



Efecto del Lactoreemplazante Fokkamel Extra en agua y suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de terneros pre-rumiantes

Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra y Martínez Argüello, Milena Alejandra

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Mgs. Vela Tormen, Diego Alonso

21 de enero de 2022



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Efecto del Lactoreemplazante Fokkamel Extra en agua y suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de terneros pre-rumiantes”** fue realizado por las señoritas **Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra y Martínez Argüello, Milena Alejandra**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 21 de enero de 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**DIEGO ALONSO
VELA TORMEN**

Ing. Mgs. Vela Tormen, Diego Alonso

C. C. 1707754535



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Responsabilidad de autoría

Nosotras, **Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra y Martínez Argüello, Milena Alejandra**, con cédulas de ciudadanía n° 1751491695 y 0202342804, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Efecto del Lactoreemplazante Fokkamel Extra en agua y suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de terneros pre-rumiantes** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 21 de enero de 2022

Firma:

.....

Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra

C.C.:1751491695

Firma:

.....

Martínez Argüello, Milena Alejandra

C.C.: 0202342804



Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Autorización de publicación

Nosotras **Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra y Martínez Argüello, Milena Alejandra**, con cédulas de ciudadanía n° 1751491695 y 0202342804, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Efecto del Lactoreemplazante Fokkamel Extra en agua y suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de terneros pre-rumiantes en el Repositorio Institucional**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 21 de enero de 2022

Firma:

Casanova Mosquera, Emanuela Alejandra

C.C.:1751491695

Firma:

Martínez Argüello, Milena Alejandra

C.C.: 0202342804

Hoja de resultados de la herramienta para análisis y/o verificación de similitud de contenidos



Tesis final Casanova Martinez Enero 22.docx

Scanned on: 17:42 January 17, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	214
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	0
Omitted Words	3615



DIEGO ALONSO
VELA TORMEN

Ing. Mgs. Vela Tormen, Diego Alonso

CC. 1707754535



Website | Education | Businesses

Dedicatoria

A Dios, quien me ha mostrado su inmenso amor y sabiduría y sigue guiando mi camino y ayudándome a cumplir mis sueños.

A mis abuelos, quienes soñaron con este momento, ver como sus nietos se convierten en profesionales y personas de bien; y pese a que hoy ya no están conmigo, sé que desde el cielo me cuidan y se enorgullecen de mis logros.

A mis padres, que son el pilar fundamental de mi vida y a quienes amo con el alma, quienes han estado día y noche cuidando de mí, enseñándome a ser una mujer de bien antes que ninguna otra cosa; este logro, es un logro compartido.

Emanuela Alejandra Casanova Mosquera

A Dios, quien me ha otorgado fortaleza y sabiduría para tomar decisiones acertadas en mi vida que me han llevado a culminar exitosamente mis metas.

A mis padres, Silvana y Paul, quienes han dado todo de sí para que yo esté bien, han sabido guiar mi camino con comprensión y amor, logrando forjar la persona que soy ahora, por ustedes y su motivación he logrado alcanzar mis anhelos, esto es el fruto de su constante lucha.

A mi hermana, quien con su sola presencia ha logrado alegrar mi corazón, quiero con ello motivarte y enseñarte que los sueños llegan a cumplirse si tú así te lo propones.

A mis abuelitos, quienes siempre han aportado a mis estudios y me han ayudado en cualquier necesidad, por ser mi refugio y brindarme tanto amor, este logro se los dedico con mucho cariño.

Milena Alejandra Martínez Argüello

Agradecimientos

“La gratitud se da cuando la memoria se almacena en el corazón y no en la mente”

Lionel Hampton

Agradecemos de todo corazón al Ing. Diego Vela, por su apoyo y orientación, tanto teórica como técnica a lo largo del presente proyecto, a Ing. Jennifer Cuenca por estar siempre pendiente de nosotras y brindarnos sus consejos y amistad, a todos los trabajadores del área de ganadería, Don Marquito, Don Cayito y Darwin, por habernos acompañado todo este tiempo, y estar prestos siempre a darnos su oportuno apoyo.

De igual forma, agradecemos al Ing. Julio Pazmiño y al Dr. Jorge Ron por habernos orientado de mejor manera en la realización de nuestro proyecto de tesis.

A Miguel Lojan y a la empresa IMVAB por confiar en nosotras y permitirnos usar su producto a lo largo del proyecto, por estar siempre al pendiente y brindar oportuno consejo.

A nuestro querido IASA y a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por habernos permitido hacer uso de sus instalaciones, tanto de campo como de laboratorio, ayudándonos así, a desarrollar eficientemente nuestro proyecto, gracias por todo el conocimiento y todos los buenos momentos.

A todos nuestros amigos, que han estado siempre al pendiente de lo que podamos necesitar, siempre apoyándonos y dándonos ánimos para culminar con éxitos nuestro proyecto.

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
Responsabilidad de autoría	3
Autorización de publicación	4
Hoja de resultados de la herramienta para análisis y / o verificación de similitud de contenidos.....	5
Dedicatoria	6
Agradecimientos.....	7
Índice de contenidos	8
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras.....	14
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I	17
Introducción	17
Antecedentes	17
Justificación	19
Objetivos	20
Objetivo general	20
Objetivos específicos.....	21

Hipótesis	21
Capítulo II	22
Marco referencial	22
Ganadería de leche en Ecuador	22
Manejo y crianza de terneros	22
Alimentación	23
Sistemas de alimentación.....	26
Sistema convencional.....	26
Sistema intensivo.....	26
Parámetros zootécnicos en terneras.....	27
Adaptabilidad fisiológica del ternero	28
Vida extrauterina.....	28
Etapa Pre-rumiante.....	28
Destete.....	31
Valores hematológicos en terneros	32
Lactoreemplazantes	36
Ventajas de los lactoreemplazantes.....	36
Fokkamel Extra	37
Suero de leche	38
Tipos de lactosuero y su composición	38

Capítulo III	40
Materiales y métodos	40
Ubicación del área de investigación	40
Establecimiento del proyecto	41
Manejo, limpieza y desinfección	42
Pre parto y parto.....	42
Alimentación	44
Variables evaluadas	45
Análisis estadístico.....	49
Análisis económico	50
Capítulo IV.....	52
Resultados y Discusión	52
Parámetros zootécnicos	52
Peso, altura a la cruz y perímetro torácico	52
Ganancia de peso.....	57
Consumo de alimento balanceado.....	59
Parámetros hematológicos.....	62
Hematocrito	62
Proteínas totales.....	64
Conteo de eritrocitos y leucocitos.....	66

Parámetros sanitarios	68
Incidencia de diarreas	68
Análisis económico	71
Capítulo V	75
Conclusiones y Recomendaciones.....	75
Conclusiones.....	75
Recomendaciones.....	76
Bibliografía	78

Índice de tablas

Tabla 1 Valores nutricionales recomendados en etapa inicial de terneras	24
Tabla 2 Necesidades de Energía Metabólica (EM) y Proteína Digestible Aparente (PDA) de terneras jóvenes alimentadas con diferentes dietas	25
Tabla 3 Parámetros zootécnicos en bovinos.....	27
Tabla 4 Estándares de inmunidad pasiva	33
Tabla 5 Valores hematológicos referenciales en terneros y vacas.....	36
Tabla 6 Composición del suero dulce y del suero ácido.....	39
Tabla 7 Proceso de transición para terneros de los tratamientos T0, T1 y T2	44
Tabla 8 Suministro de litros de dieta líquida por semana de vida	45
Tabla 9 Promedio \pm desviación estándar del peso, altura a la cruz y perímetro torácico de los terneros sometidos a tres tratamientos	52
Tabla 10 Promedio \pm desviación estándar del peso, altura a la cruz y perímetro torácico a los 70 días después del nacimiento de terneros sometidos a tres tratamientos	53
Tabla 11 Promedio \pm desviación estándar de la ganancia de peso de los terneros sometidos a tres tratamientos	57
Tabla 12 Promedio \pm desviación estándar del consumo de alimento balanceado de terneros pre rumiantes considerando promedios quincenales hasta los 45 días.....	60
Tabla 13 Promedio \pm desviación estándar de WBC, RBC, MCV y MCH de los terneros sometidos a tres tratamientos en tres diferentes tiempos hasta el destete.	67
Tabla 14 Porcentaje de terneros pre rumiantes enfermos con diarrea en la Hcda. El Prado en un lapso de 70 días	70
Tabla 15 Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos	71
Tabla 16 Costos variables del tratamiento T0 (Leche entera)	72

Tabla 17 Costos variables del tratamiento T1 (Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%)	72
Tabla 18 Costos variables del tratamiento T2 (Lactoreemplazante diluido en suero al 11%)	73
Tabla 19 Análisis Costo / Beneficio de los tratamientos	73

Índice de figuras

Figura 1 Desarrollo de los estómagos de un ternero frente a un animal adulto	30
Figura 2 Visión satelital del área de estudio	40
Figura 3 Disposición del experimento en el campo	41
Figura 4 Medición de calidad de calostro	43
Figura 5 Medición de peso con balanza digital	46
Figura 6 Toma de muestra de sangre de la vena coccígea	47
Figura 7 Frotis sanguíneo y observación de la placa en el microscopio óptico.	48
Figura 8 Peso de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo.....	54
Figura 9 Altura a la cruz de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo	55
Figura 10 Perímetro torácico de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo	56
Figura 11 Ganancia de peso diaria de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo.....	58
Figura 12 Consumo de alimento balanceado de terneros pre rumiantes respecto al tiempo y al tratamiento.....	61
Figura 13 Porcentaje de hematocrito de terneros pre rumiantes respecto al tratamiento y al tratamiento.....	63
Figura 14 Proteínas totales (g/100ml) de terneros pre rumiantes respecto al tratamiento y el tiempo.	65
Figura 15 Cantidad de diarreas en terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tratamiento.....	69

Resumen

El presente estudio evaluó el efecto del lactoreemplazante Fokkamel Extra diluido en agua y suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de 15 terneros cruce Holstein Friesian x Montbeliarde durante 70 días. Se dispusieron 3 dieta líquidas, las cuales fueron: T1: Fokkamel Extra 13,5% en agua, T2: Fokkamel Extra 11% en suero y T0: leche entera. Se midió peso, altura a la cruz y perímetro torácico semanalmente; se registró diariamente ganancia de peso y consumo de alimento. A los 3, 35 y 70 días después del nacimiento se analizaron variables hematológicas. Además, se estableció un análisis Costo/Beneficio. Los datos obtenidos fueron evaluados bajo un DCA bifactorial. No se encontró efecto significativo para peso, altura a la cruz, perímetro torácico y ganancia de peso respecto al tratamiento. El consumo de alimento de los animales T1 (366,14 gr) fue mayor al T2 y T0. La interacción Tratamiento*Tiempo fue significativo para WBC y RBC, siendo el T1 a los 70 días el que presentó mayor cantidad de WBC ($4,59 \times 10^4/\text{ul}$) y RBC ($7,81 \times 10^6/\text{ul}$). El T2 presentó mayor cantidad de diarreas, pero independientemente de la dieta líquida hubo mayor incidencia de diarreas durante las semanas 2 y 3. Las opciones económicamente rentables fueron los tratamientos T1 y T2 (601 USD), sin embargo, el análisis C/B no muestra rentabilidad ante un destete precoz a los 70 días. En general, se concluye que el uso de Fokkamel Extra no difiere respecto a parámetros zootécnicos, pero beneficia notablemente a los terneros respecto a parámetros hematológicos y económicos.

Palabras Clave: Lactoreemplazante Fokkamel Extra, Suero de leche, Parámetros zootécnicos, Hematología en terneros.

Abstract

The present study evaluated the effect of the milk replacer Fokkamel Extra diluted in water and whey on the zootechnical and sanitary performance of 15 Holstein Friesian x Montbeliarde cross calves for 70 days. Three liquid diets were arranged, which were: T1: Fokkamel Extra 13.5% in water, T2: Fokkamel Extra 11% in whey and T0: whole milk. Weight, height at the withers and thoracic perimeter were measured weekly; weight gain and feed intake were recorded daily. Hematological parameters were analyzed at 3, 35 and 70 days after birth. In addition, a Cost / Benefit analysis was established. The data obtained were evaluated under a CRD bifactorial. No significant effect was found for weight, height at the withers, thoracic circumference and weight gain with respect to treatment. The feed intake of the T1 animals (366.14 g) was higher than T2 and T0. The Treatment * Time interaction was significant for WBC and RBC, being T1 at 70 days the one that presented the highest amount of WBC ($4,59 \times 10^4/\text{ul}$) and RBC ($7,81 \times 10^6/\text{ul}$). T2 presented a greater amount of diarrhea, but regardless of the diet there was a higher incidence of diarrhea during weeks 2 and 3. The economically profitable options were treatments T1 and T2 (601 USD), however, the C / B analysis does not show profitability in the face of early weaning at 70 days. In general, it is concluded that the use of milk replacer Fokkamel Extra doesn't differ with regard to zootechnical parameters, but remarkably benefits calves with regard to hematological and economic parameters.

Keywords: Milk replacer, Fokkamel Extra, Whey, Zootechnical parameters, Hematology in Calves

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

La ganadería en el Ecuador es una actividad que genera alto dinamismo agropecuario en el país con una participación en el PIB nacional significativa del 0,5% (Alvarado, 2017), según el INEC (2020) dicha actividad cuenta con 4,31 millones de cabezas de ganado a comparación de producciones porcinas (1,16 millones de cabezas), ovinas (465 cabezas), caballar (197 cabezas) y mular (83 cabezas), siendo la Sierra la principal región productora con un 51,69% de animales.

En la Sierra según el Centro de la Industria Láctea Ecuador (2019) y un estudio realizado por Franco et al. (2019), diferentes provincias son consideradas como las más destacadas en producción lechera, entre ellas está Pichincha (15,9% de la producción lechera), seguida de Azuay (11% de la producción lechera), Cotopaxi (8% de la producción) Chimborazo (8% de la producción) y Carchi (5% de la producción lechera).

Del total nacional el 18,57% son terneras, dentro de ello la producción lechera radica en 6,65 millones de litros de leche a nivel nacional de lo cual 3,67% de leche es destinada para la alimentación de terneros, que representa un total de 244 055 lt menos en términos de productividad (INEC, 2020), esta situación viene a repercutir económicamente, a pesar de ello la alimentación con leche entera, es la opción más afín para los ganaderos debió a la disponibilidad del alimento en el propio predio (Amado et al., 2019).

El manejo de terneros, principalmente de hembras, se relaciona con el futuro productivo del hato en general, ya que el principal objetivo radica en sustituir a futuro a animales descarte sean toros o vacas (Sharma et al., 2018), es así que su adecuado manejo es requerido para expresar el potencial productivo total del animal (Maiztegui & Romano, 2017).

La crianza artificial de terneros se basa en el cuidado y alimentación hasta el momento del destete, momento en que se espera que el animal duplique su peso inicial; este tipo de crianza tiene como objetivo disminuir la dependencia nutricional de la leche entera a una corta edad, para poder incorporar balanceado y forraje de forma precoz, promoviendo así el rápido desarrollo ruminal (Nemoción et al., 2020).

Los terneros poseen una microbiota intestinal extremadamente inestable y son fácilmente susceptibles a la proliferación de microorganismos patógenos a medida que van creciendo; sufren una transición paulatina de lactantes a rumiantes donde su microbiota va adquiriendo otras características. McGuirk (2019), menciona que las tasas más altas de morbilidad y mortalidad generalmente ocurren en terneros antes del destete, y las causas principalmente son diarreas y problemas respiratorios, lo que da paso al uso de antibióticos para controlar dichas patologías, esto se origina a raíz de una ineficaz alimentación, con bajo contenido proteico, que no permiten al ternero generar anticuerpos suficientes para su correcto desarrollo.

Una alternativa al uso de leche cruda como principal fuente de alimentación en terneras, es el uso de lactoreemplazantes que se definen como polvos a base de leche cuya reconstitución debe hacerse hasta con 10% y 15% de sólidos (Erickson & Kalscheur, 2020). Este producto puede ser formulado en base a suero proveniente de la industria quesera, con adición de probióticos, fitobióticos, y proteínas de origen vegetal.

La diferencia entre el empleo de leche entera y el uso de un lactoreemplazante radica en los costos de alimentación, según Garzón (2008) al emplear leche entera se consume aproximadamente 345 kg de leche / animal, en tanto que con un sustituto de leche el consumo se reduce a 175 kg de leche, por tanto el costo de alimentación se ve reducido cuatro veces

respecto a la alimentación tradicional; por otro lado, Araujo & Barberena (2017) corroboran dicha eficiencia económica, en su estudio evaluaron leche entera y lactoreemplazante, los costos obtenidos fueron positivos para el empleo de lactoreemplazante en un sistema convencional con \$86,16 que representa una disminución del costo de aproximadamente 45,6% respecto al empleo de leche entera (\$188,58).

Justificación

En las ganaderías lecheras el manejo de la alimentación en el periodo neonatal y post destete generan un impacto referido a la crianza de terneros en términos de salud y rendimiento productivo, dentro de ello la cría extensiva es el sistema más empleado a nivel mundial, teniendo un periodo de calostramiento de 3 días a lado de la madre (Forero 2013), una vez los animales son trasladados a su cunas individuales, la práctica común es alimentar con leche entera a razón de 4 lt diarios por un periodo de aproximadamente 90 días, pero según Erickson & Kalscheur (2020) las tasas de alimentación en terneros deben estar alrededor de los 6 lt/día, por lo tanto también se presentan los sistemas intensivos donde se puede reducir costos y mejorar las condiciones de desarrollo del animal, según Hammon et al. (2020), la alimentación en este sistema cumple un protocolo donde el animal debe ingerir diariamente al menos un 20% de leche según su peso corporal durante 70 días, lo cual provoca un efecto positivo en el potencial de crecimiento y desarrollo de órganos.

