



Efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90 días

Reascos Villacís Ana María

Salazar Enríquez Esteban Bladimir

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

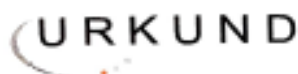
Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Mgs. Diego Vela Tormen

8 de marzo del 2021

Reporte Urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Tesis Final Reascos- Salazar marzo 2021.docx (D98723537)
Submitted: 3/18/2021 4:48:00 AM
Submitted By: palandazuri@espe.edu.ec
Significance: 6 %

Sources included in the report:

tesis Oscar y Henry final.pdf (D95336225)
 tesis Oscar y Henry urkund.pdf (D94541847)
 N2-Sarmiento-Efecto-de-lactoreemplazantes-sobre-la-productividad-al-destete-y-madurez-digestiva-de-terneros-de-carne-y-leche.docx (D69738654)
 CUENCA JENNIFER TESIS MAESTRIA.docx (D42737688)
 TESIS DE JOSE HUMBERTO VERA RODRÍGUEZ.docx (D44723848)
 Plan de Titulación_ Dayana Lomas.docx (D77784909)
 TESIS CONEJOS FINAL.docx (D61739176)
 G2 Prepar prot del Egido Pedrós Vila.pdf (D74588403)
 TESIS NATALY HIDALGO urkund.cocx (D54629526)
 TESIS ALVARO CASTELO.docx (D32575807)
<https://www.eluniverso.com/noticias/2019/09/07/nota/7506160/uso-suero-leche-divide-sector-lacteo>
https://www.researchgate.net/publication/330322662_ESTUDIO_DE_LA_CALIDAD_FISICOQUIMICA_Y_MICROBIOLOGICA_DEL_LACTOSUERO_DE_QUESO_FRESO_PROVENIENTE_DE_QUESERAS_ARTESANALES_DE_CAYAMBE-ECUADOR_ESTUDIO_DE_LA_CALIDAD_FISICOQUIMICA_Y_MICROBIOLOGICA_DEL_LACTO
<https://www.inti.gob.ar/publicaciones/descargac/16>
<https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf>
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8826/Ccoa_Paucar_Antony_Xavier.pdf?sequence=1&isAllowed=yCuadraco
<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3116/47238.pdf?sequence=1&isAllowed=yMuset>
http://centrodeestudiosmontaneses.com/wp-content/uploads/DOC_CEM/HEMEROTECA/AGROPECUARIOS/AIEAgropecuarios_17.pdf#page=12Vizca
https://www.researchgate.net/publication/26459175_Sustitutos_echeros_en_la_alimentacion_de_terneros_Substitutes_milkmen_in_the_feeding_of_calves
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6923/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20EDWIN%20PAUCAR.pdf>
<https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2575/FV-33918.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3065/1/mv186.pdf>
<http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/2860/TRABAJO%20DE%20GRADO%20FINAL.pdf?sequence=1>
http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/07-nutricion_del_ternero_neonato.pdf
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7130/T20094%20ZAVALA%20VELASCO,%20MARIA%20ISABEL%20%20MONOG..pdf?sequence=1>
<https://1library.co/document/q05xppxy-suministro-alimento-lacteo-comportamiento-terneros-holstein-mestizos-holstein.html>

Instances where selected sources appear:

39



Impreso y certificado por:
**DIEGO ALONSO
VELA TORMEN**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, "*Efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90 días*" fue realizado por la señorita **Reascos Villacís, Ana María** y el señor **Salazar Enríquez, Esteban Bladimir**; el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustenten públicamente.

Sangolquí, 8 de marzo del 2020

Firma:



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

.....

Ing. Mgs. Diego Vela Tormen

C.C. 1707754535



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Reascos Villacís, Ana María** y **Salazar Enríquez, Esteban Bladimir**, con cédula de ciudadanía n° 1751598028 y 1753317617 respectivamente, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: ***“Efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90 días”*** 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.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Sangolquí, 8 de marzo del 2021

Firma:

.....

Reascos Villacís Ana María

C.C.: 1751598028

Firma:

.....

Salazar Enríquez Esteban Bladimir

C.C.: 1753317617



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Autorización de publicación

Nosotros, **Reascos Villacís, Ana María** y **Salazar Enríquez, Esteban Bladimir**, con cédula de ciudadanía n° 1751598028 y 1753317617 respectivamente, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: ***“Efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90 días”***, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 8 de marzo del 2021

Firma:

Ana Reascos

.....

Reascos Villacís Ana María

C.C.: 1751598028

Firma:

Esteban Salazar

.....

Salazar Enríquez Esteban Bladimir

C.C.: 1753317617

Dedicatoria

A Dios, que me ha mostrado su gracia e infinito amor en cada paso de mi vida, quien me ha llenado de sabiduría y bendiciones para poder cumplir los anhelos de mi corazón. Todo mi esfuerzo es para tu honra y gloria.

A mis padres, Marco y Alicia, quienes con su inmenso amor y ejemplo incomparable han formado a la persona que soy ahora, gracias infinitas por todo su esfuerzo. Este logro es nuestro.

A mis hermanos Vini y Ange, por ser mi compañía, alegría y ejemplo; gracias por su apoyo.

A mi sobrina Sarah Daniela, quien desde su bendecido nacimiento ha hecho de mis días los más tiernos y felices.

Ana María Reascos Villacís

A Dios, por darme la vida, fuerza y sabiduría para poder cumplir con éxito una etapa muy importante para mí en el ámbito profesional.

A mis padres, ya que sin todo su esfuerzo y gran amor nada de esto podría tener lugar, gracias por siempre estar a mi lado, enseñarme tanto y formar al hombre que soy.

A toda mi familia, quienes siempre me apoyaron, especialmente a mi abuelito Jorge a quien dedico esto con mucho cariño.

Esteban Bladimir Salazar Enríquez

Agradecimientos

“Pero los que esperan en el SEÑOR renovarán sus fuerzas; levantarán las alas como águilas. Correrán y no se cansarán; caminarán y no se fatigarán” (Isaías 40: 31 RVA2015). Agradecemos a Dios por su leal promesa y gracia infinita en nuestras vidas.

Un especial agradecimiento al Ing. Diego Vela por su excelente y oportuna orientación técnica; por su apoyo y amistad. De igual manera, un sentido agradecimiento al Ing. Julio Pazmiño, Dr. Edwin Pino y la Ing. Martha Vargas por orientarnos de manera acertada y profesional durante toda la investigación.

A nuestra carrera IASA I y a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por el préstamo de las instalaciones para poder llevar a cabo la investigación. Gracias por todo el conocimiento, oportunidades, experiencias y logros. ´

Un profundo y afectuoso agradecimiento a nuestros padres; que con amor, paciencia y sabiduría nos han sabido apoyar incondicionalmente a lo largo de nuestras vidas. Gracias por permitirnos compartir este logro con ustedes.

A nuestros familiares, compañeros y amigos, que a lo largo de este proceso formativo han estado presentes, brindando su apoyo y consejos.

Con cariño.

Ana y Esteban

Índice de contenidos

Carátula.....	1
Reporte Urkund	2
Certificación	4
Responsabilidad de autoría	5
Autorización de publicación	6
Dedicatoria	7
Agradecimientos.....	8
Índice de contenidos.....	9
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	14
Resumen	15
Abstract.....	16
Capítulo I	17
Introducción	17
Antecedentes	17
Justificación	19
Objetivos	21
<i>Objetivo general</i>	21
<i>Objetivos específicos</i>	21
Hipótesis	21
Capítulo II	23
Marco referencial	23

	10
Aspectos generales	23
Crianza de terneros	24
<i>Manejo y alimentación de los terneros recién nacidos</i>	24
<i>El calostro</i>	25
<i>Sistemas de crianza</i>	26
Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero	29
<i>Fase pre-rumiante</i>	30
<i>Fase de transición</i>	31
<i>Fase de rumiante</i>	31
<i>Gotera esofágica</i>	32
<i>Digestión de las proteínas</i>	33
<i>Digestión de los carbohidratos</i>	33
<i>Digestión de las grasas</i>	34
Lactoreemplazantes.....	34
<i>Ventajas del uso de lacto-reemplazantes</i>	35
<i>Características de un buen sustituto lácteo</i>	36
Suero de quesería	36
<i>Definición y tipos de suero</i>	36
<i>Composición del suero de quesería</i>	37
<i>Utilización del suero de quesería en la alimentación animal</i>	42
Hidrolizado proteico de pescado	45
<i>Perfect Digest™ FPI SD (Fish Peptide Isolate, Spray-Dried FPI SD)</i>	45

Capítulo III	47
Materiales y métodos	47
Ubicación del área de investigación	47
<i>Ubicación geográfica</i>	47
<i>Ubicación política</i>	47
<i>Ubicación ecológica</i>	48
Materiales	49
<i>Animales</i>	49
<i>Equipos y materiales para la toma de variables</i>	49
<i>Insumos</i>	49
<i>Equipos y materiales para la preparación de la dieta líquida</i>	49
<i>Otros materiales y herramientas</i>	50
Métodos	50
<i>Manejo</i>	52
<i>Variables y métodos de evaluación</i>	57
<i>Diseño experimental</i>	59
Capítulo IV	62
Resultados y Discusión	62
Parámetros zootécnicos	62
<i>Evaluación por tratamientos</i>	62
<i>Evaluación en el tiempo</i>	67
Incidencia de enfermedades	71
Análisis económico	73

	12
Capítulo V.....	76
Conclusiones y Recomendaciones.....	76
Conclusiones.....	76
Recomendaciones.....	77
Bibliografía.....	78

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Fases de desarrollo hasta alcanzar el comportamiento ruminal total</i>	31
Tabla 2	<i>Crecimiento de los compartimientos del estómago de un rumiante en base a la edad</i>	32
Tabla 3	<i>Composición del suero de quesería dulce y ácido</i>	38
Tabla 4	<i>Composición proteica del suero de quesería</i>	41
Tabla 5	<i>Composición de aminoácidos esenciales presentes en las proteínas lácteas</i>	41
Tabla 6	<i>Composición nutricional del alimento concentrado ofrecido a los terneros</i>	54
Tabla 7	<i>Composición nutricional del suero de quesería utilizado en la elaboración de las dietas</i>	55
Tabla 8	<i>Composición nutricional del producto Perfect Digest TM FPI SD</i>	56
Tabla 9	<i>Tratamientos para la fase experimental</i>	59
Tabla 10	<i>Promedio \pm error estándar de parámetros zootécnicos en base a los tratamientos</i>	62
Tabla 11	<i>Promedio \pm error estándar de parámetros zootécnicos en base al tiempo</i>	67
Tabla 12	<i>Promedio \pm error estándar del número de diarreas en base a cada dieta líquida</i>	71
Tabla 13	<i>Tasa de incidencia de enfermedades gastrointestinales por tratamiento</i>	72
Tabla 14	<i>Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados</i>	73
Tabla 15	<i>Costo unitario de los insumos utilizados en la elaboración de las dietas líquidas</i>	74
Tabla 16	<i>Análisis Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados</i>	75

