte, etc. son factores que pueden generar estrés; es por eso que las prácticas de manejo deben ser ideadas de manera de

minimizar la suma de efectos estresantes para mantener el bienestar animal (Bavera, 2008).

7.2 Enfermedades

Las enfermedades digestivas tales como las diarreas, producen, entre otras cosas, una mayor velocidad de pasaje de los alimentos con su posterior expulsión sin ser digeridos, absorbidos y utilizados en su totalidad por el ternero. Las enfermedades respiratorias también son de suma importancia, ya que producen un cese en el crecimiento y una pérdida de peso la cual no se podrá recuperar en esta etapa de la crianza (Davis y Drackey, 2001).

7.3 Alimentos

La digestibilidad individual, composición, calidad de los alimentos, y disponibilidad de agua (en caso de tratarse de alimentos sólidos), va a influir en el aprovechamiento que el ternero le dará al alimento (Davis y Drackey, 2001).

7.4 Ayuno

Bajo condiciones de ayuno durante 18-24hs o más, en donde no queda alimento en su intestino, el ternero utiliza reservas corporales de energía para satisfacer sus necesidades de mantenimiento, lo que influye considerablemente en la ganancia de peso corporal (Davis y Drackey, 2001).

7.5 Clima

La termo neutralidad es el rango de temperatura ambiental en el cual la cantidad de calor producido es balanceada por las pérdidas de calor desde el cuerpo, por lo que el animal no gasta energía en la regulación de su temperatura corporal. En los terneros, este rango está entre 10 °C a 29 °C. Las condiciones climáticas adversas tales como lluvia, viento y/o frío, en donde el ternero sale de su temperatura de confort, provocan que el ternero tenga un gasto mayor de energía en la producción de calor y regulación de su temperatura interna, en detrimento de la ganancia de peso corporal (Bavera, 2008).

7.6 Edad del ternero

Los terneros menores de 10 días de vida gastan una mayor cantidad de energía debido al proceso de adaptación al ambiente hostil, el cual difiere totalmente de las condiciones uterinas donde se encontraban. Además, están sufriendo una maduración de sus funciones digestivas y funciones de regulación térmica, esenciales para sobrevivir (Davis y Drackey, 2001).

7.7 Actividad física

Los terneros jóvenes presentan, en comparación con los animales adultos, una gran actividad física, lo cual conlleva a una desviación de la energía la cual podría ser utilizada para la ganancia de peso hacia el metabolismo muscular (Davis y Drackey, 2001)

8. Conclusión

La etapa de crianza y recría de hembras de reposición debe ser llevada a cabo como la mayor inversión de una explotación lechera ya que en estas etapas se desarrolla el potencial genético que posteriormente se expresará durante su etapa productiva.

Las características anatómicas y fisiológicas de los terneros le confieren una adaptabilidad y una elevada potencialidad de su sistema digestivo que le permite el tránsito de un alimento como es la leche entera o sustituto de leche, es necesario señalar esta práctica ya que existe la necesidad de realizar un correcto manejo del mismo, de forma que se logre compatibilizar un crecimiento armónico de cada una de las etapas del desarrollo..

9. Literatura citada

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

Arancibia, r. 2009. Manejo del ternero recién nacido. tecnovet 15(1): 23-26.

Albright, L y Arave, C. 1997. The behaviour of cattle. CAB International, Wallingford, UK. 366 p.

Bacha F. y. Nacoop. S. A. 1999. Nutrición del ternero neonato. XV Curso de Especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). 277-301.

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

Bar-Peled, U., Robinzon, B., Maltz E., Tagari, H., Folman Y., Bruckental L., Voet H., Gacitua H y Lehrer R. 1997. Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age. J. Dairy Sci. 80:2523-2528.

Bavera, G. A. 2008. Destete hiperprecoz. Cursos Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar.

Besser, T. E., Gay C. C. y Pritchett, L. 1991. Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. J. Amer. Vet. Med. Assoc. 198: 419-422

Benzie, D y Phillipson, A.T. 1957. The alimentary tract of the ruminant. Olivert and Boyd. Pub. Co. Inglaterra

Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N.R., Skidmore, A.L., Godden, S y Leslie, K.E. 2010. An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. J. Dairy Sci. 93: 3713-3721.