Una tendencia en la ganadería mundial es el uso de lactoreemplazantes como sustitutos al suministro de leche entera, estos productos están formulados con un alto nivel proteico entre 18 a 24 %, además está compuesto por vitaminas, minerales y en algunos casos pro bióticos, que tienen como objetivo maximizar el potencial genético del animal, mejorar su estado sanitario y productivo, reduciendo los costos de alimentación sin tentar el bienestar de los animales (Abate, 2019).

Los lactoreemplazantes de alta calidad normalmente contienen probióticos como *Lactobacillus* spp. en su composición, Agazzi et al. (2014) en su estudio donde prueban un lactoreemplazante normal versus un lactoreemplazante con probiótico en polvo en terneros hasta los 28 días de edad, muestran que el suplemento con el probiótico disminuyó la cantidad de eosinófilos en sangre hasta los 8 días con un 0,05% a comparación del grupo control (0,22%), por tanto, se indica una baja incidencia de enfermedades parasitarias en los animales. Por otra parte, según Kayasaki et al. (2021) los lactoreemplazantes con probióticos de alta concentración ayudan al control de diarreas en neonatos a comparación de sustitutos lecheros convencionales.

Para disminuir los costos en la alimentación de las terneras, varias ganaderías en Ecuador han optado por reemplazar o complementar la dieta tradicional en base de leche entera por suero de leche, el cual es un subproducto de la industria quesera que contiene alto contenido de energía, lactosa y minerales los cuales dentro del sistema digestivo de la ternera se sintetizan fácil y rápidamente (Abate, 2019).

En base a lo mencionado, el presente estudio evaluará el efecto del lactoreemplazante comercial Fokkamel Extra diluido en agua y en suero respecto a una dieta en base a leche entera en terneros a partir de los 3 días de nacidos, desde cuando los terneros hayan calostrado hasta el momento del destete, con la finalidad de analizar la variante respecto a costos de producción, respuesta productiva y hematológica de los terneros.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto del lactoreemplazante Fokkamel Extra diluido en agua y en suero de leche sobre el desempeño zootécnico y sanitario de terneros pre rumiantes.

Objetivos específicos

- Valorar el efecto del lactoreemplazante Fokkamel Extra diluido en agua y en suero de leche sobre los parámetros zootécnicos frente a terneros pre rumiantes.
- Determinar el perfil hematológico de terneros suplementados con lactoreemplazante Fokkamel Extra diluido en agua y suero de leche.
- Determinar el tratamiento más económico.

Hipótesis

H0: Los terneros suplementados con lactoreemplazante Fokkamel Extra tienen la misma cantidad de leucocitos que los terneros suplementados con leche entera.

H1: Los terneros suplementados con lactoreemplazante Fokkamel Extra tienen mayor cantidad de leucocitos que los terneros suplementados con leche entera.

H0: Los terneros suplementados con lactoreemplazante Fokkamel Extra tienden a consumir la misma cantidad de alimento balanceado que los terneros suplementados con leche entera.

H1: Los terneros suplementados con lactoreemplazante Fokkamel Extra tienden a consumir mayor cantidad de alimento balanceado que los terneros suplementados con leche entera.

Capítulo II

Marco referencial

Ganadería de leche en Ecuador

La ganadería de leche en el Ecuador se ha desarrollado de mejor manera en el callejón interandino, especialmente en provincias como Pichincha, Cotopaxi, Azuay y Carchi, en donde sus condiciones climáticas y topográficas, han favorecido la adaptación de los animales (Salazar & Cochet, 2016).

El sector lácteo se ha ido desarrollando a lo largo de los años debido a su importancia en la alimentación humana, por las diferentes vitaminas (A, B12, D) y minerales que posee, y en la actividad económica del país, ya que aproximadamente 1,3 millones de ecuatorianos trabajan en el área de producción de lácteos y derivados (MAG, 2020).

De acuerdo con la Encuesta de Superficie y producción Agropecuaria Continua, Ecuador en el año 2019 presentó una producción diaria de leche de 6,65 millones de litros, en donde se destaca que la provincia de Pichincha representa el 16,33% del total; el 74,91% es destinado para la venta en líquido, mientras que el 10,53% es destinado en la alimentación de las terneras (INEC, 2020).

Manejo y crianza de terneros

Las terneras representan el futuro del hato ganadero en explotaciones lecheras y doble propósito, es por ello que esta etapa es la más determinante y costosa de todo su ciclo productivo (Santos, 2013).

La crianza de terneras está definida como la actividad comprendida desde el momento del nacimiento hasta el momento del destete (Martínez et al., 2019). El productor durante toda

esta etapa debe proporcionar una dieta tanto líquida (leche, suero de leche, lactoreemplazantes, agua) como seca (balanceado y forraje) que satisfaga con los requerimientos del animal.

En la sierra ecuatoriana los pequeños y medianos productores no cuentan con un correcto protocolo de manejo y alimentación en el período pre destete, pues se maneja un sistema extensivo, en donde cada ternero es alimentado con un promedio de 4 a 6 litros/día por un periodo de hasta 6 meses, bajo condiciones que no garantizan la sanidad el correcto desarrollo y sanidad de los terneros (García et al., 2017).

Alimentación

La alimentación es un factor vital para satisfacer las necesidades nutricionales y el óptimo desarrollo de los terneros, la dieta debe estar orientada a la correcta evolución del sistema digestivo, durante toda la fase pre-rumiante (0 - 10 semanas) (Palczynski et al., 2020a).

Arcos (2016), menciona que en la fase pre-rumiante, al ternero se le debe suministrar a partir del tercer día, entre 2 y 3 litros de leche cada 12 horas, a una temperatura entre 37 a 38 °C para así evitar la presencia de diarreas; a su vez se recomienda maximizar el consumo de alimentos sólidos, para así estimular el temprano desarrollo del rumen (Herdt, 2014).

En lo que respecta a la nutrición en la Tabla 1 se indican los valores nutricionales recomendados para un alimento líquido para terneros lactantes.

Tabla 1

Valores nutricionales recomendados en etapa inicial de terneras

Nutriente	Nivel
Proteína (%)	20 – 22
Energía (Mcal/kg)	1,75
NDT (%)	78 – 80
Calcio (%)	0,80
Fósforo (%)	0,60

Nota. Adaptado de Manual de manejo y alimentación de vacunos—Parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos, (p.10), por Almeyda, 2013, Sitio Argentino de Producción Animal.

- Calostro

El calostro debe ser el primer alimento que ingiera el ternero, el productor debe garantizar su suministro durante las primeras 24 horas posteriores al nacimiento, pues este será la principal fuente de vitaminas del animal, además le brindará anticuerpos, que le permitirán constituir su primera línea de defensa ante agentes patógenos (Páez, 2015).

Para una correcta asimilación del calostro por parte del ternero, se recomienda seguir “Las tres C”: Cantidad, Calidad y Celeridad (Palczynski et al., 2020b; Patel et al., 2014). El animal deberá consumir el calostro a un volumen aproximado al 10% de su peso vivo (Godden, 2008; Palczynski et al., 2020a).

- Proteína y energía

Las primeras semanas la ternera no cuenta con suficientes enzimas en su sistema digestivo, por lo que no procesa proteínas vegetales adecuadamente, es por ello que se recomienda que su alimentación sea a base de leche o lactoreemplazadores (Penn State Extension, 2016).

Tabla 2

Necesidades de Energía Metabólica (EM) y Proteína Digestible Aparente (PDA) de terneras jóvenes alimentadas con diferentes dietas

Peso ternero (Kg)	Ganancia peso (Kg/día)	Consumo de MS (Kg/día)	EM (Mcal/día)	PDA (Kg/día)
Solo leche o reemplazante lácteo				
24,9	0,41	0,41	2	0,11
39,9	0,41	0,54	2,6	0,12
49,9	0,41	0,64	3	0,12
Leche / reemplazante lácteo y pienso sólido				
39,9	0,59	0,82	3,4	0,13
49,9	0,59	0,95	3,9	0,13
59,8	0,59	1,04	4,3	0,14
Solo pienso sólido				
59,8	0,68	1,72	5,3	0,24
79,8	0,68	2	6,2	0,25
99,8	0,68	2,4	7	0,26

Nota. Recuperado de Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero: Resumen de las normas del NRC 2001, (p.24), por Linn, 2001, XVII Curso de Especialización.

- Vitaminas

La primera fuente de vitaminas que adquiere el ternero se da mediante el calostro, posterior a esto, las irá asimilando mediante la dieta, la cual debe garantizar la presencia de un adecuado porcentaje de vitaminas A, D, E, K y vitaminas del complejo B, la carencia de alguna de estas, refleja problemas productivos, digestivos, o de coagulación sanguínea (Hortigüela et al., 2017).

- Minerales

La presencia de minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, hierro, sodio, entre otras, en la dieta de terneros ayuda a controlar las correctas funciones del organismo, como calcificación de huesos, función de osmoregulación, respiración tisular, activación de enzimas (Hortigüela et al., 2017).

Sistemas de alimentación

Sistema convencional. Tradicionalmente en las ganaderías el manejo de terneros radica en una alimentación convencional que consiste en proporcionar a los animales el 10% de leche según su peso vivo o lo que es 4 L diarios de leche entera o algún suplemento líquido, dicha alimentación estimula la ingesta de iniciador y por tanto promueve el desarrollo del rumen logrando un destete adecuado sin reducción de rendimiento (de Paula et al., 2017). Este suministro de leche se entiende como restringido y principalmente busca el desarrollo del estómago considerando la maduración del rumen, pero no toma en cuenta el crecimiento corporal y maduración de otros órganos viscerales (Hammon et al., 2020), en este tipo de alimentación se emplea leche conjuntamente con balanceado y forraje para fomentar un mayor consumo de alimento sólido desde una edad temprana, pero se limita el crecimiento logrando alcanzar tan solo 20 a 30% del crecimiento biológico normal (Pared et al., 2020).

Sistema intensivo. Por otro lado existe la alimentación intensiva que es una práctica que se ha ido adquiriendo de a poco, en la misma se maneja valores de 6L diarios o bien el 20% del peso corporal del animal (Hammon et al., 2020), en este sistema se generan mayores ganancias de peso diarias y se tiene una mayor ingesta de nutrientes provenientes de una alimentación tanto líquida como seca (balanceado y forraje), por tanto se tiene una mejor eficiencia alimenticia, en este caso la leche entera o el suplemento administrado deben contener mayores contenidos de proteína y grasa para modular la ganancia de peso (de Paula et al., 2017). En este programa de alimentación se evita el hambre del animal por lo que se suministra balanceado, forraje y agua a voluntad, esto genera un fuerte impacto en la salud y rendimiento a largo plazo del ganado, esto debido a que con el aumento de alimento líquido se tiende a estimular el crecimiento del animal, así como el desarrollo completo de órganos (Hammon et al., 2020).

Parámetros zootécnicos en terneras

Dentro de una ganadería para medir el desarrollo de los animales se consideran diferentes indicadores denominados como parámetros zootécnicos, estos son ganancia de peso, condición corporal, consumo de alimento, entre otros, los valores óptimos de dichas variables se presentan a continuación en la Tabla 3.

Las medidas corporales (Tabla 3), también se consideran dentro de este grupo, pues las mismas se relacionan con el adecuado desarrollo del ternero, estas medidas se encuentran ligadas a factores genéticos tales como raza y sexo, y a factores ambientales como parto, gestación, cuidado y nutrición (Unal et al., 2019).

Tabla 3

Parámetros zootécnicos en bovinos

Edad (meses)	Peso (Kg)	Altura a la cruz (cm)	Incremento de peso (Kg/día)	Condición corporal (cc)
Nacimiento	42	72,5	-	-
2	73	85,0	0,5 – 0,7	2,25
6	177	105,0	0,770	2,25
12	318	120,0	0,780	2,75
15	370	125,0	0,780	3,00
24	514	135,0	0,600	3,50

Nota. Recuperado de Manual de manejo y alimentación de vacunos—Parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos, (p.3), por Almeyda, 2013, Sitio Argentino de Producción Animal.

El consumo de alimento también es un parámetro importante a considerar dentro de un hato ganadero, un animal que consume más alimento sólido antes del destete puede mantener su peso corporal después del mismo (Benetton et al., 2019), además para propender el mayor consumo de alimento es necesario proporcionar una adecuada dieta líquida al animal (Jensen et al., 2020).

Adaptabilidad fisiológica del ternero

El ternero al nacer y durante sus primeros meses de vida se enfrenta a una serie de cambios, pues pasa de un medio intrauterino totalmente protegido hacia un medio desafiante, en este punto debe cumplir con una adaptación fisiológica considerando tres puntos importantes que son la vida extrauterina, etapa pre rumiante y el destete (Ignătescu & Goanță, 2018), por tal motivo la base nutrimental es importante para sobrellevar dichos cambios y obtener animales de rápido crecimiento y alta productividad (Gümüş, 2018).

Estructuralmente hablando, en el ámbito digestivo el animal se encuentra conformado por rumen, retículo, omaso y abomaso, pero funcionalmente es un animal incompleto cuyo único compartimento activo es el abomaso que asimila los nutrientes a partir del calostro y la leche o sustituto de leche (Ignătescu & Goanță, 2018), por tanto a partir del nacimiento y hasta las 2 semanas de vida el ternero es considerado monogástrico por su incipiente desarrollo de los 4 estómagos y la incapacidad de asimilar nutrientes (Arcos, 2016).

Vida extrauterina

Inmediatamente después del nacimiento, el ternero sufre una exigente adaptación, pues el animal adquiere una dependencia inmediata del entorno extrauterino con respecto al medio ambiente (termorregulación, equilibrio ácido básico, funciones cardiorespiratorias) así como a la ingesta de alimentos (nutrición), además que debe sobrellevar el desarrollo del sistema inmunológico (Ignătescu & Goanță, 2018).

Etapa Pre-rumiante

En los terneros hasta antes del destete, su desarrollo digestivo se presenta como un sistema organizado que a medida que va adquiriendo microbiota vaginal de la vaca, del calostro y procedente del contacto con otros terneros genera una colonización de microorganismos que

conllevar a un impacto en el metabolismo y desarrollo inmunológico (Meale et al., 2017) permitiendo que el animal fisiológicamente pase de pseudo-monogástrico a rumiante funcional (Diao et al., 2019).

Dentro de este desarrollo se consideran tres fases, iniciando por la fase propiamente dicha como pre-rumiante, seguido de la fase de transición y fase rumiante.

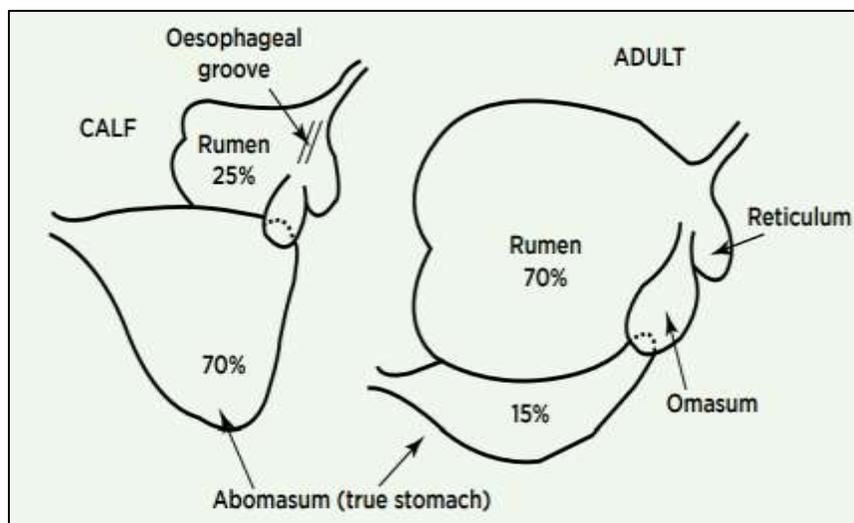
- Fase pre-rumiante

En esta primera fase el ternero posee los mismos cuatro estómagos que un adulto sin embargo el rumen es significativamente más pequeño, tal y como se muestra en la Figura 1, mientras el abomaso ocupa aproximadamente el 70% del tracto digestivo (Teagasc, 2017).

Debido a la calidad de monogástrico del animal, se debe tomar en cuenta el reflejo esofágico, pues un fallo en el cierre del surco puede conducir la leche hacia el estómago (rumen y retículo) y generar la producción de gases debido a exceso de fermentación microbiana, lo cual es una condición mortal para los terneros; este surco esofágico permite desviar la leche del esófago hacia el abomaso para la adecuada digestión y absorción, evitando así que la leche ingrese al estómago; dentro de ello el comportamiento de succión, la temperatura de la leche, la posición de la cabeza del ternero al comer y la ausencia de estrés son factores que desencadenan dicho reflejo (Ellingsen et al., 2020; Kaba et al., 2018).

Figura 1

Desarrollo de los estómagos de un ternero frente a un animal adulto



Nota. Adaptado de Calf Rearing Manual, (p. 61), por Teagasc, 2017, Agriculture and food development authority.

En este punto el ternero tiene un sistema digestivo con un metabolismo inmaduro por lo que dependerá totalmente de la alimentación en base a leche o lactoreemplazantes, los cuales son fácilmente digestibles gracias a su contenido de carbohidratos, proteínas y enzimas (Teagasc, 2017).

- Fase de transición

Esta fase ocurre entre las 4 a 8 primeras semanas de edad, que es cuando el rumen comienza actuar más activamente en la digestión del balanceado.