Índice de figuras

Figura 1	<i>Proporciones de los órganos estomacales en rumiantes</i>	30
Figura 2	<i>Ubicación del proyecto de investigación</i>	48
Figura 3	<i>Unidades de alojamiento de los terneros.....</i>	51
Figura 4	<i>Croquis experimental</i>	59
Figura 5	<i>Ganancia de peso de acuerdo a las dietas líquidas suministradas</i>	63
Figura 6	<i>Altura a la cruz de acuerdo a las dietas líquidas suministradas</i>	65
Figura 7	<i>Perímetro torácico de acuerdo a las dietas líquidas suministradas.....</i>	66
Figura 8	<i>Ganancia de peso de los terneros de acuerdo al tiempo</i>	68
Figura 9	<i>Altura a la cruz de los terneros de acuerdo al tiempo.....</i>	69
Figura 10	<i>Perímetro torácico de los terneros de acuerdo al tiempo.....</i>	70

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el desempeño de terneros lactantes utilizando una alimentación a base de leche entera y suero de queso más hidrolizado proteico de pescado. Se utilizaron 16 terneros del cruce Holstein Friesian x Montbeliarde. Durante 90 días fueron alimentados diariamente según los tratamientos asignados: (T0): 4 L de leche entera; (T1): 2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 20 g de hidrolizado de pescado; (T2): 2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 30 g de hidrolizado de pescado y; (T3): 2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado. Se midió peso corporal, altura a la cruz y perímetro torácico a los 3 días de nacidos, y una vez por semana hasta su destete. Se tomó registro diario de cuadros diarreicos y respiratorios para obtener la tasa de incidencia de enfermedades. Además, se realizó un análisis Beneficio/Costo. Los datos obtenidos se sometieron a un DCA en parcela dividida mediante modelos mixtos. La ganancia de peso del grupo control T0 no presentó diferencias significativas respecto a las dietas experimentales; sin embargo, el tratamiento T2 reportó un valor inferior a los tratamientos T1 y T3 ($p=0,0252$). El valor más alto de altura a la cruz, se registró en el tratamiento T2 ($p=0,0001$). No se encontró diferencias significativas para Perímetro torácico ($p=0,0737$). Independientemente de la dieta líquida suministrada, hubo mayor incidencia de cuadros diarreicos durante el periodo comprendido los 0 y 30 días de vida. Las dietas experimentales fueron las opciones económicamente más ventajosas, ya que reemplazar el 50% de la leche con estos subproductos no afectó el rendimiento de los animales.

Palabras Clave: *Suero de quesería fresco, Hidrolizado proteico de pescado, ternero.*

Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of lactating calves using a diet based on milk whey with fish protein hydrolyzate. Sixteen calves from the Holstein Friesian x Montbeliarde cross breed were used. During 90 days they were fed daily according to the assigned treatments: (T0): 4 L of milk; (T1): 2 L of milk and 2 L of fresh whey + 20 g of fish hydrolyzate; (T2): 2 L of milk and 2 L of fresh whey + 30 g of fish hydrolyzate and; (T3): 2 L of milk and 2 L of fresh whey + 40 g of fish hydrolyzate. Body weight, height at the withers and thoracic perimeter were measured at 3 days of birth, and once a week until weaning. A daily record of diarrheal and respiratory symptoms was taken to obtain the disease incidence rate. In addition, a Benefit / Cost analysis was performed. The data obtained were subjected to a DCA in a divided plot using mixed models. The weight gain of the control group T0 did not present significant differences with respect to the experimental diets; however, treatment T2 reported a lower value than treatments T1 and T3 ($p = 0.0252$). The highest value of height at the withers was recorded in treatment T2 ($p = 0.0001$). No significant differences were found for thoracic circumference ($p = 0.0737$). Regardless of the liquid diet, there was a higher incidence of diarrhea during the period between birth and 30 days of life. The experimental diets were the most economically advantageous options, since replacing 50% of the milk with these by-products did not affect the performance of the animals.

Key Words: *Fresh cheese whey, Fish-protein hydrolysate, calf.*

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

En el Ecuador, principalmente en la región sierra, el sector lechero representa gran aporte a nivel económico y social (Alvarado Morales, 2017). De acuerdo con el INEC (2019), la ganadería de leche aportó con una producción de 6'648.786 litros por día, en donde la región andina representó el 77,69% de la producción con un total de 5'165.222 litros por día.

La crianza de terneros en el país representa la etapa más costosa y determinante del futuro de una explotación ganadera de leche; sin embargo, según García et al. (2017) en la sierra ecuatoriana se han registrado índices productivos que evidencian una baja eficiencia, tales como: uso extensivo de leche desde 1 a 6 litros/ternero/día en periodos de hasta 6 meses, tasa de mortalidad de terneros elevada (llegando a un 28%), destete efectivo (84%), y descenso en la tasa de crecimiento.

La cría de terneros es la actividad comprendida entre el nacimiento y el momento del destete (Martínez Rey et al., 2019), de la cual se obtienen hembras para la reposición de vientres y machos para la venta o engorda. De acuerdo a Ramirez Benancio (2018) el terneraje representa el futuro capital productivo del ganadero, sin embargo, es el grupo de animales que menos atención recibe, descuidándose la realidad de que en las primeras etapas de vida del animal es determinante el correcto desarrollo corporal y su capacidad productiva.

En cuanto a alimentación, es esencial que se suministre calostro durante las primeras 6 horas después del nacimiento (Ramos Guevara et al., 2013), con el fin de proporcionar

protección contra enfermedades y garantizar un correcto desarrollo. Además, en las primeras semanas de vida lo recomendable es el suministro de dieta líquida en proporción de 10% del peso vivo del animal en dos tomas diarias (Ramos, 2018).

En sistemas de producción lechera es tradicional la crianza artificial de terneros, lo cual implica la separación de la madre después de terminada la etapa de calostro, por razones principalmente económicas. En la actualidad se ha implementado la adopción de tecnologías y técnicas que contribuyan a la disminución de costos en esta etapa, buscando principalmente el remplazo total o parcial de la leche por otros productos que aseguren mejores o iguales resultados a bajos costos, sin dejar de lado la salud y el bienestar de los animales.

A pesar de que los terneros son sensibles a las condiciones de alimentación durante sus primeros días de vida, sobre todo cuando se están adaptando a su nuevo entorno y ganando fuerza (Ramos Guevara et al., 2013), y con la premisa de que el desarrollo y futura producción del animal son la respuesta obtenida al tipo y cantidad de alimento lácteo ofrecido a lo largo de su etapa como lactante; Escobar Guamán (2010) menciona que históricamente se ha introducido el uso de subproductos de la industria lechera en la crianza de terneros para suplementar o complementar la proteína láctea con resultados satisfactorios, como es el caso de la leche descremada y suero de quesería. Nuevos estudios han implementado la utilización de fuentes de proteína no láctea, principalmente con derivados de pescado y soya por su bajo costo y alta concentración proteica.

El suero de quesería ha sido utilizado en varios estudios con el fin de optimizar las dietas ofrecidas a vacas en lactación y terneros, y, se explica que dentro de la fabricación de queso algunas proteínas y parte de la grasa natural de la leche se coagulan, sin embargo, prevalece

cerca del 50% de las proteínas y minerales, además de vitaminas liposolubles (vitaminas A, D, E y K) (Suárez, 2015).

Los hidrolizados de pescado además de representar una alternativa de aprovechamiento de los subproductos pesqueros, constituyen una importante fuente de nutrientes que puede ser utilizada favorablemente para el desarrollo de productos alimenticios (Hleap Zapata & Gutiérrez Castañeda, 2017).

Varios estudios destacan que los sustitutos lácteos pueden ser suministrados a terneros con resultados satisfactorios y, además, presentan razones económicas válidas para su uso. Cabe mencionar que en la elaboración de lactoreemplazantes, con el fin de suplir y complementar las necesidades nutricionales de los animales, predomina la utilización de suero de leche y proteína de origen animal, en donde destaca la proteína de pescado; lo cual se debe a su bajo costo y propiedades favorables para el desarrollo y alimentación de terneros.

Este estudio tiene como objetivo evaluar el desempeño de terneros lactantes utilizando una alimentación a base de leche entera y suero de quesería fresco más hidrolizado proteico de pescado en un periodo de tiempo de 90 días, y, determinar el tratamiento más rentable, y eficiente sin afectar el crecimiento y desarrollo del ternero.

Justificación

Para el año 2019 en el Ecuador se reportó una producción de 1,2 millones de litros de suero, de los cuales únicamente se dio valor agregado al 10% del total (Zambrano & Pinto, 2019). Botero Penagos & Naranjo Peñuela (2020) señalan que el vertimiento directo de este subproducto en drenajes, cuerpos de agua y en el suelo genera altas emisiones de gases de efecto invernadero.

La inclusión del suero de quesería como sustituto lácteo ha sido aprovechada en alimentación de bovinos en etapas de cría y engorde (Robalino Puente, 2017), permitiendo la reducción de costos hasta en un 50% del consumo normal de leche en terneros (Muset & Castells, 2017). El lactosuero conserva del 50 a 55% de las características nutricionales de la leche (Alvarado Córdor et al., 2016), entre las más relevantes: proteínas solubles (6-8 g/l), lactosa (45-50 g/l), sales minerales (4-6 g/l) (Muset & Castells, 2017). Además, posee componentes que mejoran el funcionamiento metabólico del animal y mejoran las características organolépticas en raciones alimenticias (Haberkorn, 2018).

Elizondo Salazar (2013) manifiesta que dentro de las dietas para alimentación de terneros la proteína es el elemento que más atención recibe por su aporte nutricional al crecimiento del animal y por su alto costo. Con esta referencia, se debe buscar una alternativa económica y de buena calidad que permita el correcto desarrollo del animal y su destete a temprana edad.

En el Ecuador el procesamiento de peces genera gran cantidad de residuos no aptos para el consumo representando el 60% del peso total del pez (Osorio Cevallos & Llerena Hidalgo, 2018), además de que un manejo inadecuado genera altos costos e impactos ambientales (Hleap Zapata & Gutiérrez Castañeda, 2017). Se ha logrado proporcionar tratamientos para mejorar su digestibilidad y disponibilidad para la alimentación animal; como es el caso de los productos hidrolizados, los cuales son utilizados como fuente proteica en la elaboración de sustitutos lácteos por sus características de bajo costo, alto valor nutritivo, palatabilidad y estabilidad durante el almacenamiento (Escobar Guamán, 2010).