Brown, E.G. VandeHaar, M.J. Daniels, K.M. Liesman, J.S. Chapin, L.T. Forrest, J.W. Akers, R.M. Pearson, R.E. Weber Nielsen, M.S. 2005. Effect of Increasing Energy and Protein Intake on Mammary Development in Heifer Calves. Journal of Dairy Science, 88 (2): 595-603.

Campos, M. 2000. Determinación de la actividad sérica de la enzima gammaglutamiltransferasa como indicadora del consumo de calostro en terneros. Tesis de grado Licenciado en Medicina Veterinaria. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. 31p.

Campos, R., Carrillo, A., Loaiza, V y Giraldo, L. 2007. El Calostro: Herramienta para la Cría de Terneros. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Departamento de Ciencias Animales. 12 p.

Campos, M. 2013. La importancia del calostro, horas y acciones claves. Revista DLECHE (58): 16-19.

Coverdale, J. A. Tyler, H. D. Quigley III, J. D. Brumm J. A. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. Journal of Dairy Science 87 (8): 2554-2562.

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

Charlton, S. J. 2009. Calf Rearing Guide, Ontario Veal Association, Context Products Ltd.

Chigerwe, M., Tyler, J., Middleton, J., Spain, J., Dill, J y Steevens, B. 2008. Comparison of four methods to assess colostral IgG concentration in dairy cows. J Am Vet Med Assoc 2008; 233: 761–766.

Church, D. C. 1974: Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes (Vol.1) Ed. Acribia, Zaragoza, España

Davis, C. L., Drackley, J. K. 2001. Desarrollo, nutrición y manejo del ternero joven. Editorial Inter-Médica. Argentina.

Davis, L. C. y Drackley, K. J. 2002. Programa de administración de alimento líquido., pp: 237-256. . Desarrollo, Nutrición y Manejo del Ternero Joven. Editorial Inter-Médica. Buenos Aires.

Davis, L., Vandehaar, M., Wolf, C., Liesman, J., Chapin, L y Weber M. 2011. Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. J. Dairy Sci. 94:3554-3567.

Delgado, A. 2001. Manejo de Ternaje. Rev. Vet. Int. 12(2): 33-35.

Donovan, G. A. Dohoo I. R., Montgomery, D. M y Bennet, F. L. 1998. Associations between passive immunity and morbidity in dairy calves in Florida. Prev. Vet. Med 34:31-46

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

Elizondo, J. 2007a. Importancia del calostro en la crianza de terneras. Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG) informa. N°40: 53-55.

Elizondo-salazar, J., Heinrichs, J. 2008. Make handling of post-pasteurized waste milk a priority. Progressive Dairyman. 22(8):52-53.

Elizondo-salazar, J., Jones, C y Heinrichs, A. 2010. Evaluation of calf milk pasteurization systems on six Pennsylvania dairy farms. *J. Dairy Sci.* 93:5509-5513.

Elizondo J., Jones C., Heinrichs A. 2011. Feeding colostrum with an esophageal feeder does not reduce immunoglobulin G absorption in neonatal dairy heifer calves. *Professional Animal Scientist.* 27:561- 564

Elizondo-salazar, J., Heinrichs, A y Gelsinger, S. 2016. Pasteurization of non-saleable milk. The Pennsylvania State University. Fact Sheet DSE 2013-187. 10 p.

Flower F y Weary D. 2001. Effects of early separation on the dairy cow and calf: 2. Separation at 1 day and 2 weeks after birth. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70:275-284.

Godden, S. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin Food Anim* 24: 19-39.

Goff, J. P. 2006. Mayor Advances in our understanding of nutritional influences on bovine Health. *Journal of Dairy Science.* V. 89. N.4. p. 1292-1301

Golden, S. 2008. Colostrum management for dairy calves. *Food Animal Practice* 24, 19-39.

Gonsolín, R. 2014. Manejo y alimentación de terneros y vaquillonas. Impacto sobre la eficiencia de la producción láctea: <http://www.engormix.com/MAGanaderialeche/nutricion/articulos/manejo-alimentacion-terneros-vaquillonast6450/141-p0.htm>. Marzo, 2015.