Cuando el ternero consume agua y concentrado se inicia la fermentación bacteriana en el rumen, lo cual genera grandes cantidades de ácidos grasos volátiles (AGV) en las formas de

acetato, butirato y propionato; esta producción de ácidos grasos volátiles es responsable de un pronto desarrollo del rumen (Teagasc, 2017).

El tiempo que tarda el ternero en alcanzar la fase rumiante depende mucho del tipo de balanceado que se le suministra y de la alimentación en general. Si el ternero es alimentado únicamente con leche el desarrollo ruminal será más lento, por lo que es necesario acostumbrar al animal a consumir balanceado de buena calidad, agua y forraje a partir del tercer día de nacido.

- Fase rumiante

La fase rumiante comenzará aproximadamente entre la sexta a la octava semana, en la digestión ruminal los microorganismos transforman los carbohidratos, proteínas y todas las sustancias fermentables en ácidos grasos volátiles (Diao et al., 2019; Teagasc, 2017).

En este punto la alimentación seca debe ser la única fuente de alimento, ya que el rumen a alcanzado aproximadamente el 70% de todo el estómago; por lo general un ternero tendrá completo su desarrollo de rumen a las 12 semanas de edad y su capacidad para comer y digerir alimentos será más o menos similar a la de un animal adulto (Diao et al., 2019; Teagasc, 2017).

Destete

El destete es la etapa en que el ternero pasa a consumir alimentos netamente sólidos, durante esta etapa el animal sufre cambios que conllevan al estrés donde se genera susceptibilidad ante enfermedades y disminución de peso corporal (Mattioli et al., 2020).

El destete depende de varios factores, entre los más importantes se considera el consumo de alimento seco, la edad y el peso del animal (Benetton et al., 2019).

Según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (2006), los terneros cuyo consumo de alimento durante un periodo prolongado de tres días es de 0,7 kg de pienso seco o superior, se encuentran aptos para el destete.

Por otro lado, según una encuesta realizada a rebaños lecheros en República Checa, la edad de los terneros aptos para destete es de 2 a 3 meses después del nacimiento Staněk et al., (2014), esto es corroborado en el estudio realizado por de Souza et al. (2021), donde menciona que un destete tradicional es entre 60 a 90 días, más esto puede variar, es decir se pueden dar destetes de 90 a 120 días o en su defecto un destete precoz de 45 a 60 días, considerando que ello también depende de la condición corporal del animal y del peso del mismo, según Durrieu & Camps (2002) los terneros deben tener un peso de 70 kg o superior para poder ser destetados.

Valores hematológicos en terneros

El estudio de la sangre en los animales es un punto importante pues a través de la misma es posible la recopilación de una serie de información ligada a la fisiología o patología del animal, esto debido a que la sangre cumple funciones de transporte tanto de nutrientes como de oxígeno hacia los órganos, tejidos y células del cuerpo (Faye & Bengoumi, 2018), de esta manera es posible manifestar enfermedades y el estado de salud del animal debido a alteraciones en los elementos sanguíneos (Mayo Clinic, 2020).

En los terneros pre-rumiantes, el manejo, la alimentación y el sistema de crianza, incide notablemente en las variables hematológicas; las cuales indican posibles desórdenes de salud o deficiencias nutricionales (Delgado et al., 2014; Palacios & Narváez, 2018), mas los intervalos de referencia hematológicos (RI) son datos escasos en terneros, pues son valores que se encuentran ligados a diferencias fisiológicas (Kim et al., 2021).

Con la ayuda de una muestra de sangre es posible determinar variables tales como proteínas totales, hemoglobina (Hb), hematocrito (HCT), recuento de glóbulos rojos o eritrocitos (RBC), recuento de glóbulos blancos o leucocitos (WBC), volumen corpuscular medio (MCV) y hemoglobina corpuscular media (MCH) (Casco, 2020; Panousis et al., 2018).

El test de proteínas totales (g/100 ml), mide dos clases de proteínas en una porción de sangre, las cuales son albúmina y globulina, ambas en conjunto ayudan a prevenir la fuga de líquidos de los vasos sanguíneos y participan activamente en el sistema inmune del animal (University of California San Francisco, 2019).

La ingesta de calostro por parte del ternero durante las primeras horas de vida, le otorgarán la inmunidad pasiva, la cual ayudará al animal a desarrollarse eficazmente, está inmunidad pasiva es posible medirla a través de un refractómetro, pudiendo categorizar las medidas desde excelente hasta mala (Tabla 4).

Tabla 4

Estándares de inmunidad pasiva

Categoría	Total de proteínas (gr/100ml)
Excelente	≥ 6,2
Buena	5,8 – 6,1
Regular	5,1 – 5,7
Mala	< 5,1

Nota. Adaptado de Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States, (p. 7618), por Lombard et al., 2020, Journal of Dairy Science.

El hematocrito (HCT) por otra parte expresa la relación entre la cantidad de sangre compuesta por glóbulos rojos y plasma (Faye & Bengoumi, 2018). Con esta prueba se puede determinar la presencia de enfermedades como anemia, cuadros de deshidratación, y demás patologías sanguíneas (MedlinePlus, 2020).

Hay poca información sobre los valores ideales en terneros, debido a la variación de raza, edad, sistema de crianza, alimentación, etc., a la que se encuentran expuestos (Palacios & Narváez, 2018), teniendo valores de referencia ya establecidos en ganado adulto, que, si bien dan una idea del normal % de HCT, no se determina como valores reales en terneros menores a 6 meses (Ježek et al., 2011).

Palacios & Narváez (2018) mencionan que en terneras Holstein Friesian mestizas en la zona de Azuay - Ecuador, se obtuvo una media de 25.17% HCT.

En cuanto a la hemoglobina se considera como una proteína de los glóbulos rojos que se encuentra ligada al hematocrito, por tanto, es útil para detectar diferentes formas de anemia, los resultados de la misma se expresan en g/100ml (Faye & Bengoumi, 2018).

En los terneros durante el primer mes de vida la hemoglobina se encuentra en baja concentración y a medida que el animal va creciendo hasta los 3 meses de edad dicho valor comienza a aumentar (Roland et al., 2014).

El hemograma es una prueba de análisis que permite la detección y control de patologías o anomalías anatómicas y fisiológicas (Arauz et al., 2020). En esta prueba es posible visualizar glóbulos rojos, plaquetas y las diferentes subpoblaciones de glóbulos blancos tales como neutrófilos, basófilos, eosinófilos, linfocitos y monocitos, el conteo de dichas células permite determinar ciertas enfermedades (Roland et al., 2014).

Los eritrocitos o glóbulos rojos son células sanguíneas que le otorgan el color rojo característico de la sangre y conforman la mayoría de los elementos de la misma, la función principal de los mismos es el transporte de oxígeno conjuntamente con la hemoglobina; en el ganado estas células poseen un diámetro promedio de 5 – 6 μm y un promedio de vida entre 130 a 160 días (Roland et al., 2014).

Cuando se realiza el conteo de eritrocitos se pretende determinar enfermedades en el animal, siempre y cuando dicho conteo se encuentra ligado a resultados de hematocrito y concentración de hemoglobina, es decir si se diera el caso de un aumento de RBC se considera la presencia de policitemia o poliglobulia en cuanto que si se obtiene una disminución de RBC comparados con los valores RI se pretende el diagnóstico de anemia, en términos generales el recuento de eritrocitos se muestra en número de glóbulos rojos por mm^3 (Arauz et al., 2020; Faye & Bengoumi, 2018).

Conjuntamente con los índices de eritrocitos se incluyen las variables MCV y MCH; la última en terneros va en estado ascendente siendo menor durante el primer mes y aumentando durante los tres primeros meses de vida del ternero, en cuanto al conteo de eritrocitos y MCV, los terneros poseen valores que pueden ser más bajos que en adultos (Roland et al., 2014).

Por otra parte los leucocitos o glóbulos blancos son células verdaderas con la función de otorgar defensa inmunitaria a cada una de las especies animales; en los terneros las subpoblaciones de glóbulos blancos varían, cuando se trata de recién nacidos la presencia de granulocitos que son los neutrófilos, basófilos y eosinófilos es mayor que la presencia de agranulocitos que hace referencia a los linfocitos, por otra parte como en el caso de los eritrocitos los terneros al nacer presentan un valor menor de glóbulos blancos que a medida que el animal va creciendo y desarrollándose va aumentando (Roland et al., 2014).

Según Kim et al. (2021) los valores hematológicos varían entre vacas y terneros, por tanto, en la Tabla 5 se puede observar dichos valores con sus respectivas unidades de medida.

Tabla 5

Valores hematológicos referenciales en terneros y vacas

Parámetro	Unidad	Vacas	Terneros
RBC	10 ⁶ / μ l	6,5 – 10,3	6,8 – 14,6
HCT	%	28,1 – 46,1	20,4 – 39,7
HGB	g/dL	9,1 – 15,3	6,5 – 13,5
MCV	fL	34,9 – 54,3	25,9 – 35,7
MCHC	g/dL	26,5 – 40,2	25,7 – 39,2
WBC	10 ³ / μ l	5,2 – 12,4	4,6 – 16,4

Nota. Adaptado de Hematological Changes and Reference Intervals in Hanwoo Calves during the First 28 Weeks of Life, (p. 4), por Kim et al., 2021, Animals Journal.

Lactoreemplazantes

Un lactoreemplazante se define como un producto semejante y capaz de sustituir a la leche cruda durante la lactancia de terneras, en este tipo de productos generalmente se cuenta con una fuente de proteína entre el 20 al 22% y 20% de grasa en seco, dicha formulación ayuda a proporcionar suficiente energía y proteína para el crecimiento y desarrollo del animal, en el mercado existen una serie de sustitutos lácteos los cuales cumplen con dichas propiedades y adicionalmente poseen otras vitaminas y minerales para adecuarse a las etapas iniciales de los terneros (Erickson & Kalscheur, 2020).

El método de preparación es diluir el lactoreemplazante en agua a 38° - 39° de temperatura, sin embargo, la dosis dependerá de la casa comercial y de la composición química del producto.

Ventajas de los lactoreemplazantes

Hay múltiples ventajas en relación al uso de lactoreemplazantes en la industria animal, en CONtexto ganadero (2017) se menciona que los ganaderos utilizan este tipo de productos porque evita que los terneros contraigan enfermedades como rinotraqueitis, tuberculosis y

brucelosis por el contacto de una madre infectada, además que al sustituir la leche, esta va a ser destinada al 100% para su comercialización, generando así rubros adicionales en la ganadería, y finalmente, el precio de los lactoreemplazantes es menor al precio de la leche.

Por otro lado, también se menciona que la composición de la leche de vaca varía de acuerdo a algunos factores, como lo es el tipo de alimentación, periodo de lactancia, época del año, etc., mientras que los lactoreemplazadores poseen una fórmula estable (Mustang, 2017).

Fokkamel Extra

Fokkamel Extra es un sustituto alimenticio comercial altamente palatable y de fácil consumo para terneras durante sus primeros meses de vida, el producto pertenece a la empresa IMVAB y su composición es 21,5% de proteína micronizada, 17% de grasa, 4% de humedad, 0,5% de fibra cruda, 9% de cenizas, 46,5% de carbohidratos y 10% de minerales; adicionalmente cuenta con multivitaminas y electrolitos que ayudan al desarrollo ruminal del animal (imvab, 2020).

Emplea la tecnología Emulzism, lo cual lo vuelve un producto emulsificante que en el tracto gastrointestinal adquiere un pasaje lento y se vuelve altamente asimilable sobre todo de grasas de cadena larga debido a la formación de micelas, el producto en general posee excelente solubilidad, estabilidad, aroma y sabor (imvab, 2020).

La peculiaridad de este producto referido a composición radica en la presencia de probióticos, que se definen como microorganismos vivos que según la dosis de administración correcta genera efectos beneficiosos para la salud (Renaud et al., 2019), en lo que respecta a terneros mejoran el equilibrio microbiano en el intestino debido a su modo de acción por exclusión competitiva frente a bacterias dañinas (Sahu et al., 2019), en este producto los probióticos utilizados son *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* y *Enterococcus faecium*.

Según Núñez et al. (2017) el *B. subtilis* genera un aporte enzimático digestivo y desdobla mínimamente el sustrato donde se encuentra situado, lo cual permite conservar el producto original y la supervivencia del probiótico por más tiempo, pero a pesar de ello esta bacteria permanece intacta cuando hay poca liberación nutricional; en cuanto a *Enterococcus faecium*, según Renaud et al. (2019) al ser utilizado conjuntamente con otros probióticos a manera de bolo benefició a los terneros ya que redujo la permanencia de diarreas en el animal.

Suero de leche

El suero de leche o lactosuero se define como un subproducto de la industria láctea, es clasificado como un alimento funcional debido a su estructura única cuyos componentes son solubles en agua, lípidos polares y membranas de glóbulos de grasa de la leche, presenta baja estabilidad frente a procesos de oxidación lo cual lo vuelve apto para la aplicación en nutrición animal (Ali, 2018).

Según Wilms et al. (2020) este subproducto que principalmente proviene de la producción de queso es económicamente beneficioso para ser mezclado con los sustitutos de leche, además dicha mezcla proporciona niveles más altos de lactosa en el lactoreemplazante (42 a 50% de MS) a comparación de la leche entera que posee un valor inferior de lactosa de 35% de MS.

Tipos de lactosuero y su composición

El suero de leche se puede clasificar considerando el método de elaboración del queso tomando en cuenta principalmente la eliminación de la caseína durante el proceso, el mismo puede ser suero dulce o ácido (Huertas, 2009).

- Suero dulce

Este subproducto se obtiene después de la acción enzimática denominada cuajo de la leche donde se produce la coagulación por la renina llegando a un pH de alrededor de 5,6, este suero posee mayor concentración de lactosa (Çelik & Alapítvány, 2020; Poveda E, 2013).

- Suero ácido

Este subproducto resulta del proceso de acidificación de la leche al adicionar ácidos orgánicos o minerales que permiten coagular la caseína logrando reducir el pH entre 5,1 a 4,5, este suero posee mayor concentración de proteínas (Carrasco & Guerra, 2010; Poveda, 2013).

En términos generales el lactosuero corresponde del 85% al 95% del volumen de leche, el mismo se encuentra compuesto por 6% de materia seca y una serie de proteínas como son β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, glicomacropéptido, lactoferrina, albúmina de suero bovino e inmunoglobulinas, además de componentes lácteos, grasas, minerales y vitaminas en diferentes niveles (Çelik & Alapítvány, 2020); en la Tabla 6 se observa la composición del suero tanto dulce como ácido.

Tabla 6

Composición del suero dulce y del suero ácido

Componente	Suero Dulce	Suero Ácido
Sólidos totales	63,0 – 70,0	63,0 – 70,0
Lactosa	46,0 – 52,0	44,0 – 46,0
Proteína	6,0 – 10,0	6,0 – 8,0
Calcio	0,4 – 0,6	1,2 – 1,6
Fosfato	1,0 – 3,0	2,0 – 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruro	1,1	1,1

Nota. Adaptado de Whey Every Aspect, (p. 23), por Çelik & Alapítvány, 2020, Sonçag Matbaacilik LTD

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del área de investigación

El estudio se llevó a cabo en el área de ganadería de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, hacienda “El Prado” (Figura 1), ubicada en el sector San Fernando, parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. Geográficamente se ubica a $78^{\circ}24'44''$ E, $0^{\circ}23'20''$ S y 2 748 m.s.n.m de altitud, con piso altitudinal montano bajo, región altitudinal templada zona de vida: bosque húmedo montano bajo, clasificación bioclimática: húmedo temperado y piso zoogeográfico: temperado – alto andino, la temperatura media anual es $13,96^{\circ}\text{C}$, y la precipitación anual de 1332 mm (Arce & Pozo, 2015).

Figura 2

Visión satelital del área de estudio



Nota. La figura representa la ubicación del experimento. (Google Maps, 2020)

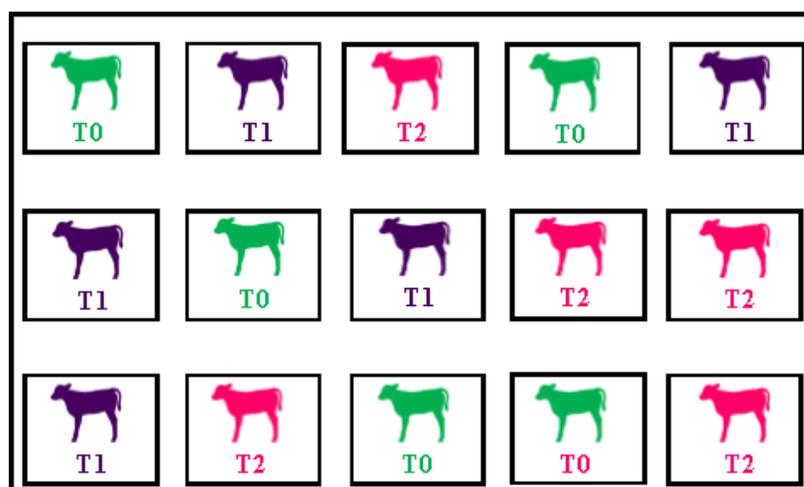
Establecimiento del proyecto

La investigación se llevó a cabo a partir del mes de mayo hasta el mes de septiembre del 2021; se evaluó la respuesta de 15 terneros entre machos y hembras del cruce de razas Holstein Friesian x Montbeliarde nacidos a partir del mes de mayo hasta el mes de julio del 2021 respecto a diferentes dietas alimenticias bajo un sistema intensivo de alimentación (70 días).

Se establecieron tres tratamientos (T1: alimentación en base a lactoreemplazante Fokkamel Extra al 13,5% diluido en agua; T2: alimentación en base a lactoreemplazante Fokkamel Extra al 11% diluido en suero de leche y T0: alimentación a base de leche entera), cada tratamiento contó con cinco repeticiones. La disposición del experimento en el campo se indica en la Figura 3.