Esta investigación pretende brindar una alternativa para la nutrición de terneros

lactantes, implementando el aprovechamiento de un subproducto lácteo subutilizado junto con un suplemento nutricional de alto valor proteico, con el fin de disminuir el consumo de leche entera y obtener rendimientos similares a una alimentación convencional a un menor costo.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en la dieta de terneros hasta los 90 días.

Objetivos específicos

- Valorar el efecto de la adición de suero de leche e hidrolizado de pescado en parámetros zootécnicos en terneros desde el nacimiento al destete.
- Determinar la incidencia de enfermedades gastrointestinales y respiratorias en terneros lactantes.
- Analizar el impacto económico de la adición de suero de leche e hidrolizado proteico de pescado en la dieta de terneros lactantes.

Hipótesis

H0: La adición de suero de leche e hidrolizado proteico de pescado, no influye sobre la sanidad y parámetros zootécnicos en terneros.

H1: La adición de suero de leche e hidrolizado proteico de pescado, influye sobre la sanidad y parámetros zootécnicos en terneros.

H0: La adición de suero de leche e hidrolizado proteico de pescado, no reduce los costos de la dieta en terneros lactantes.

H1: La adición de suero de leche e hidrolizado proteico de pescado, reduce los costos de la dieta en terneros lactantes.

Capítulo II

Marco referencial

Aspectos generales

El sector de la ganadería de leche en el Ecuador representa el 13.41% del PIB Agrícola y el 1.3% del PIB Nacional, es decir, aporta con \$1.3 Billones de dólares (Banco Central del Ecuador, 2019a). Además, un total de 298 mil ganaderos trabajan en esta actividad, siendo considerado el sector agrícola que genera más empleo, con un total de 1.5 millones de empleos directos e indirectos (Terán Flores, 2019).

En 2019, la producción diaria de leche en Ecuador fue de 6'648.786 litros, de esta cantidad el 77.69% corresponde a la región sierra. En este mismo año, se ordeñaban diariamente 654.326 vacas en la región andina, con una producción promedio diaria de 7.9 litros/vaca, de los cuales el 84.89% es destinada a la venta en líquido, 5.44% al consumo en los terrenos, 4.07% al procesamiento en los terrenos, 4.07% a la alimentación de terneros, y el 1.53% a otros fines (INEC-ESPAC, 2019).

Para el año 2019 el país contó con 4'306.244 cabezas de ganado, de los cuales 1'064.846 son terneros hembras y machos, y de estos 532.973 pertenecen a la región sierra, representando el 50% del total de terneros a nivel nacional (INEC-ESPAC, 2019).

Las explotaciones ganaderas de leche tienen como uno de sus principales objetivos el crecimiento acelerado y óptimo de terneros, que serán el futuro reemplazo de la lechería, asegurando la producción de carne y leche venidera, y representando una oportunidad de incremento en el hato. Es por ello que se centra mayor atención en el tipo y calidad de manejo

alimenticio ofrecido a las crías durante su etapa lactante, volviéndose determinante para la rentabilidad y viabilidad económica del sistema productivo.

Crianza de terneros

La crianza de terneros se puede definir como la agrupación de normas o pautas de manejo con el objetivo de obtener terneros destetados en el menor tiempo posible, provocando una pronta transición de lactante a rumiante, dentro de un modelo económicamente rentable (Martínez Rey et al., 2019). Para una explotación lechera o doble propósito, las terneras representan el futuro del hato, considerando que serán el remplazo productivo de las vacas de descarte, ya sea por problemas sanitarios, reproductivos, baja producción de leche o bien por vejez (Medina Aizaga, 2015).

De acuerdo con Hidalgo Chisaguano (2019), existen parámetros que muestran el éxito de una adecuada crianza de terneros, así como la ausencia o disminución de la tasa de mortalidad (menor al 5%), el crecimiento y desarrollo óptimo de manera continua de los terneros, la reducción de los costos que implica la crianza, y la disminución de la edad al primer servicio.

Manejo y alimentación de los terneros recién nacidos

Schild (2017) señala la importancia de las condiciones de la vaca al momento del parto, un buen manejo de parto y parto permitirá reducir el riesgo de partos distócicos y por ende una mayor sobrevivencia de los terneros. Dentro de los factores más importantes a considerar se encuentra un adecuado plan de vacunación y nutrición de las madres, propiciar un lugar confortable para el parto, realizar observaciones regulares al animal con el fin de intervenir de manera oportuna en el caso de presentarse complicaciones al momento del parto.

Al presentarse un parto normal, la madre cumple la misión de limpiar el moco fetal y las membranas con el fin de evitar congestiones en los orificios nasales, además, estimula la ingesta de su primer alimento al recién nacido (calostro), acción que debe ocurrir de manera inmediata dentro de las primeras dos horas de vida del ternero (Medina Aizaga, 2015); por tal razón, se debe vigilar al neonato para evidenciar su comportamiento y vigor frente a la búsqueda de la ubre de la vaca, así también, la receptividad de la vaca al ternero, y de ser necesario se debe brindar ayuda de manera oportuna (Schild, 2017).

Medina Aizaga (2015) menciona que uno de los primeros cuidados que se debe realizar al ternero recién nacido es la desinfección del cordón umbilical, ya que el neonato es muy susceptible a adquirir enfermedades por esta vía; por tanto, es necesario la aplicación de cualquier tipo de producto que garantice su desinfección y cicatrización. En algunos casos será necesario realizar un nudo o amarrar el cordón umbilical con una piola para evitar el sangrado del mismo.

El calostro

Pérez Zuluaga & Contreras Villalba (2014) definen al calostro como la primera secreción que se obtiene después del parto, de características: densa, cremosa y coloración amarillenta. Toda secreción que se obtiene entre el calostro y la leche entera se denomina leche de transición, por su similitud en la composición con la leche entera (Balladares Villalva, 2017).

El calostro presenta un gran contenido de anticuerpos, factores de crecimiento y nutrientes necesarios para el neonato (Tipán Céleri, 2020). También muestra cantidades más elevadas de proteína (14% vs 3.2%), grasa (6,7% vs 3,2%), minerales y vitaminas en comparación con la leche entera (Lozic Silva, 2013).

El calostro cumple diferentes funciones que son de vital importancia para el neonato, Lozic Silva (2013) indica que el calostro tiene una influencia en la reducción de morbilidad y mortalidad antes del destete; así también, se ve un efecto favorable sobre la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia del ternero. Dentro de dichas funciones se encuentra la termorregulación del ternero, esto gracias a su gran aporte de energía (Balladares Villalva, 2017), además, tiene una acción laxante que ayuda en la eliminación del meconio, estimulando así el tránsito intestinal (Tipán Célleri, 2020). También ayuda al desarrollo del organismo por su contenido alto en factores de crecimiento, lactoferrina y lactoperoxidasa.

Sánchez Soto (2015) recalca el importante aporte de anticuerpos o inmunoglobulinas por parte del calostro, los cuales son absorbidos en el intestino por el ternero (inmunidad pasiva), considerando que en el caso de los bovinos la inmunidad no puede ser transmitida por vía placentaria, lo que representa un neonato sin ningún tipo de inmunidad y expuesto a cualquier infección hasta el momento de la ingesta del calostro. Páez Fiallos (2015) señala que existen tres tipos de Inmunoglobulinas (Ig) en el calostro: IgG, IgM, IgA. La concentración más alta de inmunoglobulinas es de la clase IgG1 (34,96 mg/ml), en comparación con IgA e IgM (1,66 mg/ml y 4,32 mg/ml respectivamente) que se encuentran en menor concentración (Sánchez Soto, 2015).

Sistemas de crianza

Schild (2017) aclara que existen diferentes sistemas de crianza para terneros y, que estas se ven clasificadas principalmente por el tipo de instalaciones y la forma en que se proporciona el alimento a los animales. Martínez Rey et al. (2019) señalan que estos sistemas van desde una crianza natural donde el neonato pasa en contacto con la madre y se alimenta de forma directa de la ubre de la vaca, hasta la crianza artificial donde el ternero es separado de la

madre una vez acabado el parto, de tal manera que el calostro se debe ordeñar y ser suministrado de forma artificial.

Sistema natural. Este sistema también es considerado como crianza libre ya que permite que el ternero permanezca junto a la madre o en ocasiones a una vaca nodriza (Schild, 2017). El sistema natural se adapta mejor a la producción de carne ya que prioriza la alimentación y crecimiento del ternero antes que la producción de leche. Por lo general la madre es ordeñada una vez al día para retirar el exceso de producción, o bien se ordeña de tal manera que se reserve un cuarto de la ubre para la ingesta del ternero, de esta manera se estimula a la vaca para el descenso de la leche. En algunos casos los terneros son retirados de las madres durante lapsos de tiempo en el día para evitar un exceso de amamantamiento y, además, para suministrar otro tipo de alimento al ternero. ya sea forraje o alimento balanceado (Hidalgo Chisaguano, 2019).

Cuando se utiliza una vaca nodriza el ternero es retirado de su madre al tercer o cuarto día de nacido y es llevado con una vaca previamente seleccionada, por problemas a la hora del ordeño o por presencia de mastitis (Lanuza, 2006). Una vaca nodriza puede acoger a tantos terneros como pezones funcionales disponga, así también, el número de terneros adoptados se verá limitado por el nivel de producción de la vaca (Hazard, 2016). El amamantamiento de los terneros suele darse dos veces al día durante media hora o máximo una hora, después de esto los terneros son retirados de la madre nodriza (Lanuza, 2006).

Sistema artificial. En un sistema artificial el ternero se separa de la madre lo más pronto posible después del parto, el neonato entra en un régimen de cuidado y alimentación muy específico, donde se precisa estimular el cambio de monogástrico a rumiante (Hidalgo Chisaguano, 2019). La dieta líquida está compuesta principalmente de leche entera o bien de sustituto lácteo, y debe ser suministrado en cantidades que cubran las necesidades del ternero pero que a su vez permitan el consumo de otro tipo de alimento como el forraje y el concentrado (Hazard, 2016).

Martínez Rey et al. (2019) señalan la importancia de las instalaciones para albergar a los terneros y, que estas deben propiciar un ambiente favorable para el crecimiento y desarrollo de los mismos, aislándolos principalmente de la lluvia y el viento, sin dejar de lado una adecuada ventilación, buena iluminación y la adecuación de un tipo de piso confortable. Dependiendo de las instalaciones con que se cuentan, el alojamiento de los terneros puede ser individual (1,5 m² mínimo por animal) o en grupos (de 6 a 8 animales), se debe tomar en cuenta que en un manejo individual los terneros podrán ser observados y tratados de mejor manera en los ámbitos alimenticios y sanitarios (Schild, 2017).