González A., Rodríguez, R. K. Hernández, L. M. Isidro, R. J., González Ávalos., Peña, Revuelta, B. P., Núñez, G. L. E y Robles, T. P. A.. 2015. Efecto de la pasteurización sobre la carga bacteriana en calostro bovino. *Revista ECAG (Escuela Centroamericana de Ganadería)* 1(4):

Guzmán, M. 2004. Evaluación productiva y económica de la crianza artificial de terneros con dos sistemas de alimentación. Tesina de Grado. Departamento Tutorías y Proyectos. Fac. Cs. Veterinarias. UNCPBA. 65 pp.

Hamada, T. Mayda, S. y Kamecka, k. 1976. Factors Influencing growth of rumen, liver and other organs in kids weaned from milk replacers to solid fredg *J. Dairy Sci,* 59: 1100-1118.

Heinrichs, A. J. Wells S. J. Losinger, W. C. 1995. A study of the use of milk replacers for dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science* 78(12): 2831-2837

Heinrichs, J., Jones, C. 2011. Colostrum Management Tools: Hydrometers and Refractometers. *Dairy & Animal Science.* The Pennsylvania State University. 5p.

Hess, H. D., Díaz, T. E y Flores, H. 1999. Guía para la evaluación de la condición corporal en vacas de doble propósito. Boletín técnico Corpoica. Santafé de Bogotá

Jasper, J y Weary, D. M. 2002. Effects of Ad Libitum Milk Intake on Dairy Calves. *Journal of Dairy Science*, 85 (11): 3054-3058.

Jaster, E. H. 2005. Evaluation of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding on Immunoglobulin G1 Absorption in Jersey Calves. *J. Dairy Sci.* 88: 296-302

Jenkins, K. J., Emmons, D. B., Larmond, E. Sauer, F. D. 1982. Soluble, partially hydrolyzed fish protein concentrate in calf milk replacers. *Journal of Dairy Science* 65 (5): 784-792.

Jhon F. Mee. 2008. Newborn Dairy Calf Management. *Vet Clin Food Animal.* 24: 1-17

Jung, J. y Lidfors, L. 2001. Effects of amount of milk, milk flow and access to a rubber teat on cross-sucking and non-nutritive sucking in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science.* 72, 201-213.

Kanjanapruthipong, J. 1998. Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves. *Journal of Dairy Science.* 81(11): 2912–2915

Kelton, D. F., Lissemore, K. D., Martin, R. E. 1998. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 81:2502-2509.

Keyserlingk, M., Weary, D. 2012. Welfare implications of dairy cattle housing management. The First Dairy Cattle Welfare Symposium, 23-26 October 2012, Guelph, Ontario, Canada.

Kesler, E. M. 1981. Feeding mastitic milk to calves: review. *J. Dairy Sci.* 64:719-723

Khan, M. A., Lee, H. J., Lee, W. S., Kim, H. S., Kim, S. B., Ki, K. S., Ha, J. K., Lee, H. G y Choi, Y. J. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through Step-Down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90:876-885

Langford, F. M., Weary, D. M y Fisher, L. 2003. Antibiotic resistance in gut bacteria from dairy calves: A dose response to the level of antibiotics fed in milk. *J. Dairy Sci.* 86:3963-3966.

Laplace, J. P. 1968. Sur les phénomènes mécaniques et électriques du tractus digestif chez le mouton. Laboratoire de physiologie – Pharmacodynamie de I.N.S. A Lyon, France, 200 Pag.

Loveland, J., Kesler, E. M., Doores, S. 1983. Fermentation of a mixture of waste milk and colostrum for feeding young calves. J. Dairy Sci. 66:1312-1318.

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

Menares, C. 2011. Efecto del uso del calostro comercial sobre la inmunidad pasiva en terneros Holstein nacidos en invierno. Tesis de título de ingeniero agrónomo. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 87p.

Morrill, K. M., Conrad, E., Polo, J., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J y Tylert, H. 2012. Estimate of calostrual immunoglobulin G concentration using refractometry without or with caprylic acid fractionation. J. Dairy Sci. 95: 3987-3996.

Morin, D. E., Constable P. D., Maunsell, F. P y McCoy, G.C. 2001. Factors Associated With Calostrual Specific Gravity in Dairy Cows. J. Dairy Sci. 84:937–943.