Figura 3

Disposición del experimento en el campo



Nota. T0: alimentación en base de leche entera; T1: alimentación en base al lactoreemplazante Fokkamel Extra al 13,5% diluido en agua; T2: alimentación en base al lactoreemplazante Fokkamel Extra al 11% diluido en suero de leche.

Manejo, limpieza y desinfección

Se realizó una limpieza general de toda el área de terneras tanto cunas como corrales, una semana antes del nacimiento del primer ternero. Se lavaron pisos y paredes con agua y detergente en polvo, además, con ayuda de una bomba de fumigar se aplicó yodo al 12% según a razón de 4 ml por litro de agua, finalmente se lavaron y desinfectaron biberones, chupones y baldes de alimentación.

El manejo de los animales estuvo en función del protocolo de crianza establecido por el Taller de Ganadería de la Hcda. El Prado - IASA I, que consiste en suministrar 2 litros de leche o lactoreemplazante 2 veces al día por la mañana a las 5:30 am y por la tarde a las 14:30 pm.

Diariamente se limpiaron las cunas reemplazando el tamo, además se lavaron biberones, comederos y bebederos cada dos días; por otro lado, semanalmente se realizó una limpieza a fondo de corrales y cunas.

Se realizó un control de salud de los terneros mediante la toma de temperatura y frecuencia cardiaca cuando el ternero presentaba decaimiento, diarreas o baja ingesta de alimento.

Al final del ensayo, es decir a los 70 días, los animales quedaron a disposición del Taller de Ganadería para continuar su crianza, o venta en el caso de los machos.

Pre parto y parto

Las vacas madre fueron trasladadas al área de pre parto quince días antes de la fecha prevista de parto para monitorear el estado general del animal; durante su estadía allí se les alimentó con la dieta adecuada para pre parto, que consistió en pasto, sal y agua diariamente *ad libitum*.

Se inyectó selenio a través de la vía subcutánea y se administró Vitamina E, según recomendaciones del producto, con la finalidad de evitar partos distócicos y otros problemas tales como retención de placenta e incidencia de mastitis.

Se asistió a la vaca durante el parto para controlar posibles problemas, una vez que el ternero nació, fue trasladado a las cunas donde se realizó el sexaje, pesaje, areteado y desinfección del ombligo con yodo al 7%, el procedimiento se realizó con la debida asepsia para evitar infecciones futuras, al tercer día de vida se extrajo una muestra de sangre para posteriores análisis.

Se realizó una evaluación respecto a la calidad del calostro de cada vientre con ayuda de un calostrómetro en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Hcda. El Prado.

Figura 4

Medición de calidad de calostro



Nota. La figura muestra el protocolo para medición de la calidad de calostro.

El calostro fue suministrado mediante un biberón o sonda gastrointestinal a un volumen de 2 Lt al momento de traslado a corral y 12 horas después, el segundo y tercer día el calostro fue suministrado por medio de biberones en dos momentos del día: 4:30 am y 14:00 pm.

Alimentación

Los terneros recién nacidos experimentaron un cambio de calostro a lactoreemplazante gradual durante 3 días, tal como consta en la Tabla 7; a partir de ello, los animales siguieron un periodo de transición según su respectivo tratamiento (Tabla 7), la alimentación se proporcionó a una frecuencia de dos veces al día, por la mañana a las 5:30 am y por la tarde a las 14:00 pm, la dieta líquida estuvo a una temperatura entre 37° a 38°C, de igual manera se suministró agua tibia (16°C Aprox.) y concentrado con 20% de PC *ad libitum* a partir de la segunda semana desde las 7:00 am, revisando la disponibilidad del alimento para consumo cada 4 horas

A partir del décimo día de nacidos, se proporcionó forraje verde pre secado en base a rye grass, kikuyo y trébol, conjuntamente con el balanceado.

Tabla 7

Proceso de transición para terneros de los tratamientos T0, T1 y T2

Días	Leche entera	Lactoreemplazante en agua	Lactoreemplazante en suero
	T0	T1	T2
1 – 3	Calostro	Calostro	Calostro
4	100% L	100% L	100% L
5	100% L	75% L + 25% LR	100% L
6	100% L	50% L + 50% LR	80% L + 20% LRS
7	100% L	25% L + 75% LR	60% L + 40% LRS
8	100% L	100% LR	40% L + 60% LRS
9	100% L	100% LR	20% L + 80% LRS
10	100% L	100% LR	100% LRS
11 – 70	100% L	100% LR	100% LRS

Nota. L: Leche; LR: Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%; LRS: Lactoreemplazante diluido en suero de leche al 11%.

Para el tratamiento T1 el lactoreemplazante fue preparado según las indicaciones de la casa comercial, es decir, se diluyó 135 gr del polvo lactoreemplazante en 1 litro de agua a una temperatura de entre 45°C a 60°C para eliminar posibles agentes patógenos del agua.

Para el tratamiento T2 se diluyó 110 gr del polvo lactoreemplazante en 1 litro de agua bajo las mismas condiciones de temperatura antes mencionadas en el T1; en este caso, para el empleo del suero se consideró un tratamiento especial, se empleó suero dulce, el mismo que se obtuvo de la Fábrica de Lácteos FEDAC, su recolección se realizó 4 veces a la semana y se lo almacenó en botellas plásticas a una temperatura de 4°C para evitar la proliferación de bacterias acidificantes.

Se empleó un sistema de crianza intensiva de 70 días (10 semanas) para todos los tratamientos, y la suplementación de la dieta líquida fue administrada como se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8

Suministro de litros de dieta líquida por semana de vida

Semana	1 – 2	3 – 4	5 – 6	7 – 8	9 – 10
Litros/ ternero/día	4	5	6	5	4

Nota. Esta tabla muestra la cantidad de litros de leche por día proporcionada a cada uno de los terneros durante los 70 días de evaluación.

Variables evaluadas

Se evaluaron parámetros zootécnicos, perfil hematológico y parámetros sanitarios en cada uno de los animales.

Dentro de los parámetros zootécnicos se evaluó el peso por tratamiento, ganancia de peso, altura a la cruz, perímetro torácico y consumo de alimento.

El peso de los animales se evaluó mediante una balanza marca TRU-TEST, modelo Eziweigh 7i/MP 600 con capacidad de 2000 kg, se midió el peso al nacimiento, posteriormente se midió el peso cada 7 días hasta el día 70.

Figura 5

Medición de peso con balanza digital



Nota. El gráfico muestra el protocolo de pesaje de los animales utilizando la balanza TRU-TEST

Se determinó la ganancia de peso semanal considerando el peso final menos el peso inicial semanal dividido para 7 días.

La altura a la cruz se midió mediante una regla bovinométrica, la medición se realizó desde el suelo hasta el punto más alto de la cruz del animal (Gatius et al., 2013), dicha medida fue tomada semanalmente.

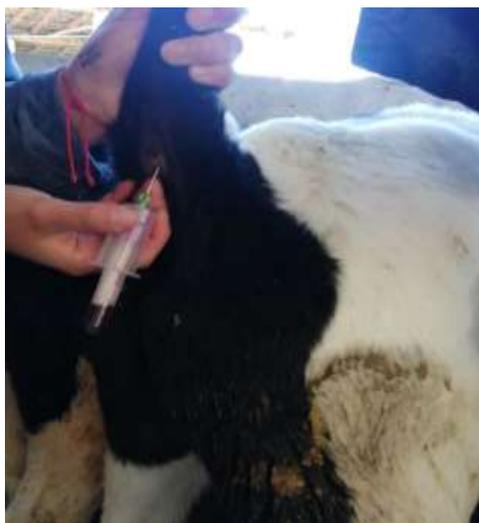
El perímetro torácico fue medido semanalmente con la ayuda de una cinta bovinométrica, con ello se midió por detrás de las patas delanteras marcando la circunferencia del tórax (Zalata, 2009).

El consumo de alimento balanceado fue evaluado hasta los 45 días después del nacimiento, a partir de ello los animales fueron trasladados a corrales colectivos, para la medición de la variable se pesó la cantidad de alimento consumido y se restó de la cantidad de alimento suministrado, la medición se realizó diariamente y se obtuvo valores en gramos.

Con respecto a las variables hematológicas se procedió a tomar muestras de sangre de cada animal a los 3 días (fin de la etapa de calostramiento), 35 días y 70 días en el Laboratorio de Sanidad Animal de la Hcda. El Prado; para lo cual se extrajo aproximadamente 10 ml de sangre de la vena yugular o coccígea y se colocó 5 ml en un tubo con anticoagulante (EDTA) y 5 ml en uno sin anticoagulante, con ello se midió hematocrito, hemograma, conteo de leucocitos y proteínas totales.

Figura 6

Toma de muestra de sangre de la vena coccígea



Nota. El gráfico muestra el protocolo de toma de muestra de sangre de los animales.

Para el hematocrito se colocó la sangre con EDTA en dos capilares, ambas muestras se procesaron en la microcentrífuga modelo TG12M, durante 5 minutos a 10000 r/min, posteriormente se midió el porcentaje del plasma resultante mediante un lector de microhematocrito.

Para el hemograma se realizó un frotis sanguíneo con la sangre con EDTA, dicha muestra fue teñida en su totalidad a través de tinción de Wright dejando reposar por 2 minutos para

propender a la fijación de células, inmediatamente se colocó agua destilada por toda la placa dejándola reposar por 5 minutos más, posteriormente se lavó la placa con más agua destilada y se dejó secar al ambiente, una vez seca la muestra se observó a través del microscopio electrónico estructuras como basófilos, neutrófilos y eosinófilos, acorde a la tinción adquirida.

Figura 7

Frotis sanguíneo y observación de la placa en el microscopio óptico.



Nota. El gráfico muestra el protocolo del hemograma de la sangre de los animales.

El recuento de leucocitos se realizó con la sangre con EDTA mediante la cámara de Neubauer, para ello en un tubo de ensayo se colocó 1 ml con reactivo de Türk y 10 μ l de sangre, logrando una dilución de 1/100, posteriormente se homogeneizó la muestra y se dejó incubar por 5 minutos, luego se colocó la muestra en la cámara de Neubauer dejando incubar por 5 minutos más; por otra parte para el recuento de eritrocitos se utilizó el reactivo de Hayem colocando 1 ml en un tubo de ensayo y 5 μ l de sangre, logrando una dilución 1/200, posteriormente se homogeneizó la muestra y se colocó en la cámara de Neubauer dejándola reposar por 5 minutos. Ambas muestras, tanto para eritrocitos como leucocitos fueron observadas a través del microscopio binocular modelo OLYMPUS / CH20 BIMF 110, además en

ambos casos se obtuvo el número de eritrocitos o leucocitos por milímetro cúbico multiplicando el número de células contadas de los 4 cuadrantes esquineros observados en la cámara por el factor de dilución y por 2,5 que es la corrección de volumen.

Las proteínas totales y albúmina se midieron en g/100 ml, para ello se tomó el tubo con sangre sin anticoagulante y un tubo con agua en iguales cantidades, posteriormente se colocó ambos tubos dentro de una centrífuga marca Topscien / Spinplus - 8 uno frente al otro para mantener la estabilidad, la muestra se procesó por 5 minutos a 10000 r/min, una vez transcurrido ese tiempo se extrajo 30 µl de suero obtenido por centrifugación y se colocó en un refractómetro modelo PCE - 010 previamente calibrado, por último se leyó el valor de proteínas totales y albúmina según la escala.

Adicionalmente, dentro de los parámetros sanitarios, se evaluaron diariamente variables referidas a las bostas de los animales, entre ellas se consideró la presencia o ausencia de diarreas y la incidencia de las mismas.

Análisis estadístico

Las variables ganancia de peso, perímetro torácico, altura a la cruz, consumo de alimento y perfil hematológico se analizaron mediante estadística descriptiva (media y desviación estándar). Para comparar las variables mencionadas entre dietas se realizó un análisis de varianza (ANAVA), dispuesto mediante un Diseño Completamente al Azar con un arreglo bifactorial con 5 repeticiones, mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + D_i + T_j + DT_{ij} + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta

u = media general

D_i = efecto del i -ésimo nivel del factor dieta líquida sobre la variable de respuesta

T_j = efecto del j -ésimo nivel del factor tiempo sobre la variable de respuesta

DT_{ij} = efecto de la interacción de la dieta líquida y el tiempo sobre la variable de respuesta

e_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Para analizar la cantidad de diarreas se dispuso un diseño en DCA simple, mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = u + D_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = cantidad de diarreas

u = media general

D_i = efecto de la i -ésima dieta líquida sobre la variable de respuesta

e_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

Se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey al 5% para dietas, tiempo e interacciones. Todos los análisis se realizaron en el software estadístico INFOSTAT y su interface con el software R.

Análisis económico

Se realizó un análisis de presupuesto parcial, para determinar el tratamiento con mayor tasa de retorno marginal, por lo que se determinaron los costos variables como son leche, suero de leche y lactoreemplazante Fokkamel extra. El beneficio bruto se obtuvo multiplicando el

costo de 1kg de carne de ternero por el peso a los 70 días del mismo. Finalmente se estimó el beneficio neto restando el beneficio bruto de los costos variables (Perrín et al., 1983).

Se realizó un análisis Costo/Beneficio para determinar la rentabilidad de los tratamientos, respecto a los costos variables y los beneficios netos.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Los resultados de la presente investigación se dividieron en cuatro grupos: parámetros zootécnicos, parámetros hematológicos, parámetros sanitarios, y análisis económico.

Parámetros zootécnicos

Peso, altura a la cruz y perímetro torácico

Las variables peso, altura a la cruz y perímetro torácico exponen datos considerando mediciones por ternero a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días después del nacimiento.

No se encontró diferencias significativas respecto a la interacción Tratamiento*Tiempo para las variables de peso ($F_{20,132}=0,173$; $p=1,000$), altura a la cruz ($F_{20,132}=0,087$; $p=1,000$) y perímetro torácico ($F_{20,132}=0,05$; $p>0,9999$).

Respecto al tratamiento tampoco se encontró diferencia significativa para las variables de peso ($F_{2,132}=1,876$; $p=0,157$), altura a la cruz ($F_{2,132}=0,424$; $p=0,655$) y perímetro torácico ($F_{2,132}=0,73$; $p=0,4838$), tal y como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9

Promedio \pm desviación estándar del peso, altura a la cruz y perímetro torácico de los terneros sometidos a tres tratamientos

Tratamientos	Peso (Kg)	Altura a la cruz (cm)	Perímetro torácico (cm)
	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
T0	54,53 \pm 16,50 ^a	85,65 \pm 8,88 ^a	83,04 \pm 6,72 ^a
T1	52,30 \pm 15,07 ^a	85,18 \pm 7,33 ^a	83,48 \pm 7,10 ^a
T2	53,05 \pm 13,76 ^a	85,99 \pm 6,60 ^a	82,60 \pm 5,95 ^a

Nota. Medias en la misma columna con letra similar no son significativamente diferentes (HSD Tukey $p > 0,05$).

De igual manera, al realizar un DCA simple de los valores de peso, altura a la cruz y perímetro torácico a los 70 días, es decir al final del tratamiento, no se encontró diferencia significativa respecto al tratamiento (Tabla 10).

Tabla 10

Promedio \pm desviación estándar del peso, altura a la cruz y perímetro torácico a los 70 días después del nacimiento de terneros sometidos a tres tratamientos

Tratamientos	Peso (Kg)	Altura a la cruz (cm)	Perímetro torácico (cm)
	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
T0	82,70 \pm 8,87 ^a	96,70 \pm 8,57 ^a	96,60 \pm 4,34 ^a
T1	81,40 \pm 6,68 ^a	96,40 \pm 4,04 ^a	94,60 \pm 5,59 ^a
T2	77,70 \pm 4,82 ^a	96,40 \pm 3,21 ^a	99,30 \pm 6,85 ^a

Nota. Medias en la misma columna con letra similar no son significativamente diferentes (HSD Tukey $p > 0,05$).

Los resultados obtenidos coinciden con un estudio realizado por Sharma et al. (2018), en terneros híbridos destetados a los 60 días, donde los terneros alimentados en base a una dieta tradicional (leche), no presentaron diferencias significativas en las variables de peso y altura a la cruz frente a los terneros alimentados en base a un lactoreemplazante comercial.

Igualmente, en un estudio realizado por Aguilar (2011), en terneros Holstein alimentados con suero de leche y una dieta testigo, los animales no presentaron diferencia significativa de peso entre ambos tratamientos.

En relación al tiempo se observaron diferencias significativas en las variables de peso ($F_{10,132}=85,61$; $p<2\times 10^{-16}$), altura a la cruz ($F_{10,132}=30,66$; $p<2\times 10^{-16}$) y perímetro torácico ($F_{10,132}=37,67$; $p<0,0001$).