Dentro de un sistema de crianza artificial es importante el suministro de alimento balanceado a los terneros, ya que este acelerara la transición de monogástrico a rumiante, debido a que estimula el crecimiento de pliegues ruminales denominados papilas. De tal manera que se debe proporcionar el concentrado desde la primera semana de vida, teniendo consumos progresivos que deben llegar hasta los 2 kg día por ternero. Es indispensable el aporte de agua fresca y a voluntad que permita la correcta ingesta y aprovechamiento del alimento balanceado (Cujano Toapanta, 2012).

De la misma manera, por su importancia en el incremento del volumen del rumen y su alto contenido de fibra, se debe incorporar el forraje, a placer, en la dieta del ternero desde la segunda semana de vida (Cujano Toapanta, 2012).

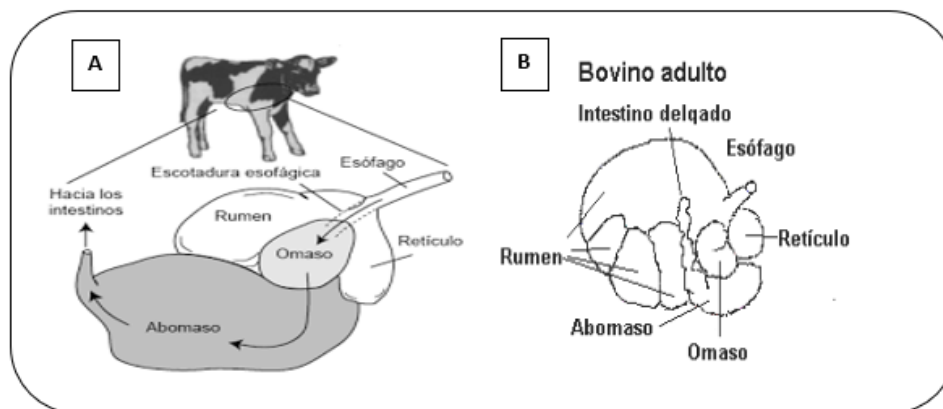
Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero

A pesar de que la digestión de los alimentos en un bovino adulto esta dado por un mecanismo rumiante, los terneros digieren la leche por procesos enzimáticos y no fermentativos, lo que sugieren un comportamiento monogástrico (Flores Alca, 2017). Esto se da por un desarrollo primitivo del rumen y un complejo retículo-rumen no funcional (Paucar Anasi, 2014).

Al nacimiento el abomaso comprende alrededor del 50% del tamaño relativo del estómago (Castañeda Villamil & Robayo Negro, 2019). El desarrollo y crecimiento de los tres compartimientos gástricos (rumen, retículo y omaso) dependerá del tipo de dieta suministrada (Vera Játiva, 2014). El desarrollo del rumen implica la implantación de la masa microbiana y la capacidad de absorción de nutrientes (Salazar Samecash, 2010).

Figura 1

Proporciones de los órganos estomacales en rumiantes



Nota. (A) Proporciones de los órganos estomacales del Ternero. (B) Proporciones de los órganos estomacales del rumiante adulto. tomado de (Flores Verónica, 2017).

Adaptado de: Respuesta de transferencia de embriones en vacas receptoras Brown Swiss PPC (*Bos taurus* L.) y en terneros hasta el destete en el CIP- Illpa – FCA, U.N.A PUNO, (p.20), por Flores, 2017, Universidad Nacional del Altiplano.

Benavides Pastora & García Ordoñez (2018) señalan que el estómago de los terneros alimentados con dietas líquidas y sólidas, pasa por diferentes fases o etapas durante su desarrollo. Dentro de estas se identifican a tres: fase pre-rumiante, fase de transición y fase de rumiante.

Fase pre-rumiante

El órgano responsable de la digestión en esta fase es el abomaso, ya que el ternero depende exclusivamente de una dieta basada en leche o lacto-reemplazantes para el aporte de los nutrientes necesarios para el mantenimiento y crecimiento. La duración de esta fase se somete al suministro e inicio del consumo de alimentos sólidos, por lo general se extiende desde el nacimiento hasta las 2 o 3 semanas de vida (Benavides Pastora & García Ordoñez, 2018).

Fase de transición

El inicio de esta fase se da con el consumo de concentrados y depende de diversos factores como la sanidad del ternero, la tasa de ganancia de peso, disponibilidad de agua y el manejo de la dieta láctea empleada; que darán paso a la fermentación ruminal. El desarrollo del rumen es resultado de la producción de Ácidos Grasos Volátiles (AGV) y del efecto físico de la dieta. En esta etapa el abomaso y el rumen son los responsables de la digestión de los alimentos, y durará tanto como alimentos lácteos sean ofrecidos al ternero (Benavides Pastora & García Ordoñez, 2018).

Fase de rumiante

En esta fase el rumen cumple el rol protagónico de la digestión, degradando gran parte de los alimentos y produciendo elevadas cantidades de AGV y proteína microbiana (Paucar Anasi, 2014). Aquellos nutrientes que no son degradados en el rumen sufren una degradación enzimática en las partes bajas del intestino. Esta etapa dura toda la vida del animal (Benavides Pastora & García Ordoñez, 2018).

Tabla 1

Fases de desarrollo hasta alcanzar el comportamiento ruminal total

Edad	Fase
0 - 3 Semanas	No Rumiante
4 - 7 Semanas	Fase de transición
> a 8 semanas	Rumiante Funcional

Nota. Adaptado de: Evaluación del extracto de alcachofa (*cynara scolymus* l.), más colina para mejorar parámetros productivos y las características morfométricas de las vellosidades intestinales en terneros calostrados, (p.22), por Masapanta, 2016, Universidad Técnica de Ambato.

Paucar Anasi (2014) menciona que existe un acelerado crecimiento del retículo-rumen en cuanto el ternero empieza a alimentarse de material sólido. Además, señala que, dentro de la evolución del estómago, el omaso es el compartimiento que más se tarda en alcanzar su tamaño adulto.

Tabla 2

Crecimiento de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante en base a la edad

Edad	Retículo-rumen (%)	Omaso (%)	Abomaso (%)
Neonato	40	4	56
3 semanas	48	4	36
7 semanas	66	4	23
Adulto	86-90	3-5	7-9

Nota. Adaptado de: Evaluación del efecto de las levaduras procreatin y yesac, para el incremento de las terneras de reemplazo (Holstein Friesian), (p.7), por Paucar, 2014, Universidad de Guayaquil.

Gotera esofágica

Vera Játiva (2014) define a la papila o gotera esofágica como “un pliegue muscular que se extiende en forma descendente desde el cardias hasta el omaso a lo largo de la pared del retículo”. Al estimularse se cierra formando un canal por donde el calostro o la leche pasan de manera directa del esófago al abomaso, evitando así el ingreso al retículo-rumen donde se generaría fermentaciones indeseadas (Flores Alca, 2017).

El cierre de la papila esofágica responde a un arco reflejo que se inicia como respuesta a estímulos centrales y periféricos (Salazar Samecash, 2010). Al producirse la succión de la leche por parte del ternero, ya sea de la ubre o en mamadera, inicia el reflejo, este también puede tener lugar tan solo al observar la mamadera o la preparación del alimento (Vera Játiva, 2014).

Por otro parte, Paucar Anasi (2014) menciona que existen receptores en la faringe que

responden a componentes químicos de la leche y a su temperatura. Situaciones de estrés evitan el correcto cierre de la gotera esofágica dando lugar al ingreso de la leche al retículo-rumen.

Digestión de las proteínas

Las necesidades nutricionales de un ternero dependen de diversos factores como: La edad, peso, tamaño y raza (Schulz Bielefeld, 2000).

La proteína es el compuesto más importante del tejido animal; Masapanta Masapanta (2016) menciona que un ternero cuyo peso aproximado es de 45 kg tiene un requerimiento proteico de 120 g. Schulz Bielefeld (2000) recalca la importancia de utilizar proteína de alta digestibilidad y con un perfil aminoacídico favorable, ya que los terneros muestran especial sensibilidad hacia la calidad de la proteína suministrada.

La digestión de las proteínas se encuentra a cargo de la renina y pepsina, enzimas que son secretadas por las glándulas fúndicas de manera inactiva, pero al encontrarse en el abomaso en condiciones acídicas se reactivan (Paucar Anasi, 2014).

Digestión de los carbohidratos

El ternero en sus primeros días de vida solo posee la capacidad de digerir carbohidratos simples de origen lácteo y no carbohidratos complejos provenientes de vegetales, ya que las enzimas responsables de digerir a estos últimos no están presentes o su actividad es escasa (Masapanta Masapanta, 2016).

Masapanta Masapanta (2016) señala que debe existir un suministro diario de al menos 2,73 mega calorías de energía, esto para cubrir los requerimientos energéticos de un ternero prerumiante de 40 kg.

Los terneros menores a 45 días, se encuentran restringidos en su capacidad para utilizar carbohidratos. De esta manera existe una eficiencia en la digestión de lactosa, glucosa y galactosa, pero solo una leve digestión de almidón y maltosa. Esto debido a que el animal no secreta amilasa salival y posee una baja actividad de la amilasa pancreática (Paucar Anasi, 2014).

Digestión de las grasas

En la primera y segunda semana de vida del ternero la digestión de las grasas se encuentra a cargo de la enzima lipasa salival que es secretada por las glándulas salivares palatinas, la cual es reemplazada por la lipasa pancreática a partir de la tercera semana de edad (Ríos Díaz, 2014).

Para el ternero las grasas representan energía y el aporte de ácidos grasos polinsaturados que no pueden ser sintetizados biológicamente, los mismos que son necesarios para su correcto desarrollo. El aporte de grasa también reduce la incidencia de diarreas, mejora la apariencia general del ternero y puede representar una barrera ante el estrés (Paucar Anasi, 2014).

Lactoreemplazantes

A pesar de que la leche materna es en sí la mejor alternativa de alimento para un ternero recién nacido. En explotaciones lecheras donde se realizan crías artificiales de manera que el ternero es separado de la madre; razones sanitarias y en especial económicas impulsan a los productores a realizar un remplazo de la leche por los denominados lacto-reemplazantes o sustitutos lácteos (Juliano et al., 2016).

Garzón Quintero (2008) define a los lacto-reemplazantes como productos que simulan la leche natural y que brindan rendimientos semejantes o iguales a la misma. La calidad de los

sustitutos lácteos está dada de manera general por la fuente y el contenido de proteína y energía. En la misma medida se encuentran las vitaminas, los minerales e incluso ciertos aditivos que son incorporados regularmente (Vargas et al., 2012).