Nitsan, Z. Volcani, R. Hasdai, A y Gordin, S. 1971. Soybean protein substitute for milk protein in milk replacers for suckling calves. Journal of Dairy Science. 55(6): 811-821.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of the young calf. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. <http://www.nap.edu/catalog/9825.html>

Orskov, E. R. 1988. Nutrición proteica de los rumiantes. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España

Quigley, J. 1997. Nota acerca de terneros- #03 Calf Notes: Alimentación con calostro. Fundamentos acerca de las inmunoglobulinas del calostro. <http://www.calfnotes.com>.

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

Quigley, J.D. Strohbehn, R.E. Kost, C.J. O'Brien, M.M. 2001. Formulations of colostrums supplements, colostrum replacers and acquisition of passive immunity in neonatal calves. Journal of Dairy Science. 84: 2059-2065.

- Quigley J. 2004. Dietary approaches to keeping calves healthy. Tri-State Dairy Nutrition Conference. 67-81.
- Quigley, J. D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P y Polo, J. 2013. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *J. Dairy Sci.* 96:1148–1155
- Radostitis, O. M. 2000. Parameters Influencing Haematological, Serum and Bio-Chemical References in Livestock Animals under Different Management Systems. *Veterinary Medicine.* 603-691.
- Roy, J. H. B. 1972. El ternero. Nutrición y patología. Vol. II. Editorial Acribia. España
- Roy, J. H. B. 1980. The Calf. 4th ed. Butterworths, London.
- Santos, G. T. 2001. inmunidade passiva colostrual em bovinos. *NUPEL.* 27 54-58.
- Saucedo-Quintero J. S., Avendaño-Reyes, L., Álvarez-Valenzuela, F. D., Rentería-Evangelista, T. B., Moreno-Rosales, J. F. Montañó-Gómez, M. F., Medina-Basulto, G.E., Gallegos-de la Hoya, M. P. 2004. Evaluation of four feeding systems for Holstein calves in the mexicali valley, Mexico. proceedings, western section, american society of animal science, vol. 55.
- Sandra, G. 2008. Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin Food Animal* 24: 19-39
- Scheidegger, A. 2013. Manual de Atención del Parto y Manejo del Calostro. *Revista DLECHE* (58): 21-22.
- Scibilia, L. S., Muller, L. D., Kensinger, R. S., Sweeney, T. F. y Shellenberger, P.R. 1987. *J. Dairy Sci.* 70, 1426-1433
- Sere, E. 1967. Enfermedades de los estómagos de los bovinos, Editorial Acribia, Zaragoza, España.
- Sisson, S. 1974. Anatomía de los animales domésticos Edic. Revolucionaria Inst. Cubano del Libro La Habana Cuba.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett R. W y Van Amburgh, M. E. 2012. Preweaning milk replaced intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95:783-793.
- Tabare, B. 2011. Conceptos básicos sobre la calidad de los forrajes. Cátedra de manejo de pasturas. Facultad de ciencias agrarias. Universidad de Lomas de Zamora

Tamate, C. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach on the calf J. Dairy sei 45: 408-412.

Tolman, G. H. y Demeersma, M. 1991. Digestibility and Growth Performance of Soluble Wheat Protein for Veal Calves. Proceedings of the International Symposium on Veal-Calf Production. Wageningen, Netherlands.

Tomkins, T. y Sowinski, J. S. 1992. Impact of Modern Milk Replacer Formulations on Calf Health and Performance. World Buiatrics Cong. And Am. Assoc. Bovine Practitioners Conf. Vol. 3.

Thomsen, N. K., Rindsig R. B. 1980. Influence of similarly flavored milk replacers and starters on calf starter consumption and growth. Journal of Dairy Science. 63(11): 1864-1868.

Tiwari, G. P y Jam dar, M. N. 1970. Studies un the gross and histological structure and developepment of the for stomach of Indian water bulfalo culf in erry post – natal life with reference to normal ferding. I rumen Indian J. Anim. Sci 40: 489- 494.

Warner, E. D. 1956. Dictary factire affectine development I of the ruminant stomach J. agr, food chem., 778-783.

Wardrop, I. D. 1961. Some preliminary preservations on the histological development op the fore – stomach of the lamb. I. Histological Chages dus age in the period from 46 days fertal lifeto 76 days post – natal J. Acric. Sci, 335-338

Wittenberg, K.M. and Ingalls, J.R. 1979. Utilization of fababean protein concentrate in milk substitute diets by preruminant calves. Journal of Dairy Science. 62(10): 1626-1631.