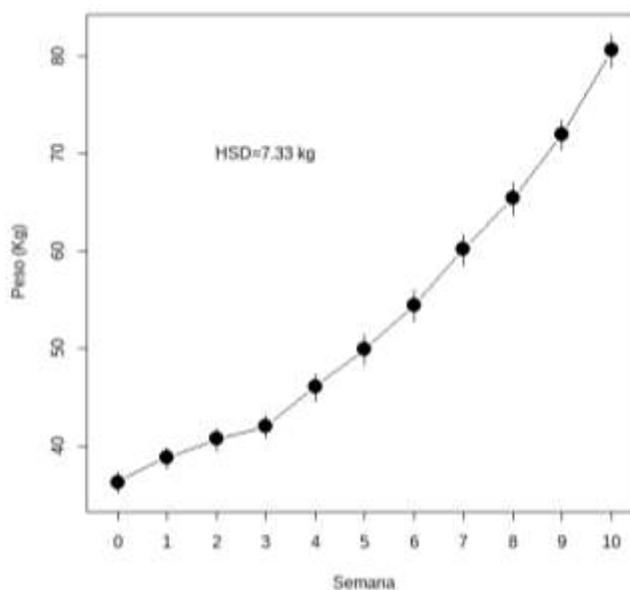
El peso promedio de los terneros al nacimiento fue de $36,27 \pm 4,3$ kg y al destete (70 días) el peso promedio fue de $80,6 \pm 6,83$ kg. En la Figura 8 se puede observar un incremento de

peso progresivo para todos los animales independientemente del tratamiento, con una ligera disminución en la semana 3 ($41,97 \pm 4,59$ kg) lo cual se debería a la presencia de diarreas en los animales causadas por variables externas como clima, adaptabilidad al consumo de hierba fresca y balanceado.

A partir de la semana 4, los animales comienzan a ganar peso de forma ascendente sin ningún tipo de recaída, lo que demuestra que los animales no sufrieron de cuadros diarreicos fuertes u otras patologías.

Figura 8

Peso de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo



Nota. La gráfica representa la tendencia creciente del peso respecto al tiempo de lactancia (HSD Tukey $p > 0,05$).

Estos resultados se asemejan al estudio realizado por Reascos & Salazar (2021), en la hacienda El Prado, con terneros del cruce Montbeliarde x Holstein Friesian, alimentados con suero de leche y proteína hidrolizada de pescado, quienes reportaron que en la tercera semana

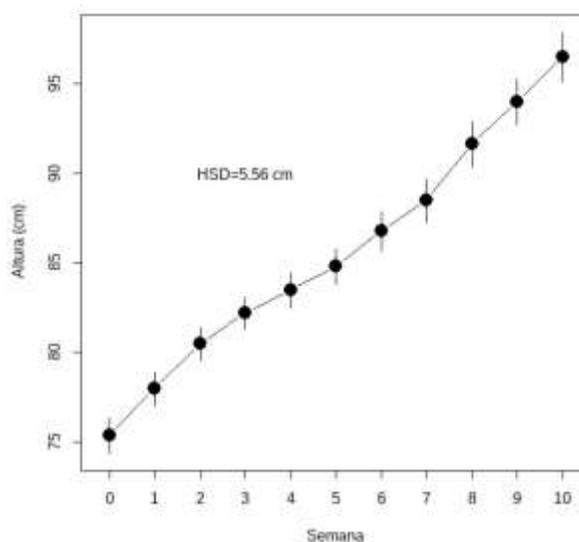
los animales presentaron recaídas debido a que más del 50% de los animales presentaron cuadros diarreicos.

Por otro lado, en el estudio realizado por García et al. (2017) en donde evaluó el peso corporal desde el nacimiento hasta el destete a los 90 días, registra un peso promedio inicial de 38,7 kg y un peso promedio final de 87,8 kg, demostrando así que el peso al destete duplica el peso al nacimiento.

La altura a la cruz de los animales evaluados, presentó un incremento ascendente a razón de 2 cm por semana en promedio, desde el nacimiento hasta el momento del destete, independientemente del tratamiento dado, como se puede observar en la Figura 9.

Figura 9

Altura a la cruz de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo



Nota. La gráfica representa la tendencia creciente de la altura a la cruz respecto al tiempo de lactancia (HSD Tukey $p > 0,05$).

La altura promedio inicial de los terneros fue $75,37 \pm 3,97$ cm mientras que la altura al destete fue de $96,5 \pm 5,35$ cm. este valor contrasta con la información reportada por Reascos & Salazar (2021), donde se menciona que la altura a la cruz tiene una tendencia de crecimiento

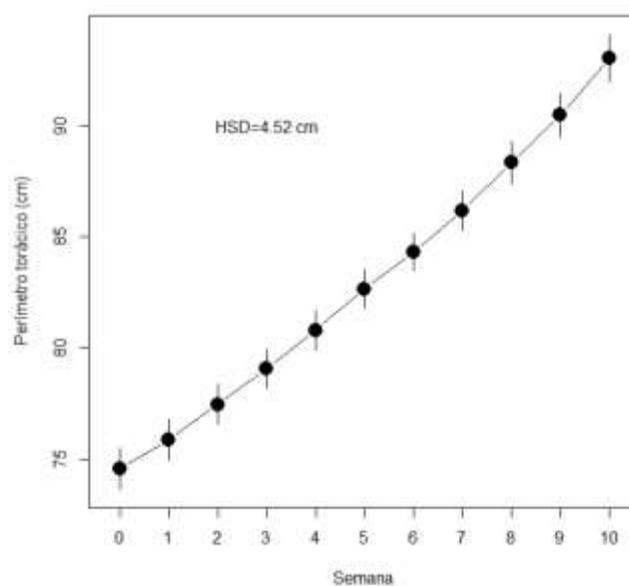
lineal a lo largo del tiempo, independientemente de la dieta líquida suministrada. En su investigación reportan una altura inicial promedio de 75,41 cm y una altura final de 96,75 cm.

Sin embargo, los valores finales obtenidos fueron mayores a los reportados por Gevawer & Mendoza (2012), en su investigación sobre la ganancia de peso e índice de altura en terneros Holstein Friesian x Pardo Suizo alimentados con dos lactoreemplazantes comerciales, menciona que partieron de una altura a la cruz inicial promedio de 75,04 cm y al destete (70 días) una altura de 83,4 cm.

El perímetro torácico muestra una tendencia ascendente a una razón de 2 cm entre semana, independientemente del tratamiento suministrado, al igual que los datos reportados de altura a la cruz, a lo largo del tiempo no presenta recaídas, tal y como se puede observar en la Figura 10.

Figura 10

Perímetro torácico de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo



Nota. La gráfica representa la tendencia creciente del perímetro torácico respecto al tiempo de lactancia (HSD Tukey $p > 0,05$).

Los terneros presentaron un perímetro inicial de $74,57 \pm 3,58$ cm y un perímetro promedio al destete de $93,03 \pm 4,19$. Estos valores fueron menores a los reportados por Reascos & Salazar (2021), que registraron un perímetro inicial de 78,49 cm y un perímetro a los 90 días de 103,97 cm; esta diferencia puede deberse a dos factores, el primer factor es el destete precoz (70 días) realizado en la presente investigación, mientras que el segundo factor puede deberse al triple cruce de Holstein x Montbeliarde x Rojo australiano que maneja actualmente la hacienda El Prado.

Ganancia de peso

En cuanto a la ganancia de peso diaria, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($F_{2,120}=0,749$; $p=0,4748$), como se indica en la Tabla 11.

Tabla 11

Promedio \pm desviación estándar de la ganancia de peso de los terneros sometidos a tres tratamientos

	T0	T1	T2
Ganancia de peso (Kg/día)	$0,63 \pm 0,36^a$	$0,66 \pm 0,44^a$	$0,59 \pm 0,36^a$

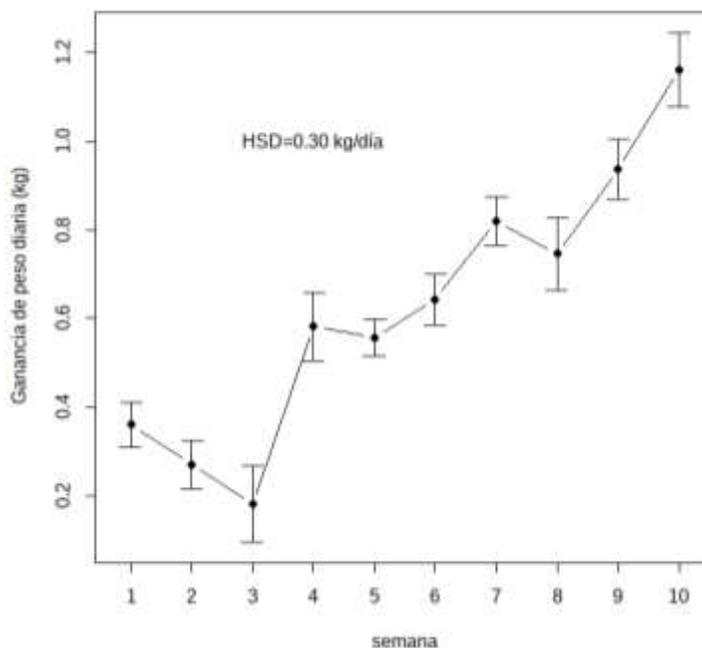
Nota. Medias en la misma columna con letra similar no son significativamente diferentes (HSD Tukey $p > 0,05$).

Estos resultados fueron similares a los reportados por Ramos (2018), que evaluó el efecto de los dos lactoreemplazantes sobre el desempeño de terneros lactantes, en donde menciona que la dieta líquida no interviene en el aumento o disminución de la ganancia de peso, reporta también que la ganancia de peso promedio de los terneros fue de 0,61 kg/día, valor estadísticamente similar a los encontrados en la presente investigación.

En cuanto al tiempo (semanas), se mostraron diferencias significativas ($F_{9,120}=21,858$; $p<2 \times 10^{-16}$), como se puede observar en las Figura 11.

Figura 11

Ganancia de peso diaria de terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tiempo



Nota. La gráfica representa la tendencia de la ganancia de peso durante el periodo de lactancia (HSD Tukey $p > 0,05$).

Del nacimiento a la semana 3, los terneros presentaron una disminución en la ganancia de peso, partieron con una ganancia en la primera semana de $0,36 \pm 0,20$ kg/día, semana en la cual los terneros fueron alimentados con calostro los 3 primeros días y comenzaron la etapa de transición a los respectivos tratamientos.

En la segunda semana la ganancia de peso decrece a $0,27 \pm 0,21$ kg/día, este decrecimiento puede deberse a que los animales comienzan a ingerir balanceado y hierba,

además comienzan a adaptarse al tratamiento, ya sea este lactoreemplazante en agua o en suero.

En la tercera semana se reporta el valor promedio más bajo de ganancia de peso con $0,18 \pm 0,33$ kg/día, razón por la cual en dicha semana se tiene un bajo valor en el peso de los animales (Figura 8), esta disminución puede deberse a la presencia de diarreas en los terneros independientemente del tratamiento. Ramos (2018), menciona que en la tercera semana los terneros tuvieron una ganancia de peso promedio de $0,21$ kg/día, valor estadísticamente similar al reportado en la presente investigación.

A partir de la semana 4, los animales comienzan a ganar peso progresivamente, hasta la semana 10 que registraron una ganancia de peso promedio de $1,16 \pm 0,32$ kg/día, estos resultados se asemejan con los obtenidos por Reascos & Salazar (2021), en donde mencionan que de la semana 9 a la semana 13 los terneros presentaron los valores más altos de ganancia de peso, teniendo una media de $1,13$ kg/ternero/día.

Consumo de alimento balanceado

La variable de consumo de alimento balanceado que se midió hasta los 45 días, no presentó diferencia significativa para la interacción Tratamiento * Tiempo ($F_{88,540}=1,12$; $p=0,2273$).

En la Tabla 12, se observan los valores de consumo de alimento balanceado promedio obtenidos quincenalmente hasta los 45 días para la interacción Tratamiento * Tiempo.

Tabla 12

Promedio \pm desviación estándar del consumo de alimento balanceado de terneros pre rumiantes considerando promedios quincenales hasta los 45 días.

Tratamiento * Tiempo	Consumo de alimento balanceado (gr)
	Media \pm D.E.
T0_15 días	122,04 \pm 63,41 ^{ab}
T0_30 días	336,20 \pm 164,34 ^{ac}
T0_45 días	494,00 \pm 115,59 ^{cd}
T1_15 días	102,92 \pm 20,69 ^b
T1_30 días	348,11 \pm 85,28 ^c
T1_45 días	647,39 \pm 170,68 ^d
T2_15 días	56,24 \pm 13,98 ^b
T2_30 días	275,80 \pm 100,63 ^{abc}
T2_45 días	498,05 \pm 115,53 ^{cd}

Nota. Medias en la misma columna con letra similar no son significativamente diferentes (HSD Tukey $p > 0,05$).

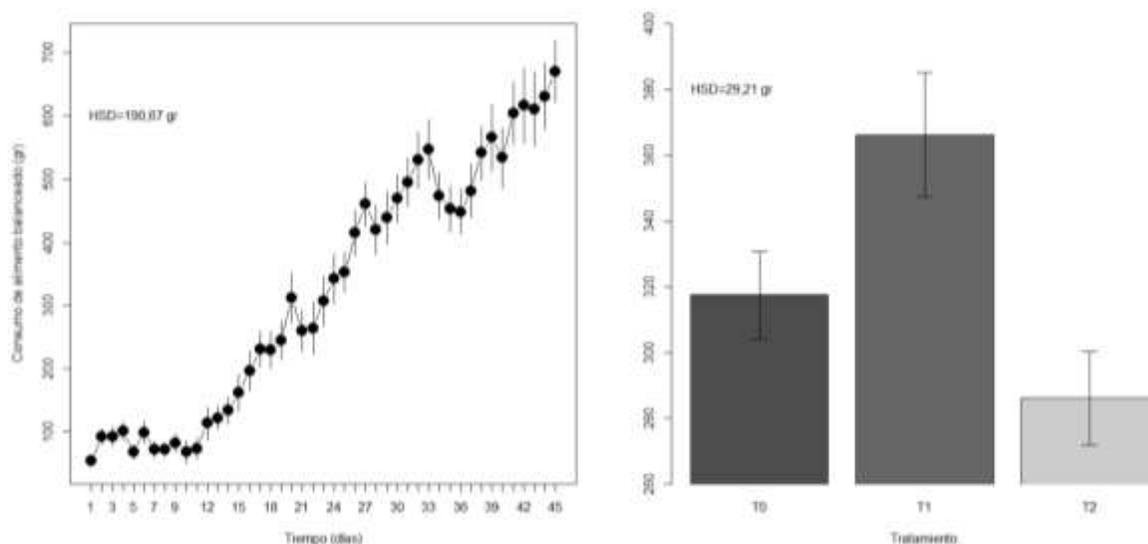
Se presentó diferencia significativa tanto para el tratamiento ($F_{2,540}=21,05$; $p<0,0001$), y el tiempo ($F_{44,540}=33,96$; $p<0,0001$ $P=0,2273$).

En la Figura 12 - A, se puede observar la tendencia del consumo de alimento balanceado vs el tiempo, se indica que al primer día los animales tuvieron un consumo menor ($53,87 \pm 34,45$ gr), mientras que el mayor consumo de alimento balanceado se dio al día 45 ($669,87 \pm 188,78$ gr); es así que los terneros a partir del día 1 hasta el día 33 presentan una tendencia creciente respecto a esta variable, llegando a consumir hasta $546,27 \pm 182,79$ gr, a partir de día 34 hasta el día 37 se observa una notable disminución en el consumo ($481,07 \pm 166,01$ gr), del día 38 ($541,07 \pm 165,68$ gr) hasta el día 45, los animales recuperan el apetito; a partir de ello los

animales fueron trasladados a corrales colectivos, por lo que ya no fue posible medir el consumo de alimento de cada animal.

Figura 12

Consumo de alimento balanceado de terneros pre rumiantes respecto al tiempo y al tratamiento



Nota. A: Tendencia del consumo de alimento balanceado de terneros hasta los 45 días (salida a corrales colectivos). B: medias y desviaciones estándar del consumo de alimento, el eje de las X muestra los tratamientos que corresponden a T0: leche entera; T1: lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%; T2: lactoreemplazante diluido en suero al 11%. (HSD Tukey $p > 0,05$).

En cuanto al tratamiento (Figura 12 – B), se puede observar que los animales pertenecientes al T1, presentaron un mayor consumo de alimento ($366,14 \pm 284,18$ gr), frente al tratamiento T0 y T2, con $317,41 \pm 201,11$ gr y $286,02 \pm 211,36$ gr respectivamente, esta diferencia del T1 respecto al testigo podría deberse a la presencia de probióticos como *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis* y *Enterococcus faecium*, presentes en la composición del lactoreemplazante, que según García et al. (2012) propician el crecimiento y proliferación de organismos benéficos en el rumen, estimulando así la actividad ruminal, lo cual aumenta el consumo de balanceado, forraje y agua, además Berends et al. (2020) refieren al consumo de

alimento como una variable regulada en función del contenido energético requerido por el animal.

La diferencia que se observa entre el T1 y T2 es significativa, pese a que ambos tratamientos están basados en el lactoreemplazante Fokkamel extra, sin embargo, esta diferencia puede deberse a que los animales pertenecientes al T2 presentaron una mayor incidencia de diarreas, lo cual provocó inapetencia y cuadros diarreicos.

Parámetros hematológicos

Las muestras empleadas para la obtención del perfil hematológico de cada ternero fueron tomadas durante 3 periodos de tiempo, primero a los 3 días considerando el final del periodo de calostramiento, 35 días referentes a la mitad del periodo de lactancia y a los 70 días al finalizar el periodo de lactancia.