En los años 50 se da inicio a la elaboración de lacto-reemplazantes, compuestos principalmente de leche descremada, suero en polvo y grasa animal. Estos productos se vieron pobremente utilizados, lo que se presume se dio debido al bajo contenido de grasa y a los métodos rudimentarios para la obtención de la leche descremada (Garzón Quintero, 2008).

A partir de los años 80 con el avance de la tecnología en la fabricación se comienza a dar importancia económica a la elaboración de lacto-reemplazantes con la adición de subproductos especialmente de soya; pero no es sino hasta principios de los 90, cuando se desarrollan en Europa complejos procesos de incorporación de grasa y se aprovechan materias primas como el aceite de coco o el de pescado, que se incrementa de forma considerable la aceptación del uso de los sustitutos lácteos (Garzón Quintero, 2008).

Ventajas del uso de lacto-reemplazantes

Ccoa Paucar (2018) menciona que una de las ventajas más importantes a considerar es la utilización de subproductos lácteos que representa un menor costo que la leche entera. Además, señala que en general 1 kg de sustituto lácteo puede reemplazar de 6 a 7 kg de leche entera, reduciendo el costo de alimentación en unas cuatro veces.

La facilidad de almacenamiento y manipulación es otra ventaja que presentan los lacto-reemplazantes, a esto se adiciona el evitar riesgos que puede presentar la ingesta de leche de descarte, que es con lo que generalmente se alimenta a los terneros en los grandes sistemas lecheros (Juliano et al., 2016).

Características de un buen sustituto lácteo

Aldaz Lopez (2012) considera que un lacto-reemplazante debe estar constituido por un 25% de proteínas, 15% de grasa, 53% de carbohidratos y 7% de ceniza. Además, estos deben ser solubles en agua, tener una alta palatabilidad y tener una digestibilidad mayor al 90% (Guerrero Aguilar, 2013).

Distintos autores, así como (Garzón Quintero, 2008) y (Guerrero Aguilar, 2013), concuerdan que todo sustituto lácteo debe cumplir con ciertos requisitos, como:

- Aportar un adecuado porcentaje de nutrientes que cubran los requerimientos del ternero y que sean fácilmente digestibles.
- Proporcionar un contenido equilibrado de aminoácidos esenciales.
- Tener propiedades de suspensión en el agua que faciliten una mezcla homogénea.
- Poseer una baja velocidad de sedimentación.
- Estar exento de factores tóxicos.
- Permanecer estable en el tiempo.
- Ser factible de producir y su costo no debe sobrepasar al de la leche.
- Ser producido de manera homogénea y contar con disponibilidad permanente.
- Estar libre de antibiótico.

Suero de quesería

Definición y tipos de suero

El suero o también denominado lactosuero es uno de los residuos más importantes de la industria quesera. Definido como el líquido resultante de la separación de la caseína y de la grasa tras la elaboración del queso (Rincón García et al., 2020); también definido como un

líquido turbio, de color verdoso amarillento, resultante de la coagulación de la leche dentro de la fabricación de queso (Betancor Pernia, 2019). Representa aproximadamente del 80 a 90% del volumen total de la leche (Villar Bonet, 2006), y se estima que mantiene aproximadamente el 55% de las características nutricionales de esta (Alvarado Córdor et al., 2016).

Según Cuervo Garcés & Echeverry Vargas (2016), existen dos tipos de suero de acuerdo al método de coagulación de la leche para la obtención de queso:

- Suero dulce: Este tipo de suero tiene alta concentración de lactosa, un pH de 5,9 a 6,6. Es obtenido a partir de una acción enzimática adicionada a la leche, denominada cuajo, la cual contiene la enzima renina o quimosina que rompe la cadena de la K-caseína.
- Suero ácido: se obtiene del proceso de coagulación de la caseína por adición de ácidos minerales u orgánicos provocando la fermentación de la leche y disminución del pH hasta un valor de 4,0 (Muset & Castells, 2017).

Composición del suero de quesería

Su composición varía de acuerdo a las características de la leche empleada para elaboración del queso y su proceso de fabricación, ya sea por coagulación ácida o enzimática (Iniesta Planells, 2020). Aproximadamente su contenido es de 93.1% agua, 4.9% lactosa, 0.9% proteína cruda, 0.6% cenizas, 0.3% de grasa, 0.2% vitaminas hidrosolubles y suero láctico (Haberkorn, 2018). Contiene 240 Kcal/litro de materia seca (MS), en concentración normal (Ferrín, 2019). En la Tabla 3, según (Betancor Pernia, 2019), se muestra la composición aproximada del lactosuero dulce y ácido típico.

Tabla 3

Composición del suero de quesería dulce y ácido

Ítem	Composición (%)	
	Suero Dulce	Suero Ácido
pH	> 6,7	< 5,6
Sólidos totales	6,40	6,40
Agua	93,60	93,50
Grasa	0,05	0,04
Proteína	0,55	0,55
NNP ^a	0,18	0,18
Lactosa	4,80	4,40
Cenizas (sales minerales)	0,50	0,80
Calcio	0,04	0,12
Sodio	0,05	0,05
Potasio	0,16	0,16
Ácido láctico	0,40	0,40

Nota. ^aNNP: Nitrógeno no proteico.

Adaptado de: Permeados concentrados de suero de quesería como medio de fermentación para la producción de etanol alimentario, (p.6), por Betancor, 2019, Universidad Autónoma de Barcelona.

Cabe mencionar que aproximadamente el 70% de la proteína cruda presente en el suero posee mayor valor nutritivo que la caseína (Haberkorn, 2018).

Lactosa. La lactosa es el carbohidrato exclusivo de la leche; es un disacárido formado por la unión de glucosa y galactosa (Muñoz Rojas & Vega Viera, 2018). Dentro del suero, se encuentra en cantidades de hasta el 75% de los sólidos totales (Ferrín, 2019). El sabor dulce se intensifica más en el suero debido a que en la leche la lactosa es enmascarada por la caseína (Betancor Pernia, 2019).

A pesar de que posee baja dulzura y solubilidad en comparación con otros azúcares, existen procesos de recuperación, como filtración o cristalización, para ser usada como ingrediente de aporte energético con gran valor para funciones como la nutrición, crecimiento y

desarrollo (Muset & Castells, 2017). También es utilizada dentro de la industria farmacéutica, permitiendo obtener polisacáridos extracelulares, aminoácidos, vitaminas, ácido cítrico, pigmentos carotenoides, y otros ácidos orgánicos, a partir de procesos altamente tecnificados (Ferrín, 2019).

Proteínas. De acuerdo con Muset & Castells (2017), las proteínas representan aproximadamente el 12% de los sólidos totales en el suero, y constituyen el principal componente nutricional debido a su aporte de aminoácidos, composición y digestibilidad; además de destacar nutricionalmente sobre las proteínas de origen vegetal.

El lactosuero está compuesto principalmente de proteínas globulares de alto valor biológico, que brindan funciones que favorecen a la alimentación animal, tales como: alta digestibilidad, efecto bacteriostático y bactericida, además de no presentar factores antinutricionales (Haberkorn, 2018).

Además, posee proteínas de mayor calidad que la leche debido a su gran contenido de aminoácidos esenciales. Betancor Pernia (2019) menciona que poseen un valor biológico de 104-120, en relación a la proteína de la leche que es de 77. Otro estudio lo corrobora, ya que indica que las proteínas del suero utilizadas en raciones, brindan mayor calidad nutricional que la caseína (Dael et al., 2005).

Las proteínas más importantes del suero de quesería son:

- β -Lactoglobulina. - En el suero de quesería es la más abundante, representado del 50% a 60%; es la proteína propia de los rumiantes que posee grandes propiedades emulsionantes. Formada por solo una cadena de 162 aminoácidos (Iniesta Planells,

2020), de los cuales 84 son esenciales (Betancor Pernia, 2019). Tiene gran importancia dentro de la síntesis de glutatión ya que es rica en cisteína (Ferrín, 2019).

- α -Lactoalbumina.- es la segunda proteína más abundante del suero, representando del 20% a 25% del total; posee gran cantidad de aminoácidos, tanto esenciales como de cadena ramificada (Betancor Pernia, 2019). Está formada por una sola cadena de polipéptidos, con 123 aminoácidos (Iniesta Planells, 2020). Dentro de la glándula mamaria se encarga de la síntesis biológica de la lactosa (Ferrín, 2019).
- Inmunoglobulinas. - representan aproximadamente del 10% a 15% del total de proteínas del suero (Betancor Pernia, 2019). Dentro de las inmunoglobulinas presentes en el suero se tienen: IgA, IgM, IgE y fragmentos de IgG, IgG1, IgG2 (Ferrín, 2019).
- Albúmina sérica bovina. - unión de ácidos grasos con otras moléculas pequeñas. Considerada una fuente para la producción de glutatión en el hígado, debido a su alto contenido de cisteína (Ferrín, 2019).
- Lactoferrina.- en el lactosuero, mediante una cadena de polipéptidos con dos uniones se encarga del transporte de iones férricos; cuenta con aproximadamente 700 residuos de aminoácidos (Betancor Pernia, 2019).

Galán Robalino (2020) menciona que la β - lactoglobulina y α - lactoalbumina, proteínas principales del suero de quesería, se unen con el calcio y se logra obtener una excelente biodisponibilidad. En la Tabla 4 se muestra la composición y estabilidad térmica de las proteínas del suero de quesería.

Tabla 4*Composición proteica del suero de quesería*

Proteína	Proporción relativa (%)	Temperatura de desnaturalización
β -Lactoglobulina	55,00 – 65,00	Termolábil (74 °C)
α -Lactoalbúminas	15,00 – 25,00	Ligeramente inestable al calor (63 °C)
Inmunoglobulinas	10,00 – 15,00	Muy termolábil (79 °C)
Albumina sérica bovina	5,00 – 6,00	Termolábil (87 °C)
Proteasas – peptonas	10,00 – 20,00	Estable al calor
β -Caseína	1,00 – 2,00	Estable al calor
Proteínas menores	< 0,50	-

Nota. Adaptado de: Obtención de proteína unicelular a partir de la fermentación del suero ácido de quesería, (p.12), por Galán, 2020, Universidad Nacional de Chimborazo.

En la Tabla 5 se puede observar el contenido de aminoácidos esenciales en las proteínas del suero de quesería en contraste con el contenido de las proteínas lácteas.

Tabla 5*Composición de aminoácidos esenciales presentes en las proteínas lácteas*

Aminoácidos esenciales	Proteínas del suero (mg/g de proteína)	Caseínas (mg/g de proteína)	Proteínas totales en la leche de vaca (mg/g de proteína)
Isoleucina	6,55	5,80	6,10
Leucina	14,00	9,50	10,00
Lisina	10,90	7,60	7,90
Metionina	2,35	2,95	2,60
Histidina	2,42	2,30	2,20
Fenilalanina	4,05	5,40	4,80
Alanina	5,95	5,60	5,20
Treonina	6,70	4,00	4,70
Triptófano	3,20	1,30	1,50
Valina	6,85	6,80	6,80

Nota. Adaptado de: Diseño de un método de manejo de suero de leche adaptado a dos empresas queseras como alternativa para su posterior industrialización, (p.25), por Ayala, 2017, UDLA.

Minerales. El contenido de minerales en los sueros de queserías varían dependiendo del tipo de suero, es así que los sueros dulces presentan aproximadamente entre 0,4% a 0,5%, y en los sueros ácidos entre 0,7% a 1,0% (Betancor Pernia, 2019). En general, el suero contiene calcio, fosforo, magnesio, potasio y sodio; los cuales brindan las propiedades estabilizantes a las proteínas del lactosuero (Muset & Castells, 2017).

Vitaminas. Muset & Castells (2017) menciona que el suero presenta propiedades que aportan al desarrollo de tejidos, debido a su contenido de ácido ascórbico y vitaminas del grupo B (ácido pantotónico, ácido nicotínico, cobalamina, piridoxina, riboflavina y tiamina).

Utilización del suero de quesería en la alimentación animal

A pesar de los notables beneficios que representa la utilización del lactosuero en diversos sectores productivos, Iniesta Planells (2020) señala que cerca del 50% del suero producido en todo el mundo es desechado, convirtiendo al subproducto en un potencial contaminante, principalmente por su composición rica en lactosa y proteínas, que le otorgan una demanda biológica y química de oxígeno de 3,5 y 6,8 Kg por cada 100 Kg de suero líquido, respectivamente.

Es así que tradicionalmente una de las alternativas mayormente empleadas para el uso del suero es destinarlo a la alimentación de rumiantes y porcinos por sus diversos beneficios. Villar Bonet (2006) menciona que al ser suministrado como materia prima, ya sea en forma líquida o pasta (mezcla con pienso) mejora la rentabilidad de las explotaciones por su bajo costo. Con base en Muset & Castells (2017) el suero de quesería tiene gran aporte a nivel del tracto digestivo de los animales, ya que previene la aparición de enfermedades y mejora su funcionalidad; proporciona proteína y energía a las raciones; mejora la digestibilidad y solubilidad de la proteína y calcio manteniendo la flora láctica intestinal, gracias a su contenido

de lactosa; además, es usado en la incorporación de prebióticos y probióticos por su aporte de bacterias ácido lácticas.

La incorporación del suero de quesería en la alimentación animal puede ser en forma líquida, a manera de agua de bebida, siendo este método el más común y económico cuando las explotaciones se encuentran cerca de una industria quesera (Muset & Castells, 2017). Torres Martínez & Romero León (2020) mencionan que en rumiantes jóvenes y adultos se puede sustituir parcial o totalmente el agua potable por lactosuero, llegando a consumir grandes cantidades. Para vacas en lactancia se puede suministrar de 40 a 100 litros al día, sin afectar su producción; en terneros se debe tener en cuenta que se pueden presentar problemas de hinchamiento (timpanismo) asociado a la calidad del suero ofrecido, por lo cual se recomienda una ingestión de 10 a 12 litros por cada 100 Kg de peso vivo al día.

Algunos estudios han demostrado que el suero de leche puede ser utilizado como aditivo o ingrediente para elaboración de ensilajes permitiendo aumentar la calidad nutricional y fermentativa de los mismos (Muset & Castells, 2017). Haberkorn (2018) señala que es un fuerte aditivo que mejora las características organolépticas de las raciones; además, aporta nutrientes y ayuda a mejorar el sistema productivo del animal. En los ensilajes produce una reducción del pH, incremento de la proteína, de la fibra detergente neutra (FDN) y ácida (ADF), así como de la degradación de la materia seca (Muset & Castells, 2017).

Álvarez et al. (2015) destacan que aporta con un porcentaje de 12 a 16% de proteína, y 75% de lactosa en base seca, y mencionan que posee un aporte energético de 1,10 a 1,15 unidades forrajeras por kg de materia seca, lo que representaría 1 kg de maíz en grano; además, señalan que su utilización ha sido probada en alimentación de pequeños rumiantes

favoreciendo la absorción de nutrientes y síntesis microbiana en el rumen, lo cual se resume en un excelente funcionamiento del sistema digestivo.

También es utilizado como sustituto lácteo para terneros, pudiendo ser suministrado tanto en forma directa (líquida), o como papilla con una proporción de (1:1,5) entre suero y pienso. De esta manera se ha demostrado que puede reducir los costos de crianza hasta en un 50% con relación al total de la leche que consume el animal (Muset & Castells, 2017).

La calidad del suero que se aporta al animal es crucial para su bienestar sanitario y desarrollo. Con esta premisa, el suero no es estable en el tiempo, por lo que pierde valor nutricional después de su obtención. La acidez y temperaturas altas pueden provocar la desnaturalización de proteínas del lactosuero (Ayala Palacios, 2017b), por lo que se debe controlar estos factores para evitar problemas en su uso.

Algunos autores mencionan que no es recomendable el almacenamiento a temperatura ambiente, debido a la fermentación de la lactosa, que aun en periodos cortos (48 horas), provoca acidificación y por lo tanto disminución del valor nutricional. Pueden presentarse pérdidas hasta del 14% de proteína, e incluso del 37% de lactosa; esta última no es considerada de gran relevancia ya que su fermentación genera principalmente la formación de ácido láctico, que puede ser aprovechado por el animal (Ferrín, 2019). Yaquian Fuentes (2018) recomienda que desde la obtención del suero, no se mantenga a temperatura ambiente por más de 24 horas, ya que pasado dicho tiempo se vuelve no apto para el consumo, sobre todo en verano. Además, afirma que un suero en malas condiciones puede ocasionar enfermedades gastrointestinales, bajo crecimiento e incluso la muerte.

Hidrolizado proteico de pescado

Se define como hidrolizado de pescado al producto resultante de la descomposición de proteínas en péptidos de menor tamaño. Este proceso es denominado hidrólisis proteica, y se puede llevar a cabo biológicamente, mediante la utilización de enzimas, o químicamente con el empleo de ácidos o álcali. Los hidrolizados de pescado son considerados una fuente de nutrientes de alta calidad, ya que por el tamaño de los péptidos que lo componen se modifican las características funcionales de la proteína, otorgándole propiedades tales como: incremento de la solubilidad, disminución del sabor amargo, baja viscosidad, alta digestibilidad y alergenicidad disminuida (Lavid Navarrete, 2019).

Perfect Digest™ FPI SD (Fish Peptide Isolate, Spray-Dried FPI SD)

Descripción. Es un producto 100% a base de proteína de pescado, secado por pulverización, procedente de un péptido purificado y concentrado bajo condiciones altamente controladas. Tiene alto valor biológico que promueven la salud intestinal, generando un efecto aditivo, más de lo que provee el contenido de proteínas o aminoácidos. Gracias a su proceso de fabricación (filtración por membrana), posee nutrientes altamente digeribles, además de bajos niveles de aminas biogénicas, grasa y sal (Marine Protein, 2016).

Beneficios y uso. Marine Protein (2016) señala que es un suplemento nutricional óptimo para alimentación animal ya que se ha comprobado que mejora la ganancia de peso y conversión alimenticia en usos de agricultura extensiva. Ha sido mayormente usado en dietas para cerdos jóvenes con una inclusión de hasta un 6%, mostrando resultados favorables principalmente en estimulación del apetito, y por consiguiente en consumo de alimento diario. Se ha incorporado también en alimentos para pollos de engorde, mejorando el rendimiento de carne; además, en alimentación de mascotas de compañía, teniendo gran acogida por su mejora

en la palatabilidad. Dentro de sus aplicaciones adicionales se incluye la fabricación de sustitutos lácteos con proteínas especializadas ofrecidas a terneros.

La presentación en forma seca del producto, le atribuye excelentes cualidades nutricionales y seguridad microbiológica; además de facilitar su manejo, almacenamiento y transporte (Cuadrado Berrones, 2017).

Estudios han demostrado varios beneficios en su utilización, tales como, presencia de niveles bajos de triptófano (sabor amargo) en comparación con la harina de pescado; cuenta con alto contenido de péptidos que promueven una absorción rápida a nivel intestinal; su tamaño molecular y contenido de sodio por debajo del 2,5% impide el efecto negativo de sabor que se puede encontrar en otras proteínas de origen animal (LinkAsia Partners, 2012).

Capítulo III

Materiales y métodos

Ubicación del área de investigación

La presente investigación se realizó en la Hacienda El Prado, dentro de las instalaciones del Proyecto de Ganadería de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Ubicación geográfica

Latitud: 00° 23'35" S

Longitud: 78° 24'49" O

Altitud: 2743 m.s.n.m

Ubicación política

Provincia: Pichincha

Cantón: Rumiñahui

Parroquia: Sangolquí

Sector: San Fernando

Localidad: Hacienda "El Prado" – IASA I

Figura 2*Ubicación del proyecto de investigación*

Nota. Ubicación del experimento, Proyecto de Ganadería de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I. Google Earth, 2020.

Ubicación ecológica

Registro de datos obtenido de la estación agrometeorológica en la Hacienda El Prado

IASA I, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE:

Piso altitudinal:	Montano bajo
Región latitudinal:	Templada
Zona de vida:	Bosque húmedo
Clasificación bioclimática:	Húmedo – temperado
Formación vegetacional:	Bosque húmedo montano
Piso zoo geográfico:	Temperado – alto andino
Precipitación media:	1310 mm
Temperatura media:	14,01°C
Humedad relativa:	66%

Luminosidad: 12 horas luz

Fuente: (MA-56(Estación agrometeorológica IASA), 2020).

Materiales

Animales

Para la investigación se utilizó 16 terneros (9 hembras y 7 machos) del cruce Holstein Friesian x Montbeliarde a partir del nacimiento, con un peso promedio de 38 kg, hasta los 90 días de vida cuando se realizó el destete con un promedio de peso de 112,53 kg.