Hematocrito

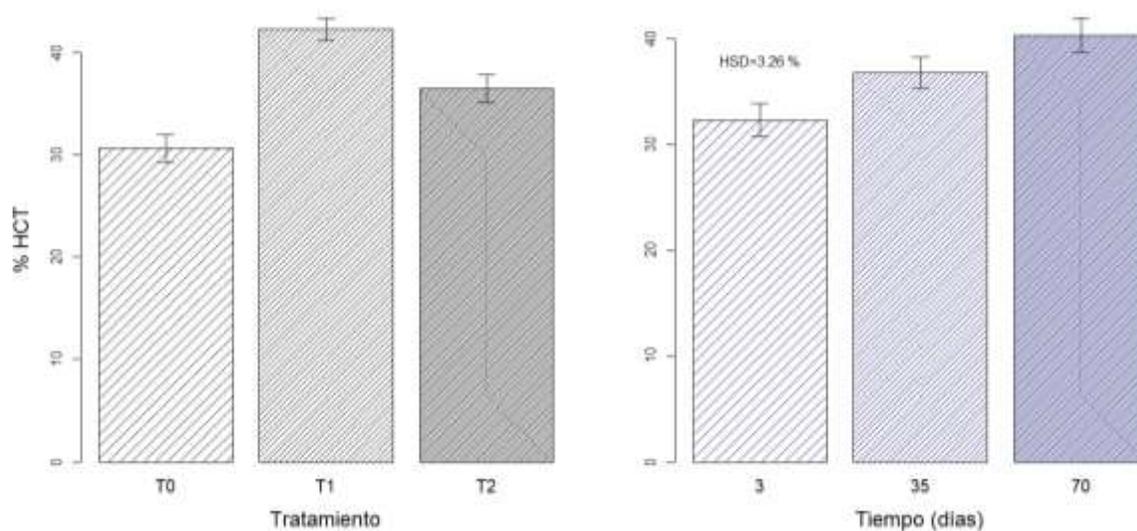
El porcentaje de hematocrito (HCT) en los terneros lactantes no mostró diferencias significativas para la interacción Tratamiento * Tiempo ($F_{4,36}=0,34$; $p=0,8480$), esto se corrobora con el estudio de Hulbert et al. (2011) donde reportaron que el porcentaje de hematocrito no presentó efectos significativos en lo que respecta a dicha interacción.

Como se observa en la Figura 13 – A para dicha variable se mostró diferencia significativa respecto a la dieta alimenticia ($F_{2,36}=38,28$; $p<0,0001$). Los terneros alimentados con el tratamiento T1 (lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%) ($42,33 \pm 4,08$ %), presentaron mayor porcentaje de HCT que los terneros alimentados con el tratamiento T0 (leche entera) ($30,67 \pm 5,09$ %) y T2 (lactoreemplazante diluido en suero al 11%) ($36,47 \pm 4,24$ %). Según García et al., (2021) al alimentar a los terneros con lactoreemplazantes se tiende a tener mayores porcentajes de hematocrito en comparación con terneros alimentados con leche. Según Quigley

et al. (2019), los terneros alimentados con lactoreemplazantes pueden llegar a un valor de HCT entre 40 - 42 %, mas los resultados del presente estudio a pesar que no llegar a dichos valores, sí se encuentran dentro del valor referencial para terneros que es 20,4 - 39,7 % reportado por Kim et al. (2021), dicha variación puede deberse al genotipo, edad, sexo y manejo.

Figura 13

Porcentaje de hematocrito de terneros pre rumiantes respecto al tratamiento y al tratamiento



Nota. El gráfico representa medias y desviaciones estándar del porcentaje de hematocrito de 15 terneros (5 por cada tratamiento). A: el eje de las X muestra los tratamientos que corresponden a T0: leche entera (30,67 ± 5,09); T1: lactoreemplazante diluido en agua al 13,5% (42,33 ± 4,08); T2: lactoreemplazante diluido en suero al 11% (36,47 ± 4,24). B: el eje de las X muestra los tiempos que corresponden a 3: días al finalizar el periodo de calostramiento, 35: días a la mitad del periodo de lactancia, 70: días al finalizar el periodo de lactancia. (HSD Tukey $p > 0,05$).

Adicionalmente, se encontró diferencia significativa para el porcentaje de HCT respecto al tiempo de muestreo ($F_{2,36} = 18,08$; $p < 0,0001$).

En el estudio reportado por Kim et al. (2021) el porcentaje de HCT tiende a decrecer hasta los 7 días, a partir de ello aumenta hasta las 12 semanas, mostrando así una diferencia

significativa respecto al tiempo, pero desde ello hasta los 190 días que son referidos al destete tradicional el valor de HCT se mantiene estable.

Dicha tendencia se asimila a los valores obtenidos en este estudio (Figura 13 – B), donde la media del porcentaje de HCT de los terneros a los 70 días ($40,33 \pm 6,29$ %) fue mayor que la media del porcentaje de HCT de los terneros a los 3 días ($32,33 \pm 6,09$ %) y 35 días ($36,80 \pm 5,65$ %), dentro de ello cabe considerar que el HCT se encuentra relacionado directamente con alteraciones en fluidos corporales y expansión del volumen plasmático del animal, es por ello que se da su rápida reducción (Kim et al., 2021).

Proteínas totales

El valor de proteínas totales en g/100ml de los terneros no mostró diferencias significativas para la interacción Tratamiento * Tiempo ($F_{4,36}=2,070$; $p=0,1051$); sin embargo, se encontró diferencia significativa de la variable proteínas totales de manera independiente respecto al tratamiento ($F_{2,36}=4,169$; $p=0,0235$) y al tiempo ($F_{2,36}=29,180$; $p=2,93 \times 10^{-08}$).

Los terneros con el tratamiento T0 ($7,08 \pm 0,90$ g/dL) presentaron mayor cantidad de proteínas totales que los terneros con el tratamiento T2 ($6,48 \pm 0,96$ g/dL), mientras que los terneros tratados con el tratamiento T1 ($6,62 \pm 0,94$ g/dL) no presentaron diferencias significativas respecto a los otros dos tratamientos (Figura 14 – A).

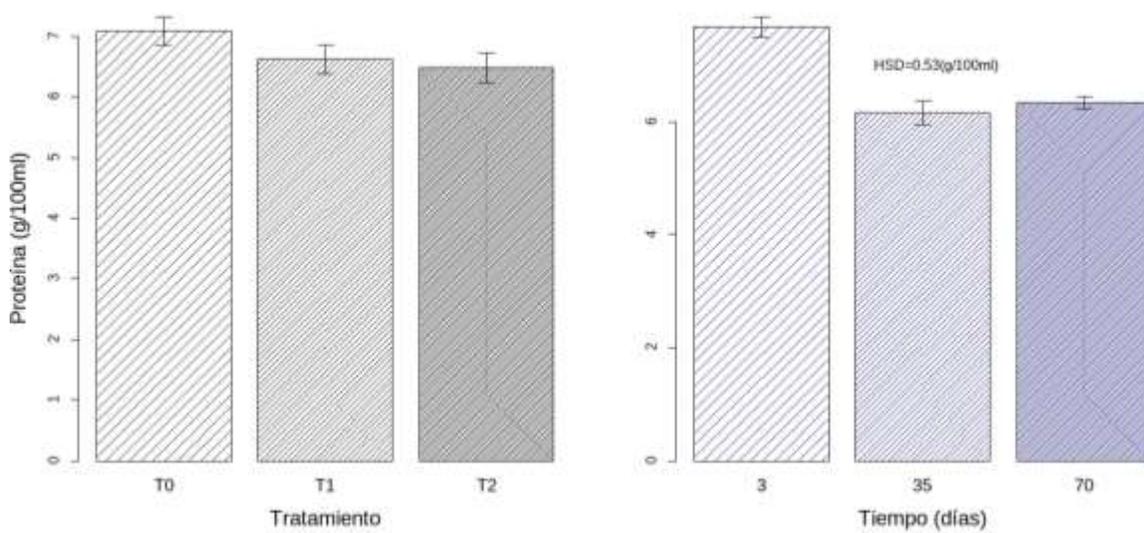
Según Grice et al. (2020) el valor de proteína total del lactoreemplazante diluido en suero de leche no difiere significativamente ($p = 0,44$) respecto a un lactoreemplazante tradicional, pero sí respecto a una dieta con leche entera.

(Quigley et al., 2006), muestran que el valor de proteína total para un lactoreemplazante diluido en suero se encuentra alrededor de $5,81 \pm 0,9$ g/dL, Yohe et al. (2021) presentan un valor de proteína total para una alimentación con lactoreemplazante de $6,08 \pm$

0,11 g/dL y lo que respecta al valor de proteína total en terneros alimentados con leche entera Allan et al. (2020) reportan un nivel de 7,05 g/dL \pm 1,7 g/dL, lo cual coincide con los valores obtenidos en el presente estudio.

Figura 14

Proteínas totales (g/100ml) de terneros pre rumiantes respecto al tratamiento y el tiempo.



Nota. El gráfico representa medias y desviaciones estándar de la variable proteínas totales de 15 terneros. A: el eje de las X muestra los tratamientos que corresponden a T0: leche entera (7,08 \pm 0,90 g/dL); T1: lactoreemplazante diluido en agua al 13,5% (6,62 \pm 0,94 g/dL); T2: lactoreemplazante diluido en suero al 11% (6,48 \pm 0,96 g/dL); B: el eje de las X muestra los tiempos que corresponden a 3: días al finalizar el periodo de calostramiento, 35: días a la mitad del periodo de lactancia, 70: días al finalizar el periodo de lactancia. (HSD Tukey $p > 0,05$).

Como se observa en la Figura 14 – B, la variable respecto al tiempo muestra que todos los terneros a los tres días (7,68 \pm 0,67 g/dL) después del nacimiento presentaron mayor cantidad de proteínas totales que la cantidad de proteínas de los terneros a los 35 días (6,16 \pm 0,83 g/dL) y 70 días (6,34 \pm 0,44 g/dL). En lo reportado por Wilm et al. (2018), la proteína total aumenta después del calostramiento del animal considerando un valor aproximado de entre 6 - 7 g/dL, pero pasado ese periodo, tal como menciona Yu et al. (2019) el valor de proteína total va

disminuyendo constantemente acorde al crecimiento del ternero, pudiendo llegar así a los 35 días a un valor de 4,99 g/dL.

Cortese et al. (2020) muestra que valores entre 6,0 a 8,5 g/dL son óptimos en terneros, pero concentraciones menores o mayores a ello representan un riesgo de eventos adversos para la salud de los terneros.

Conteo de eritrocitos y leucocitos

En la Tabla 13 se muestra valores que forman parte del hemograma, dentro de ello se encontró un efecto significativo para la interacción Tratamiento * Tiempo respecto a las variables cantidad de leucocitos por μL de sangre de los terneros ($F_{4,36}=33,56$; $p<0,0001$), cantidad de eritrocitos por μL de sangre de los terneros ($F_{4,36}=40,47$; $p<0,0001$), MCV ($F_{4,36}=4,11$; $p=0,0076$) y MCH ($F_{4,36}=4,09$; $p<0,0078$).

Tal como se indica en la Tabla 13, los terneros alimentados con el tratamiento T1 a un tiempo de 70 días presentaron mayor cantidad de leucocitos por μL de sangre, mientras que, la menor cantidad de leucocitos por μL de sangre se mostró en los tratamientos T0 y T2 a los 3 días; de igual manera, los terneros alimentados con el lactoreemplazante diluido en agua al 13,5% a un tiempo de 70 días presentaron mayor cantidad de eritrocitos por μL de sangre, mientras que, el valor más bajo se mostró en los terneros alimentados con leche entera (T0) a los 3 días.

Por otra parte, en la Tabla 13 se manifiesta que los animales alimentados con el tratamiento T1 en un tiempo de 3 días mostraron mayor MCV ($108,85 \pm 13,21$) y MCH ($36,28 \pm 4,38$) que los demás tratamientos y tiempos, mientras que los terneros con el tratamiento T1 a los 70 días presentaron menor cantidad de MCV ($60,78 \pm 3,37$) y MCH ($20,26 \pm 1,11$).

Tabla 13

Promedio \pm desviación estándar de WBC, RBC, MCV y MCH de los terneros sometidos a tres tratamientos en tres diferentes tiempos hasta el destete.

Tratamiento * Tiempo	WBC (x 10 ⁴ μ l)	RBC (x 10 ⁴ μ l)	MCV (fL)	MCH (pg/cel)
	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.	Media \pm D.E.
T0_3 días	1,25 \pm 0,18 ^a	2,75 \pm 0,53 ^a	103,67 \pm 33,93 ^{ab}	34,56 \pm 11,31 ^{ab}
T0_35 días	1,72 \pm 0,26 ^{ab}	3,00 \pm 0,33 ^{ab}	102,09 \pm 23,66 ^{ab}	34,38 \pm 7,87 ^{ab}
T0_70 días	2,07 \pm 0,45 ^{bc}	3,27 \pm 0,10 ^{ab}	106,73 \pm 9,88 ^{ab}	35,58 \pm 3,30 ^{ab}
T1_3 días	1,63 \pm 0,07 ^{ab}	3,55 \pm 0,49 ^b	108,85 \pm 13,21 ^a	36,28 \pm 4,38 ^a
T1_35 días	2,02 \pm 0,24 ^{bc}	4,33 \pm 0,44 ^c	98,20 \pm 7,16 ^{ab}	32,72 \pm 2,36 ^{ab}
T1_70 días	4,59 \pm 0,23 ^d	7,81 \pm 0,35 ^e	60,78 \pm 3,37 ^c	20,26 \pm 1,11 ^c
T2_3 días	1,17 \pm 0,14 ^a	3,54 \pm 0,31 ^b	94,92 \pm 19,77 ^{abc}	31,66 \pm 6,58 ^{abc}
T2_35 días	2,00 \pm 0,19 ^{bc}	4,38 \pm 0,28 ^c	85,93 \pm 11,49 ^{abc}	28,64 \pm 3,80 ^{abc}
T2_70 días	2,54 \pm 0,39 ^c	5,50 \pm 0,25 ^d	71,47 \pm 7,84 ^{bc}	23,82 \pm 2,62 ^{bc}

Nota. Medias en la misma columna con letra similar no son significativamente diferentes (HSD Tukey $p > 0,05$). WBC= Recuento de leucocitos o glóbulos blancos; RBC= Recuento de eritrocitos o glóbulos rojos. MCV= Volumen Corpuscular Medio. MCH= Hemoglobina Corpuscular Media.

Los resultados referidos a los parámetros WBC, RBC, MCV y MCH, cambian a medida que el ternero se desarrolla hasta el destete; según Mohri et al. (2007) concluyen que los valores hematológicos antes mencionados varían dependiendo de la edad del animal, considerando que ocurren cambios importantes hasta que se alcanza la pubertad.

Kim et al. (2021) en su estudio muestran que la media de RBC adquiere una tendencia creciente hasta los 84 días después del nacimiento del ternero, posterior a ello las disminuciones que se presentan se relacionan con la incapacidad que se manifiesta en el ternero para producir eritrocitos a una tasa equivalente a la de su eliminación de la circulación, en lo

que respecta a leucocitos Mohri et al. (2007) explican que estos valores se encuentran ligados a la concentración de cortisol que en los neonatos es mayor.

En tanto que los valores de MCV van disminuyendo significativamente respecto al tiempo ($p < 0,001$) llegando a una estabilidad a partir del día 42 al 84 según Mohri et al. (2007); lo mismo sucede respecto a los valores de MCH, Keivani Rad et al. (2021) reportan que existe una tendencia decreciente a medida que el ternero se desarrolla, llegando a tener valores por debajo de los 11,35 pg. Por tanto, en términos generales al tener menor tamaño de glóbulos rojos (MCV) también se tiende a un menor contenido de hemoglobina (MCH).

Los valores expuestos en la Tabla 13, independientemente del tratamiento, comparten la misma tendencia respecto al tiempo según lo antes citado por diferentes autores.

Parámetros sanitarios

Incidencia de diarreas

La cantidad de diarreas reportadas mostraron diferencias significativas en relación al tratamiento ($F=141,71$; $p<0,0001$), siendo el tratamiento T2 (lactoreemplazante diluido en suero al 11%) el que presentó la mayor cantidad de diarreas a lo largo del tiempo con un promedio de 7, el T1 (lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%) y T0 (leche entera) no presentaron diferencias significativas entre sí, con 2 y 3 diarreas en promedio respectivamente, como se observa en la Figura 15.

Según Stefańska et al. (2021) mencionan que la presencia de diarreas en terneros difiere significativamente según la dieta alimenticia, teniendo menor cantidad de diarreas de tipo leve en terneros alimentados con probióticos (1,00 veces, $p = 0,022$) que terneros alimentados tradicionalmente (3,45 veces, $p = 0,016$), mas en los resultados mostrados en la Figura 15 se

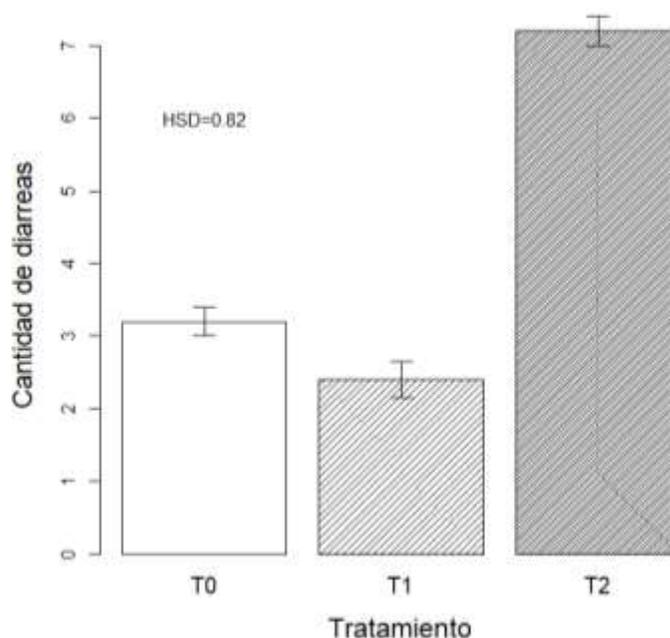
denota que a pesar de la presencia de probióticos en el lactoreemplazante no se marcó dicha diferencia significativa.