Equipos y materiales para la toma de variables

- Libro de campo
- 1 cinta bovinométrica
- 1 balanza marca TRU-TEST, modelo Eziweigh 7i / MP 600 con capacidad de 2000 kg
- 1 regla bovinométrica adaptada

Insumos

- Suero de quesería fresco
- Hidrolizado de pescado
- Balanceado
- Leche entera
- Mezcla forrajera

Equipos y materiales para la preparación de la dieta líquida

- 1 bidón de leche con capacidad de 20 L
- 1 termómetro flotador para leche con protector plástico
- 1 balanza electrónica de alta precisión

- 1 olla industrial de acero inoxidable con capacidad de 40 L
- 1 cocina industrial a gas
- 3 baldes plásticos con capacidad de 20 L
- 8 biberones plásticos de 2 L

Otros materiales y herramientas

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Jeringas de 10 ml
- Agujas desechables intramusculares
- 2 termómetros digitales
- Bactrovet Plata AM x 440 ml en aerosol
- BACTRIVET-ST x 50 ml

Métodos

La investigación se llevó a cabo en un periodo de cuatro meses, donde se utilizaron 16 terneros, 9 hembras y 7 machos, a partir de su nacimiento. Los animales estuvieron conformados por el cruce de razas Holstein Friesian x Montbeliarde. Durante los primeros 45 días de la fase experimental los terneros permanecieron en confinamiento en cunas individuales, con piso de cemento y cama de tamo (Figura 3A); a partir del mes y medio de edad fueron ubicados en corrales colectivos bajo techo de forma grupal por tratamiento (Figura 3B). Durante toda la etapa experimental se evaluó parámetros zootécnicos (ganancia de peso, altura a la cruz y perímetro torácico); parámetros sanitarios mediante la incidencia de enfermedades gastrointestinales y respiratorias; además del análisis económico. Los tratamientos

experimentales fueron: testigo (4 L/ternero/día de leche entera), y tres tratamientos con el suministro de leche entera (2L/ternero/día) y suero de quesería fresco (2L/ternero/día) con la adición de hidrolizado de pescado (20, 30 y 40 g/ternero/día) respectivamente. Las unidades experimentales se dispusieron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se aleatorizó las dietas. Para el análisis estadístico de resultados se realizó un análisis de varianza para un DCA en parcela dividida mediante modelos mixtos. Se utilizó el programa INFOSTAT y su interfase con el software R, donde se realizó pruebas de comparación de medias LSD Fisher al 5%.

Figura 3

Unidades de alojamiento de los terneros



Nota. (A) Terneros en cunas hasta los 45 días de vida. (B) Terneros en corrales colectivos hasta los 90 días.

Manejo

Los animales fueron manejados de acuerdo al protocolo de crianza de terneros establecido dentro la hacienda El Prado IASA I.

Recepción y adaptación de los animales. La fase experimental dio inicio en el mes de junio de 2020, donde se llevó control diario de las vacas en gestación durante los días próximos al parto para dar asistencia en el nacimiento y asegurar el calostro de los terneros. Una vez nacidos, fueron sometidos a un protocolo de recepción donde se verificó el comportamiento y respiración normal de los animales, se controló que tomen calostro durante las dos primeras horas, posteriormente fueron desinfectados el ombligo con Bactrovet Plata AM en aerosol y pesados en la balanza marca TRU-TEST, modelo Eziweigh 7i / MP 600. Los terneros se mantuvieron junto a la madre durante los primeros tres días de vida, luego fueron separados y ubicados en cunas individuales previamente desinfectadas con solución de yodo para continuar con la crianza bajo la forma descrita y realizar la medición de los parámetros propuestos en esta investigación.

La dieta líquida inicial a base de suero de quesería más hidrolizado de pescado, suministrada a los animales en tratamiento, fue fraccionada al 50% durante dos días de adaptación, a fin de precautelar la presencia de enfermedades gastrointestinales. Se proporcionó 1L de suero de quesería más hidrolizado de pescado (50% de la cantidad de acuerdo a cada tratamiento) a las 05:00 horas y 2L de leche entera a las 14:00; a partir del tercer día recibieron la dieta completa. La dieta líquida fue suministrada en biberones plásticos con capacidad de 2L a una temperatura de 38°C durante los tres primeros días dentro de las cunas, y a partir del cuarto día en baldes de acero inoxidable hasta el destete.

Limpieza y sanidad. Se realizó la limpieza de los comederos y bebederos diariamente, y de cunas tres veces por semana, donde se utilizó cama de tamo de cebada la cual fue cambiada con la misma frecuencia.

En cuanto a la incidencia de alteraciones sanitarias; para animales que presentaron enfermedades gastrointestinales, se procedió a realizar un examen clínico, donde se llevó a cabo una exploración general entorno al ambiente, manejo y alimentación ofrecidos, y posteriormente a la toma de temperatura rectal (parámetro normal de 38,5°C a 39,5°C) y síntomas clínicos (Ojos hundidos, elasticidad de la piel, morro y orejas secas, postración y debilidad); se llevó registro y caracterización de las heces para finalmente en base a la información recolectada brindar el tratamiento oportuno. Cabe mencionar que no hubo presencia de enfermedades respiratorias en ninguno de los tratamientos durante el tiempo de investigación.

Los animales que presentaron diarrea fueron separados del grupo, se les hidrató vía oral con infusiones de orégano y de ser necesario se aplicó antibiótico (BACTRIVET-ST) vía intramuscular en una dosis de 5 mL/50 kg durante tres días seguidos.

Alimentación. La dieta líquida de los tratamientos constó de 2L de suero de quesería más hidrolizado de pescado (con diferentes dosis según el tratamiento) a las 05:00 horas y 2L de leche entera a las 14:00 horas, la misma que fue suministrada a los terneros a una temperatura de 38°C aproximadamente. El grupo testigo recibió 4L diarios de leche entera divididos en dos tomas (2L/ternero/toma), en el mismo horario.

Además de la dieta líquida todos los terneros recibieron concentrado y agua ad libitum. La mezcla forrajera, así como el concentrado, fueron suministrados a partir de los diez días de edad.

En cuanto al concentrado, fue elaborado en la planta de balanceados de la Hacienda El Prado, dentro de las instalaciones de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I; su formulación se basó en los requerimientos nutricionales recomendados por la NRC (National Research Council, 2001). En la Tabla 6 se describe el concentrado ofrecido a los animales durante la fase de experimental de la investigación.

Tabla 6

Composición nutricional del alimento concentrado ofrecido a los terneros

Ítem	Valor
Proteína cruda, %	20,78
Grasa cruda, %	5,00
Fibra cruda, %	7,00
Energía digestible, Mcal.kg	3,07
Calcio, %	1,18
Fósforo, %	0,84
Sodio, %	0,56
Lisina, %	0,78
Metionina, %	0,40
Treonina, %	0,39
Triptófano, %	0,66
Vitamina A, %	0,03
Vitamina E, %	0,01
Vitamina D, %	0,01

Preparación de la dieta líquida. En cuanto a la dieta líquida suministrada a las 05:00 horas a los tratamientos experimentales; se preparó calentando el volumen total de suero (24 L) en una olla industrial de acero inoxidable hasta llegar a una temperatura máxima de 42°C, proceso que se controló con un termómetro flotador con protector plástico; una vez alcanzada esta temperatura se vertió la cantidad de suero requerida en los baldes de acero inoxidable con su respectiva identificación por tratamiento, posteriormente se adicionó el hidrolizado de pescado dependiendo la dosis por tratamiento (20, 30 y 40 g/ternero), se mezcló hasta que no

queden grumos, finalmente se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura de 38°C y se suministró 2L a cada ternero. Para el grupo testigo únicamente se verificó la temperatura de la leche entera (38°C) para que pueda ser suministrada.

La dieta líquida suministrada a las 14:00 horas constó de leche entera para todos los tratamientos, la cual fue ofrecida a una temperatura de 38°C.

El suero suministrado se obtuvo de la Fábrica de Lácteos FEDAC ubicada en la calle Juan Larrea dentro de Sangolquí. Se tomó en cuenta la cercanía del proveedor, debido a que el suero debía ser suministrado en un mínimo de 24 horas para conservar sus propiedades nutricionales y fresca.

El suero de quesería fue analizado en el laboratorio de control de calidad de leche perteneciente a Agrocalidad bajo la norma NTE INEN 2594 utilizada para el suero de leche líquido. Se realizaron tres análisis en diferentes periodos, y se promediaron los resultados para obtener su composición nutricional media. La Tabla 7 muestra el suero utilizado durante toda la fase de investigación.

Tabla 7

Composición nutricional del suero de quesería utilizado en la elaboración de las dietas líquidas

Ítem	Primer análisis	Segundo análisis	Tercer análisis	Promedio
Proteína, %	0,52	0,66	0,63	0,60
Grasa, %	0,51	0,64	0,61	0,59
ST ^a , %	5,38	6,30	6,26	5,98
SNG ^b , %	4,87	5,66	5,65	5,39
pH	6,80	6,70	6,80	6,77
Acidez titulable, %	0,15	0,16	0,15	0,15

Nota. ^aST: Sólidos totales. ^bSNG: Sólidos no grasos.

A continuación, la Tabla 8 muestra la composición nutricional de la proteína hidrolizada Perfect Digest™ FPI SD (Fish Peptide Isolate, Spray-Dried FPI SD) utilizado en la elaboración de la dieta líquida suplementaria.

Tabla 8

Composición nutricional del producto Perfect Digest™ FPI SD (Fish Peptide Isolate, Spray-Dried FPI SD)

Especificaciones nutricionales		
Análisis	Valores típicos (%)	
Agua	< 8	
Proteína	min 75	
Grasa	min 1	
Ceniza	14	
Sodio	2,4	
Fósforo	3,6	
Calcio	0,46	
Aminoácidos	% Proteína	% Tal como está
Lisina	8,21	6,16
Metionina	2,01	1,51
Cistina	0,74	0,56
Metionina + cistina	2,75	2,06
Treonina	4,16	3,12
Triptófano	0,77	NA
Isoleucina	4,42	3,32
Leucina	6,66	5,00
Valina	4,98	3,74
Histidina	4,36	3,27
Fenilalanina	2,95	2,21
Glicina	7,13	5,35
Serina	3,65	2,74
Prolina	5,17	3,88
Alanina	5,95	4,46
Arginina	4,88	3,66
Ácido aspártico	9,35	7,01
Ácido glutámico	14,04	10,53

Variables y métodos de evaluación

Ganancia de peso. Para la evaluación de la ganancia de peso se procedió al pesaje individual de los animales en una balanza marca TRU-TEST, modelo Eziweigh 7i/MP 600 con capacidad de 2000 kg. Este peso se tomó al inicio del ensayo y posteriormente cada semana los días miércoles en la tarde (16:00pm) hasta el destete (90 días).

Una vez obtenido el registro completo de las mediciones se implementó la siguiente formula expresada en g/ternero/día:

$$\text{Ganancia de Peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días}}$$

Altura a la cruz. Se elaboró una adaptación a una regla bovinométrica graduada en centímetros, mediante la cual se tomó registro de los datos semanalmente los días miércoles en la tarde (16:00pm).