En cambio, respecto al T2 se pudo apreciar dicha diferencia debido al uso de suero de leche, como menciona Morrison et al. (2017), se presentan mayor cantidad de diarreas cuando el lactoreemplazante contiene proteína de suero de leche, en comparación de otras fuentes capaces de proporcionar proteína tales como el plasma bovino, esto considerando la acidez a la que es propensa el suero.

La mortalidad de la presente investigación fue de 0%, dado que los cuadros diarreicos en todos los tratamientos fueron leves, con una duración no mayor a 4 días.

Figura 15

Cantidad de diarreas en terneros pre rumiantes de la Hacienda El Prado respecto al tratamiento



Nota. El gráfico representa medias y desviaciones estándar de la variable Cantidad de diarreas. T0: leche entera (3,20 ± 0,45); T1: lactoreemplazante diluido en agua al 13,5% (2,40 ± 0,55); T2: lactoreemplazante diluido en suero al 11% (7,20 ± 0,45). (HSD Tukey $p > 0,05$).

Como se observó anteriormente en las variables tanto de peso (kg) como GDP (kg/día), en la semana 2 y semana 3 se registró una disminución de los valores en los animales, debido a la incidencia de diarreas.

En la semana 2, el 60% del total de los animales presentó cuadros diarreicos, mientras que para semana 3 el 86,6% tuvo presencia de diarreas, además se observa que en la semana 7, todos los animales del T2 presentaron diarreas, como se observa en la Tabla 14, esto pudo deberse a problemas con la acidez del suero de leche.

Tabla 14

Porcentaje de terneros pre rumiantes enfermos con diarrea en la Hcda. El Prado en un lapso de 70 días

Edad (días)	Tratamientos			Animales enfermos	
	T0	T1	T2	Total	%
0 – 7	0	0	0	0	0
8 – 14	3	3	3	9	60
15 – 21	15	3	5	13	86,6
22 – 28	0	0	0	0	0
29 – 35	0	0	0	0	0
36 – 42	0	0	0	0	0
43 – 49	0	0	5	5	33,33
50 – 56	0	0	0	0	0
57 – 63	0	0	0	0	0
64 – 70	0	0	0	0	0

Nota. Esta tabla muestra la presencia de diarreas en porcentaje durante los 70 días de estudio.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Tiranti et al. (2015), donde menciona que la mayor incidencia de diarreas ocurre entre la segunda y tercera semana, y lo relaciona a la adaptabilidad del animal y problemas en el manejo.

Reascos & Salazar (2021), también mencionan que, del nacimiento hasta los 30 primeros días de edad, el 60% de los animales presentaron cuadros diarreicos entre leves y moderados.

Análisis económico

Se realizó un análisis de presupuesto parcial (Tabla 15) de los tratamientos, en donde se pudo observar que los tratamientos en donde se utilizó el lactoreemplazante Fokkamel extra (T1 y T2), tuvieron un mayor beneficio neto frente al testigo (leche entera). El tratamiento que mayor beneficio neto presentó fue el T1 (lactoreemplazante en agua al 13,5%), que obtuvo 92,46 USD/ternero, seguido del T2 (lactoreemplazante en suero al 11%), con 83,56 USD/ternero, mientras que el T0 (leche entera) fue el tratamiento que presentó el menor beneficio con 83,56 USD/ternero.

Tabla 15

Análisis de presupuesto parcial de los tratamientos

Variable	Tratamientos		
	T0	T1	T2
Peso medio al destete (Kg)	82,70	81,40	77,70
Peso medio al destete ajustado (Kg)	78,57	77,33	73,82
Utilidad bruta (USD / tratamiento)	215,40	212,80	205,40
Costo leche entera (USD / tratamiento)	151,20	9,00	9,00
Costo lactoreemplazante (USD / tratamiento)	-	111,35	90,72
Costo suero de leche (USD / tratamiento)	-	-	22,12
Total costo variable (USD / tratamiento)	151,20	120,34	121,84
Beneficios netos (USD / tratamiento)	64,20	92,46	83,56

Nota. La tabla muestra el presupuesto parcial de todos los tratamientos.

Para obtener la utilidad bruta se consideró que el costo del ternero destetado equivale a 2 USD por kg de peso vivo y adicional a dicho valor, se considera 50 USD más por concepto de raza y manejo.

Para la realización de la presente investigación, se consideró el costo de la leche de la hacienda, la cual se estableció en 0,45 USD, el costo del lactoreemplazante/kg (2,61 USD) y el costo del suero de leche (0,07 USD).

Tabla 16

Costos variables del tratamiento T0 (Leche entera)

Variables	T0				
	USD	L / día	Días	# Teneros	Total USD
Leche / Calostro (L)	0,45	4	28	5	252
		5	28		315
		6	14		189
Costo total / tratamiento (USD)					756

Nota. La tabla muestra los costos del tratamiento T0: Leche entera

El costo total del Tratamiento T0 (leche entera) (Tabla 16) fue de 756 USD, dando un total 151,2 USD/ternero, siendo así el tratamiento más costoso, seguido del T2 (Lactoreemplazante diluido en suero al 11%) que dio un total de 609,22 USD, dando un precio por ternero de 121,84 USD (Tabla 17), y finalmente el T1 (Lactoreemplazante al 13,5%) que tuvo un costo total de 601,71 USD, lo que refleja un costo por ternero de 120,34 USD, siendo este el tratamiento más económico (Tabla 18).

Tabla 17

Costos variables del tratamiento T1 (Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%)

Variables	T1					
	USD	Kg/día	L/agua	Días	# Teneros	Total/ternero
Leche / Calostro (L)	0,45	4	-	5	5	45,00
		0,135	4	23		162,08
Lactoreemplazante (Kg)	2,61	0,135	5	28	5	246,65
		0,135	6	14		147,99
Costo total / tratamiento (USD)						601,71

Nota. La tabla muestra los costos del tratamiento T1: Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%

Tanto en el T1 como para el T2, los animales fueron alimentados con calostro los 3 primeros días y leche los 2 días siguientes, los cuales corresponden a la etapa de transición antes de entrar a la totalidad del tratamiento correspondiente.

Tabla 18

Costos variables del tratamiento T2 (Lactoreemplazante diluido en suero al 11%)

Variables	T2					
	USD	Kg/día	L/agua	Días	# Teneros	Total/ternero
Leche / Calostro (L)		4	-	5		45,00
	0,45	0,110	4	23		132,07
Lactoreemplazante (Kg)		0,110	5	28		200,97
	2,61	0,110	6	14	5	120,58
Suero de leche (L)			4	23		32,20
	0,07		5	28		49,00
			6	14		29,40
Costo total / tratamiento (USD)						609,22

Nota. La tabla muestra los costos del tratamiento T2: Lactoreemplazante diluido en suero de leche al 13,5%

El análisis marginal de Costo/Beneficio, permite observar la rentabilidad y viabilidad económica de los tratamientos, lo cual dependerá de los costos variables de cada tratamiento, peso al destete, y valor de venta de los animales.

Tabla 19

Análisis Costo / Beneficio de los tratamientos

Relación	Tratamiento		
	T0	T1	T2
Costo / Beneficio	0,42	0,77	0,69

Nota. La tabla muestra la relación Costo/Beneficio C/B.

En la Tabla 19 se puede observar que se obtuvieron valores positivos, sin embargo, ningún tratamiento fue viable económicamente, ya que todos los valores son menores a 1, dando a entender que en ningún tratamiento se recupera lo invertido.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- Los terneros alimentados con Lactoreemplazante Fokkamel extra diluido en agua al 13,5% (T1) y en suero al 11 % (T2), no presentaron diferencias significativas respecto a los terneros alimentados con leche (T0), sobre las variables de peso, altura a la cruz, perímetro torácico y ganancia de peso; sin embargo, en función del tiempo, los terneros de todos los tratamientos mostraron una tendencia creciente hasta los 70 días (destete precoz) respecto a las mismas variables antes mencionadas.
- El consumo de alimento balanceado de los animales pertenecientes al tratamiento T1 (Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%), fue mayor en un 13,31% más respecto al testigo y en un 21,88% respecto al T2; referente al tiempo se mostraron variaciones, denotando un decrecimiento marcado del consumo durante los días 34 al 37, es decir, en la etapa media del periodo de lactancia, dicha tendencia posiblemente se deba a un estrés en el animal. A partir de día 45, en los corrales colectivos, se registró un consumo de concentrado creciente, acorde a la demanda energética de los animales.
- El Porcentaje de Hematocrito (HCT) y la cantidad de proteínas totales se vieron influenciados por efecto del tratamiento, obteniendo que los terneros alimentados con Lactoreemplazante Fokkamel extra diluido en agua al 13,5% (T1) presentaron mayor HCT y aquellos alimentados con Leche (T0) presentaron una mayor cantidad de Proteína Total; por otro lado, ambas variables estuvieron influenciadas por el tiempo, donde se obtuvo que a los 70 días el porcentaje de HCT fue mayor y a los 3 días lo fue el valor de la Proteína Total.

- Para las variables WBC, RBC, MCV y MCH la interacción entre el tratamiento y el tiempo fue evidente, las muestras de sangre de los terneros mostraron una tendencia creciente para las variables WBC y RBC y decreciente para las variables MCV y MCH; el tratamiento T1 (Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%) a los 70 días (Final de periodo de lactancia) presentó mayor cantidad de leucocitos y eritrocitos y menor cantidad de MCV y MCH, comparado con los tratamientos T0 (Leche entera) y T2 (Lactoreemplazante diluido en suero al 11%).
- Los animales alimentados con Lactoreemplazante diluido en suero de leche al 11% (T2), presentaron mayor cantidad de diarreas respecto al T1 y T0, esto puede estar influenciado por la dificultad de los animales a adaptarse durante sus primeros 15 días de vida al pH del suero de leche (5,6 de pH promedio).
- Los terneros de todos los tratamientos presentaron mayor incidencia de cuadros diarreicos independientemente del tratamiento suministrado, en la semana 2 y 3, las diarreas fueron leves o moderadas, razón por la cual no hubo mortalidad de los animales.
- Los tratamientos más económicos fueron el T1 (Lactoreemplazante diluido en agua al 13,5%) que fue 20,41% más económico respecto al testigo seguido del T2 (Lactoreemplazante diluido en suero al 11%) el cual fue 19,41% más económico respecto al testigo, el tratamiento más caro fue el testigo (Leche entera), que tuvo un costo total de 756 USD/tratamiento. Los beneficios netos obtenidos para el T1 (92,46 USD) fueron mayores a los obtenidos en el T2 (83,56 USD) y el T0 (64,20 USD).

Recomendaciones

- Se recomienda el uso de lactoreemplazante Fokkamel Extra diluido en agua al 13,5% (T1) en la dieta de terneros híbridos (Holstein Friesian x Montbeliarde), ya que ha demostrado

reducir significativamente los costos referentes a la alimentación, sin afectar negativamente los parámetros productivos y sanitarios de los animales, además de que ayuda a aumentar el consumo de alimento, disminuir el índice de diarreas, aumentar la cantidad de eritrocitos y leucocitos, así como mantener un porcentaje de hematocrito y un contenido de proteína total óptimo.

- Evaluar el comportamiento zootécnico posterior al destete de los animales alimentados con diferentes tratamientos a base de suero de leche.
- En lo que respecta al manejo del ternero, aplicar la práctica de separación inmediata entre el neonato y la madre, conjuntamente con ello llevar un banco de calostro con la ayuda de pruebas de calidad de calostro con la finalidad de garantizar una cantidad de inmunoglobulinas equitativa para los terneros durante los primeros tres días de vida del mismo.
- Considerar alternativas alimenticias preventiva como suministro de probióticos, vitaminas u otros aditivos para evitar los problemas de diarreas que se presentan con mayor incidencia en las semanas 2 y 3 de vida de las terneras.
- Suministrar suero de leche fresco, mejor obtenido el mismo día de la planta quesera. En caso de tener que guardarlo se deberá pasteurizar y/o congelar, para evitar su acidificación y problemas digestivos con terneros
- Realizar nuevas investigaciones donde se puede implementar una alimentación híbrida (leche entera en la madrugada y lactoreemplazante en la tarde), ya que se pudo observar que ambos tratamientos mostraron resultados positivos tanto en los parámetros zootécnicos, hematológicos y sanitarios.

Bibliografía

- Abate, L. (2019). *Lactoreemplazantes para Terneras de Producción de Leche*. Engormix.
<https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/lactoreemplazantes-terneras-produccion-leche-t43964.htm>
- Agazzi, A., Tirloni, E., Stella, S., Marocco, S., Ripamonti, B., Bersani, C., Caputo, J. M., Dell'Orto, V., Rota, N., & Savoini, G. (2014). *Effects of species-specific probiotic addition to milk replacer on calf health and performance during the first month of life**. *14*(1), 15.
<https://doi.org/10.2478/aoas-2013-0089>
- Aguilar, A. (2011). *Alimentación de Becerras Holstein con suero de leche*. 35.
<https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/bitstream/handle/i/3455/IAZ1ALI01101.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Ali, A. (2018). Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *International Journal of Dairy Technology*, *72*(2), 169-182. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12572>
- Allan, J., Plate, P., & Van Winden, S. (2020). The Effect of Iron Dextran Injection on Daily Weight Gain and Haemoglobin Values in Whole Milk Fed Calves. *Animals Journal*, *10*(5), 853.
<https://doi.org/10.3390/ani10050853>
- Almeyda, J. (2013). Manual de manejo y alimentación de vacunos—Parte I: recría de animales de reemplazo en sistemas intensivos. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-15.
https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/134-Manual_manejo_1.pdf

- Alvarado, R. (2017). *Estudio de Mercado “Sector de la leche en el Ecuador”*. Superintendencia de Control del Poder de Mercado. <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf>
- Amado, L., Berends, H., Leal, L., Wilms, J., Van Laar, H., Gerrits, W., & Martin, J. (2019). Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. *Journal of Dairy Science*, *102*(5), 1-8. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15847>
- Araujo, S., & Barberena, R. (2017). *Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con lactoreemplazador* [Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5984/1/CPA-2017-017.pdf>
- Arauz, M., Scodellaro, C., & Pintos, M. (2020). Atlas de Hematología Veterinaria. En *Atlas de hematología veterinaria* (p. 118). Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/101193>
- Arce, M., & Pozo, W. (2015). Variabilidad de la producción lechera del agrosistema IASA, según las categorías de intensidad de lluvias de Trojer. *Boletín Técnico IASA*, *12*, 10. https://www.researchgate.net/publication/282649710_Variabilidad_en_la_produccion_lechera_del_agrosistema_IASA_segun_las_categorias_de_intensidad_de_lluvias_de_Trojer
- Arcos, J. C. (2016). *Alimentación del ternero durante los primeros meses de vida | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia*. CONtexto ganadero. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/alimentacion-del-ternero-durante-los-primeros-meses-de-vida>
- Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. (2006). Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related with the risks of

poor welfare in intensive calf farming systems. *EFSA Journal*, 4(6), 1-144.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2006.366>

Benetton, J., Neave, H., Costa, J., Von Keyserlingk, M., & Weary, D. (2019). Automatic weaning based on individual solid feed intake: Effects on behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102(6), 5475-5491. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15830>

Berends, H., van Laar, H., Leal, L. N., Gerrits, W. J. J., & Martín-Tereso, J. (2020). Effects of exchanging lactose for fat in milk replacer on ad libitum feed intake and growth performance in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4275-4287.

<https://doi.org/10.3168/jds.2019-17382>

Carrasco, C. A., & Guerra, M. (2010). Lactosuero como fuente de péptidos bioactivos. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 23(1), 42-49.

<https://www.analesdenutricion.org.ve/ediciones/2010/1/art-7/>

Casco, J. (2020). *Evaluación de un lactoreemplazante comercial en la prevención de diarreas en lechones de la unidad de producción porcina—UTA* [Tesis, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31393/1/Tesis%20165%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20659.pdf>

Çelik, K., & Alapítvány, T. (2020). Whey Every Aspect. En *Whey Every Aspect* (pp. 23-24).

https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=q8DKDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=+Whey+Every+Aspect&ots=YqEy3jQzyE&sig=S2HOydJaL2UBmlqZDnVRZWnM6EE&redir_esc=y#v=onepage&q=Whey%20Every%20Aspect&f=false

Centro de la Industria Láctea Ecuador. (2019). *La Sierra ecuatoriana: Cuna de la leche*. Más

Leche Ecuador. <https://www.masleche.ec/post/la-sierra-ecuatoriana-cuna-de-la-leche>

- CONtexto ganadero. (2017). *Conozca las ventajas y desventajas de los lactoreemplazadores* / *CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia*.
<https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/conozca-las-ventajas-y-desventajas-de-los-lactoreemplazadores>
- Cortese, V. S., Kirkpatrick, M. A., Short, T. H., & Voortman, B. (2020). Effect of serum total protein concentration on early-life health and growth of dairy calves. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 257(1), 80-86.
<https://doi.org/10.2460/javma.257.1.80>
- de Paula, M. R., Oltramari, C. E., Silva, J. T., Gallo, M. P. C., Mourão, G. B., & Bittar, C. M. M. (2017). Intensive liquid feeding of dairy calves with a medium crude protein milk replacer: Effects on performance, rumen, and blood parameters. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4448-4456. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10859>
- de Souza, O., Kuczynski, M., Mendes, A., Silva, V., de Oliveira, J., Nunes, M., Andrighetto, M., McManus, C., & Jardim, J. (2021). Behavioural and physiological responses of male and female beef cattle to weaning at 30, 75 or 180 days of age. *Applied Animal Behaviour Science*, 240(2021), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105339>
- Delgado, R., Rodriguez, H., Barreto, G., & Vázquez, R. (2014). Efecto probiótico de *Saccharomyces cerevisiae* en parámetros hemáticos y metabólicos de terneros en pastoreo. 26, 3, 1-6.
- Diao, Q., Zhang, R., & Fu, T. (2019). Review of Strategies to Promote Rumen Development in Calves. *Animals Journal*, 9(8), 490. <https://doi.org/10.3390/ani9080490>
- Durrieu, M., & Camps, D. (2002). Destete precoz: Técnica y evaluación económica dentro del sistema. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-12. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/16-destete_precoz.pdf

- Ellingsen-Dalskau, K., Mejdell, C. M., Holand, T., Ottesen, N., & Larsen, S. (2020). Estimation of minimum tolerated milk temperature for feeding dairy calves with small- and large-aperture teat bottles: A complementary dose-response study. *Journal of Dairy Science*, *103*(11), 10651-10657. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18460>
- Erickson, P., & Kalscheur, K. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. En *Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations* (Department of Animal Science, Texas A&M University, College Station, TX, United States, pp. 157-180). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2018-0-01238-4>
- Faye, B., & Bengoumi, M. (2018). Hematology. En B. Faye & M. Bengoumi, *Camel Clinical Biochemistry and Hematology* (1.^a ed., pp. 13-45). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95562-9_2
- Forero, F. (2013). *El destete en ganado de leche y de carne, dos prácticas opuestas. | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia.* <https://www.contextoganadero.com/reportaje/el-destete-en-ganado-de-leche-y-de-carne-dos-practicas-opuestas>
- Franco, C., Morales, L., Lascano, N., & Cuesta, A. (2019). Dinámica de los pequeños productores de leche en la Sierra centro de Ecuador. *La Granja*, *30*(2), 103-120. <https://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.09>
- García, M., Garzón, J., López, G., & Galarza, A. (2017). Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* sobre el desarrollo corporal y parámetros hematológicos en terneras Holstein criadas al pastoreo. *Maskana*, *8*, 5-8. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1475>
- García, M., López, Y., & Carcassés, A. (2012). *Empleo de probióticos en los animales*. 8. <https://www.produccion->

animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/45-

Empleo_probioticos.pdf

García, M., Montgomery, S., Moisés, S., Hanzlicek, G., Hulbert, L., & Bradford, B. (2021). Effects of milk feeding strategies on short- and long-term productivity of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, *104*(4), 4303-4316. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19364>

Garzón, B. (2008). Sustitutos lecheros para la alimentación de terneros. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-20. <https://www.produccion->

animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/131-sustitutos

Gatius, S., Medina, L., & Bilbao, G. (2013). *Evaluación de dos métodos para estimar el peso corporal de terneros holstein* [Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. <https://docplayer.es/71462479-Facultad-de-ciencias-veterinarias-evaluacion-de-dos-metodos-para-estimar-el-peso-corporal-de-terneros-holstein.html>

Gevawer, R., & Mendoza, A. (2012). *Ganancia de peso e índice de altura en terneros alimentados con lactoreemplazadores Biomilk® e Isilac® ofrecidos en biberón o balde* [Universidad Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1045/1/T3297.pdf>

Godden, S. (2008). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *24*(1), 19-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.10.005>

Google Maps. (2020). *Mapa Satelital de IASA (Carrera Agropecuaria Universidad de las Fuerzas Armadas)*.

[https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+\(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3854391,-)
[las+Fuerzas+Armadas+\)/@-0.3854391,-](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3854391,-)

[78.4160222,340m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f50](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3854391,-78.4160222,340m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022)
[9d5!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022](https://www.google.com.ec/maps/place/IASA+(Carrera+Agropecuaria+Universidad+de+las+Fuerzas+Armadas+)/@-0.3854391,-78.4160222,340m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x91d5bb2c607a54a7:0x41f3cfca99f509d5!8m2!3d-0.3856423!4d-78.4164022)

- Grice, K. D., Glosson, K. M., & Drackley, J. K. (2020). Effects of feeding frequency and protein source in milk replacer for Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *103*(11), 10048-10059. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19041>
- Gümüş, E. (2018). Buzağlarda Preruminant Dönem Beslenmesinin Rumen Gelişimi Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, *13*(1), 98-105. <https://doi.org/10.17094/ataunivbd.417628>
- Hammon, H. M., Liermann, W., Frieten, D., & Koch, C. (2020). Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic development in calves. *Animal Journal*, *14*(1), 321-331. <https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Herdt, T. (2014). *Feeding Young Dairy Calves—Management and Nutrition*. Veterinary Manual. <https://www.msdsvetmanual.com/management-and-nutrition/nutrition-dairy-cattle/feeding-young-dairy-calves>
- Hortigüela, L., Lissarrague, C., Pinto, A., & Bilbao, G. (2017). *Nutrición de terneros Holstein en tambos de la Cuenca Mar y Sierras* [Tesis]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1582/Hortigüela%2C%20Lucas.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Huertas, R. (2009). LACTOSUERO: IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, *62*(1), 4967-4982. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179915377021.pdf>
- Hulbert, L. E., Cobb, C. J., Carroll, J. A., & Ballou, M. A. (2011). Effects of changing milk replacer feedings from twice to once daily on Holstein calf innate immune responses before and after weaning. *Journal of Dairy Science*, *94*(5), 2557-2565. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3980>

- Ignătescu, M., & Goanță, M. (2018). A REVIEW OF THE ADAPTATION OF THE NEWBORN CALF TO ITS ENVIRONMENT. *University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest*, 61(1), 52-57.
http://animalsciencejournal.usamv.ro/pdf/2018/issue_1/Art9.pdf
- imvab. (2020). *Fokkamel Extra*. imvab. <https://www.imvab.com.cn/fokkamel-extra.html>
- INEC. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC)*. INEC.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf
- Jensen, M. B., Jensen, A., & Vestergaard, M. (2020). The effect of milk feeding strategy and restriction of meal patterning on behavior, solid feed intake, and growth performance of male dairy calves fed via computer-controlled milk feeders. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8494-8506. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18166>
- Ježek, J., Nemeč, M., & Staric, J. (2011). (PDF) *Age related changes and reference intervals of haematological variables in dairy calves*.
https://www.researchgate.net/publication/288234497_Age_related_changes_and_reference_intervals_of_haematological_variables_in_dairy_calves
- Kaba, T., Abera, B., & Kassa, T. (2018). Esophageal groove dysfunction: A cause of ruminal bloat in newborn calves. *BMC Veterinary Research*, 14(1), 276.
<https://doi.org/10.1186/s12917-018-1573-2>
- Kayasaki, F., Okagawa, T., Konnai, S., Kohara, J., Sajiki, Y., Watari, K., Ganbaatar, O., Goto, S., Nakamura, H., Shimakura, H., Minato, E., Kobayashi, A., Kubota, M., Terasaki, N., Takeda, A., Noda, H., Honma, M., Maekawa, N., Murata, S., & Ohashi, K. (2021). Direct evidence of the preventive effect of milk replacer–based probiotic feeding in calves

against severe diarrhea. *Veterinary Microbiology*, 254, 108976.

<https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108976>

Keivani, N., Mohri, M., Seifi, H., & Haghparast, A. (2021). Supplementation of overripe pulp extract and green peel extract or powder of banana fruit peel (*Musa cavendish*) to diets of neonatal dairy calves: Effects on haematological, immunological and performance characteristics. *Veterinary Medicine and Science*, 7(3), 876-887.

<https://doi.org/10.1002/vms3.429>

Kim, U., Lee, S., Cho, S., Kang, S., Jin, S., Ahn, J., & Lee, S. (2021). Hematological Changes and Reference Intervals in Hanwoo Calves during the First 28 Weeks of Life. *Animals Journal*, 11(6), 1806. <https://doi.org/10.3390/ani11061806>

Linn, J. (2001). Necesidades nutritivas del ganado vacuno lechero: Resumen de las normas del NRC 2001. *XVII Curso de Especialización*, 24.

http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/NRC_vacunos.pdf

Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branam, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A. J., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7611-7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>

MAG. (2020). "Ecuador se Nutre de Leche" y el sector lácteo se fortalece con apoyo del Gobierno Nacional – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Agricultura y Ganadería. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-nutre-de-leche-y-el-sector-lacteo-se-fortalece-con-apoyo-del-gobierno-nacional/>

- Maiztegui, J., & Romano, G. (2017). Manejo y nutrición de terneras en el levante y su impacto sobre la vida productiva lechera. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 1(3), Article 3. <http://revistaecuadorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/53>
- Martínez, A., Pereira, J., & Priore, L. (2019). Efectos de dos planos de alimentación durante la etapa lactante de terneras de Holstein sobre el consumo de nutrientes y su desarrollo corporal [Universidad de La República]. <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy:8080/xmlui/handle/123456789/2575>
- Mattioli, G., Rosa, D., Turic, E., Picco, S., Raggio, S., Minervino, A., & Fazio, L. (2020). Effects of Parenteral Supplementation with Minerals and Vitamins on Oxidative Stress and Humoral Immune Response of Weaning Calves. *Animals Journal*, 10(8), 1298. <https://doi.org/10.3390/ani10081298>
- Mayo Clinic. (2020). *Hemograma completo* [Revista de Salud]. Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/complete-blood-count/about/pac-20384919>
- McGuirk, S. (2019). *Calf diseases and prevention*. DairexNet. https://dairy-cattle.extension.org/calf-diseases-and-prevention/#Author_Information
- Meale, S., Li, S., Azevedo, P., Derakhshani, H., DeVries, T., Plaizier, J., Steele, M., & Khafipour, E. (2017). Weaning age influences the severity of gastrointestinal microbiome shifts in dairy calves. *Scientific Reports*, 7(1), 198-211. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-00223-7>
- MedlinePlus. (2020). *Hematocrito: Prueba de laboratorio de MedlinePlus*. <https://medlineplus.gov/spanish/pruebas-de-laboratorio/hematocrito/>

- Mohri, M., Sharifi, K., & Eidi, S. (2007). Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Research in Veterinary Science*, 83(1), 30-39. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.10.017>
- Morrison, S., Campbell, J., & Drackley, J. (2017). Amino acid supplementation of calf milk replacers containing plasma protein. *Journal of Dairy Science*, 100(6), 4637-4649. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12402>
- Mustang. (2017). *Cow milk replacers. Advantages and profits*. <http://mustangtk.com/blog/cow-milk-replacers-advantages-and-profits/>
- Nemocón, A., Angulo, J., Gallo, J., & Mahecha, L. (2020). Alimentación: Factor estratégico durante la crianza artificial de terneros provenientes de lecherías. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 803-819. <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.40217>
- Núñez, O., Almeida, R., Rosero, M., Lozado, E., & Kelly, G. (2017). Comportamiento productivo y calidad de la leche en bovinos (*Bos taurus*) utilizando un probiótico natural Productive behavior and milk quality in cattle (*Bos taurus*) using a natural probiotic. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 4(2), 128-136. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2_a05.pdf
- Páez, L. (2015). *Concentración de Inmunoglobulinas de calostro bovino utilizando tecnología de membranas* [Tesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9413>
- Palacios, E., & Narváez, J. (2018). Estudio exploratorio de valores hematológicos en terneras Holstein Frisian mestizas, durante los primeros seis meses de vida. *Maskana*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.06>

- Palczynski, L., Bleach, E., Brennan, M., & Robinson, P. (2020a). Giving calves «the best start»: Perceptions of colostrum management on dairy farms in England. *Animal Welfare*, *29*, 45-58. <https://doi.org/10.7120/09627286.29.1.045>
- Palczynski, L., Bleach, E., Brennan, M., & Robinson, P. (2020b). Appropriate Dairy Calf Feeding from Birth to Weaning: «It's an Investment for the Future». *Animals*, *10*, 116. <https://doi.org/10.3390/ani10010116>
- Panousis, N., Siachos, N., Kitkas, G., Kalaitzakis, E., Kritsepi-Konstantinou, M., & Valergakis, G. E. (2018). Hematology reference intervals for neonatal Holstein calves. *Research in Veterinary Science*, *118*(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.01.002>
- Pared, S., Bilbao, G., Gatiús, S., Alvarado, P., & Rubio, R. (2020). Evaluación de la crianza artificial de terneros lactantes, con dos tipos de alimentación inicial. *Informacion Tecnica Economica Agraria*, *116*(1), 30-40. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.011>
- Patel, S., Gibbons, J., & Wathes, D. C. (2014). Ensuring optimal colostrum transfer to newborn dairy calves. *Cattle Practice*, *22*, 95-104. <https://www.farmantibiotics.org/wp-content/uploads/2018/01/Ensuring-optimal-colostrum-transfer-to-newborn-dairy-calves.pdf>
- Penn State Extension. (2016). *Feeding the Newborn Dairy Calf*. Penn State Extension. <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf>
- Perrín, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1983). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Poveda E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 397-403.
<https://doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Quigley, J., Deikun, L., Hill, T., Suarez, F., Dennis, T., & Hu, W. (2019). Effects of colostrum and milk replacer feeding rates on intake, growth, and digestibility in calves. *Journal of Dairy Science*, 102(12), 11016-11025. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16682>
- Quigley, J., Wolfe, T., & Elsasser, T. (2006). Effects of Additional Milk Replacer Feeding on Calf Health, Growth, and Selected Blood Metabolites in Calves. *Journal of Dairy Science*, 89(1), 207-216. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72085-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72085-9)
- Ramos, A. (2018). *Evaluación del efecto de dos lactoreemplazadores sobre el desempeño de terneros lactantes*. [Universidad Zamorano].
<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6395/1/CPA-2018-T077.pdf>
- Reascos, A., & Salazar, E. (2021). *Efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90* [Universidad de las Fuerzas Armadas].
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/24832/T-IASA%20I-005701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Renaud, D., Kelton, D., Weese, J., Noble, C., & Duffield, T. (2019). Evaluation of a multispecies probiotic as a supportive treatment for diarrhea in dairy calves: A randomized clinical trial. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4498-4505. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15793>
- Roland, L., Drillich, M., & Iwersen, M. (2014). Hematology as a diagnostic tool in bovine medicine. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 26(5), 592-598.
<https://doi.org/10.1177/1040638714546490>

- Sahu, J., Yadav, A., Kumari, T., Pal, P., & Kumar, P. (2019). Probiotic supplementation to produce healthier calves: A short note. *The Pharma Innovation Journal*, 8(3), 494-495.
<https://www.thepharmajournal.com/archives/2019/vol8issue3/PartI/8-3-125-447.pdf>
- Salazar, Á., & Cochet, H. (2016). Dairy farms and small farmers in the Carchi (humid Andes of northern Ecuador): Productive dynamics and comparison of the technical and economic results. *Revista de Geografía Agrícola*, 57, 7-25.
<https://doi.org/10.5154/r.rga.2016.57.005>
- Santos, S. (2013). *El destete en ganado de leche y de carne, dos prácticas opuestas*. | *CONtexto ganadero* | *Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia*.
<https://www.contextoganadero.com/reportaje/el-destete-en-ganado-de-leche-y-de-carne-dos-practicas-opuestas>
- Sharma, P., Prajapati, K., & Choudhary, M. (2018). Effect of calf milk replacer supplementation on body weight gain of crossbred calves under field condition. *Extension Strategies for Doubling the Farmers' Income for Livelyhood Security*, 50-52.
<https://www.gjoe.org/papers/856.pdf>
- Staněk, S., Zink, V., Doležal, O., & Štolc, L. (2014). Survey of preweaning dairy calf-rearing practices in Czech dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3973-3981.
<https://doi.org/10.3168/jds.2013-7325>
- Stefańska, B., Sroka, J., Katzer, F., Goliński, P., & Nowak, W. (2021). The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal Feed Science and Technology*, 272(1), 114738.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114738>
- Teagasc. (2017). *Teagasc Calf Rearing Manual* (Primera edición).

- Tiranti, K., Vissio, C., & Larriestra, J. (2015). *Vista de Patrón de riesgo de la incidencia de diarrea y mortalidad en terneros de lechería en Córdoba, Argentina*. 30(1), 9.
<https://revistas.uchile.cl/index.php/ACV/article/view/39184/40812>
- Unal, I., Tuncer, H., Sakar, C. M., & Unay, E. (2019). The Effect of Maternal Age on Some Body Measurements in Anatolian Black Calves. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2(1), 47-50.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/614417>
- University of California San Fransisco. (2019). *Total Protein*. Ucsfhealth.Org.
<https://www.ucsfhealth.org/Medical Tests/003483>
- Wilm, J., Costa, J., Neave, H., Weary, D., & Von Keyserlingk, M. (2018). Technical note: Serum total protein and immunoglobulin G concentrations in neonatal dairy calves over the first 10 days of age. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6430-6436.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13553>
- Wilms, J., Berends, H., Leal, L., & Martín, J. (2020). Determining the nutritional boundaries for replacing lactose with glucose in milk replacers for calves fed twice daily. *Journal of Dairy Science*, 103(8), 7018-7027. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18034>
- Yohe, T., Berends, H., Leal, L., Wilms, J., Steele, M., & Martín, J. (2021). Metabolic and performance responses to the replacement of lactose by fat in milk replacer formulations for dairy calves. *Animal Journal*, 15(1), 100031.
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100031>
- Yu, K., Canalias, F., Solà-Oriol, D., Arroyo, L., Pato, R., Saco, Y., Terré, M., & Bassols, A. (2019). Age-Related Serum Biochemical Reference Intervals Established for Unweaned Calves and Piglets in the Post-weaning Period. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(1), 123.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00123>

Zalata, A. (2009). *Estimacion del peso vivo de los bovinos en el Municipio de Nocupetaro, a traves del perimetro toraxico, abdominal y la longitud corporal*. Engormix.

<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/estimacion-peso-vivo-bovinos-t27952.htm>