La medición fue realizada en una superficie plana y estándar para todos los animales, donde se tomó en cuenta desde la parte inicial de la pezuña hasta la cruz. Debido a la variación en los datos se realizaron tres repeticiones por animal para obtener el promedio.

Perímetro torácico. Se utilizó una cinta bovinométrica para el cálculo del perímetro torácico (cm) de cada animal, las mediciones fueron realizadas semanalmente los días miércoles en la tarde (16:00pm). Debido a la variación en los datos se efectuaron tres repeticiones por animal y se anotó el promedio.

Incidencia de enfermedades. Se tomó registro en forma diaria de la presencia o ausencia de diarrea y respiración costal, lo que se consideró como indicador de patología respiratoria. Una vez obtenido el registro completo se evaluó el número de animales enfermos durante todo el periodo de investigación. Además, se obtuvo la tasa de incidencia de enfermedades de acuerdo al número de nuevos casos presentados en un determinado periodo (0 a 30, 31 a 60, y 61 a 90 días de edad).

Análisis económico. Dentro del análisis económico se realizó el cálculo de presupuesto parcial propuesto por Perrin et al., (1979) para los tratamientos en estudio. Se calcularon los costos asociados a las dietas experimentales con respecto a los costos del tratamiento control, y los ingresos por la posible comercialización al destete en pie de los animales.

El valor comercial atribuido al costo por kilogramo de peso vivo fue relacionado con el precio a la venta manejado dentro de las instalaciones de la hacienda El Prado IASA I.

Posteriormente se procedió a determinar la relación Beneficio/Costo, donde: si el resultado es mayor a 1 se considera rentable, si es igual a 1 no tiene beneficio ni pérdida y si es menor a 1 no es rentable el tratamiento. Para su determinación se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo neto}}$$

Diseño experimental

Tratamientos a comparar. En la Tabla 9 se muestran dietas líquidas suministradas a los terneros con su respectiva descripción.

Tabla 9

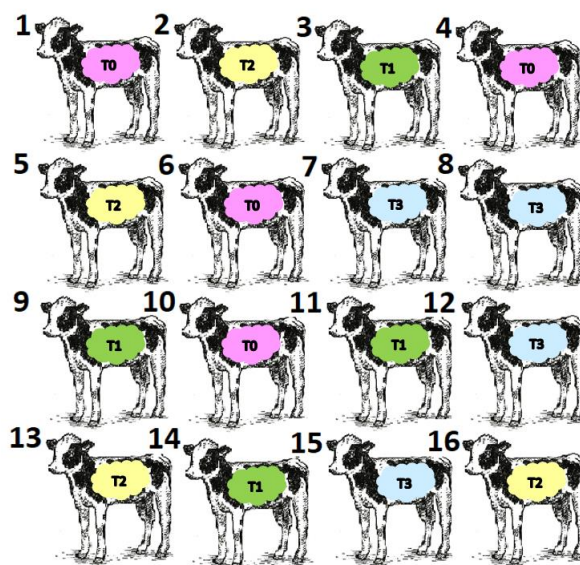
Tratamientos para la fase experimental

Tratamiento	Descripción
1	T0 Suministro diario de 4L de leche entera.
2	T1 Suministro diario de 2L de leche entera y 2L de suero de quesería fresco más 20g de hidrolizado de pescado.
3	T2 Suministro diario de 2L de leche entera y 2L de suero de quesería fresco más 30g de hidrolizado de pescado.
4	T3 Suministro diario de 2L de leche entera y 2L de suero de quesería fresco más 40g de hidrolizado de pescado.

Tipo de diseño. El experimento se dispuso bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) donde se probó 4 tratamientos con 4 repeticiones. La disposición del experimento se muestra en la Figura 4. La unidad experimental estuvo conformada por un animal (ternero). En total se utilizaron 16 unidades experimentales.

Figura 4

Croquis experimental



Análisis de la información. Se realizó un análisis de modelos mixtos para las variables de interés zootécnico (ganancia de peso, altura a la cruz y perímetro torácico) con el fin de cumplir con los supuestos del análisis de la varianza (ADEVA), bajo un diseño completamente al azar en parcela dividida con 4 repeticiones.

Se aplicó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + \delta_{k(i)} + S_j + DT_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable de respuesta para la dieta líquida i , semana j y repetición k

μ = Media general de la variable de respuesta

D_i = El efecto principal de la dieta líquida i

$\delta_{k(i)}$ = El error para la dieta líquida

S_j = El efecto principal de la semana j

DT_{ij} = La interacción de la dieta líquida i con la semana j

e_{ijk} = El error para el tiempo

La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilks. La homogeneidad de varianzas de las variables se modeló mediante varianzas independientes. Además, se realizaron pruebas de comparación de medias LSD Fisher al 5% para tratamiento, semana e interacciones. Estos análisis se realizaron en el programa INFOSTAT y su interfase con el software R.

Capítulo IV

Resultados y Discusión

Parámetros zootécnicos

No se encontró un efecto significativo de la interacción Dieta líquida × Semana para la ganancia de peso ($F=1,14$; $p=0,2834$), altura a la cruz ($F=0,34$; $p=0,9999$) y el perímetro torácico ($F=0,66$; $p=0,9397$).

Evaluación por tratamientos

Se encontró diferencias significativas en la ganancia de peso ($F=3,20$; $p=0,0252$) y la altura a la cruz ($F=9,72$; $p=0,0001$) dentro de las cuatro dietas evaluadas; sin embargo, no hubo efecto significativo para el perímetro torácico ($F=2,36$; $p=0,0737$).

Tabla 10

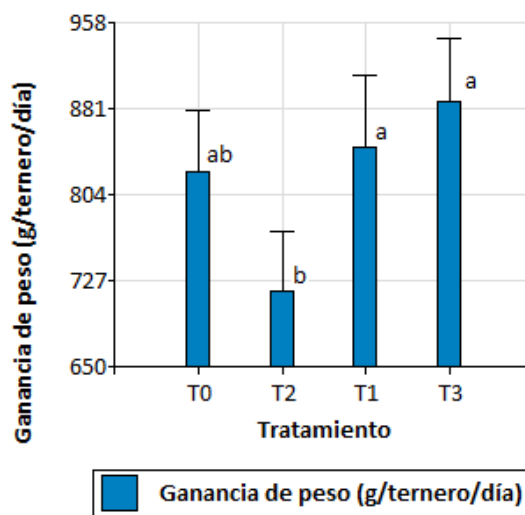
Promedio ± error estándar de la ganancia de peso, altura a la cruz y perímetro torácico de los terneros sometidos a cuatro dietas líquidas diferentes.

Dieta líquida	Ganancia de peso (g/ternero/día)		Altura a la cruz (cm)		Perímetro torácico (cm)	
	Media ± E.E.		Media ± E.E.		Media ± E.E.	
T0	824,33 ± 38,00	ab	83,14 ± 0,38	bc	91,86 ± 0,43	a
T1	847,47 ± 43,11	a	82,53 ± 0,30	c	91,34 ± 0,45	a
T2	717,74 ± 40,19	b	85,50 ± 0,49	a	92,71 ± 0,52	a
T3	887,36 ± 36,33	a	84,13 ± 0,49	ab	92,79 ± 0,43	a

Nota. Letras minúsculas iguales en la misma columna no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Figura 5

Ganancia de peso de acuerdo a las dietas líquidas suministradas



Nota. Letras minúsculas iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

El tratamiento control no presentó diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso con respecto a los demás tratamientos; sin embargo, dentro de los tratamientos experimentales, los terneros pertenecientes al tratamiento T1 y T3 presentaron mayor ganancia de peso en comparación a los alimentados con la dieta líquida del tratamiento T2 (Tabla 10 y Figura 5).

Los resultados coinciden con un estudio realizado por De Oliveira Lima (2008) en terneros doble propósito, donde los animales alimentados únicamente con leche entera no presentaron diferencias significativas en cuanto a ganancia de peso con respecto a los que se les suplementó suero de quesería.

En otro estudio donde Dodsworth et al. (2010), sustituyeron el 33%, 67% y 100% de la proteína láctea por hidrolizado proteico de pescado y se obtuvo diferencias significativas dentro

de la ganancia de peso, siendo el tratamiento en el que se sustituyó al 100% la leche entera el menos eficiente, se concluyó que al menos dos tercios de la proteína de la leche podría ser reemplazada por hidrolizado proteico de pescado.

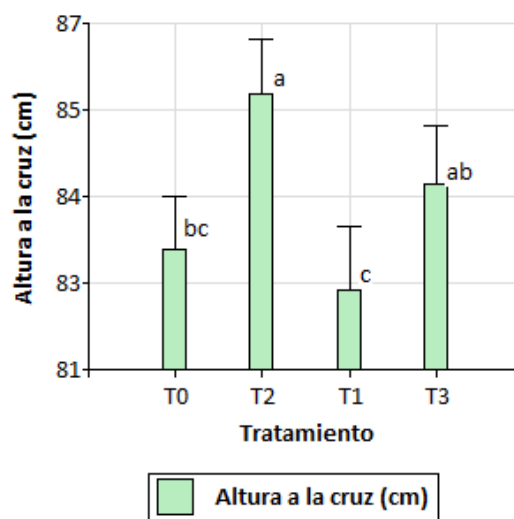
De Lima et al. (2020), al reemplazar la leche entera por suero y calostro reporta ganancias de peso de la misma magnitud que la leche entera, concluyendo que para el uso de diferentes sustitutos lácteos se debe evaluar la calidad nutricional para que no se vea comprometido el rendimiento de los terneros y sin dejar de lado que no se presenten costos superiores.

Yasumatsuya et al. (2012), reportan que la alimentación de terneros lactantes a base de lactoreemplazantes con composiciones: 26% PC (Proteína Cruda) de leche desnatada, 26% PC de suero más leche desnatada y 26% PC de suero, no tuvieron diferencias significativas sobre la ganancia diaria de peso de los animales; este estudio concuerda con Ansia et al. (2020), donde el uso de lactoreemplazantes con fuente proteica únicamente de suero, no tuvo diferencias significativas en la ganancia de peso con respecto a un lactoreemplazante con 50% proteína de origen vegetal (soja) y 50% proteína de suero.

La discrepancia de resultados en cuanto a las diferencias encontradas entre las dietas experimentales sobre la ganancia de peso de estos dos últimos estudios con respecto a la presente investigación, puede estar atribuida a que el grupo de animales del tratamiento T2 tuvo mayor incidencia de cuadros diarreicos por condiciones de manejo durante el periodo experimental, no atribuibles al tratamiento, reportando el promedio de ganancia de peso diaria más baja entre los tratamientos experimentales.

Figura 6

Altura a la cruz de acuerdo a las dietas líquidas suministradas



Nota. Letras minúsculas iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

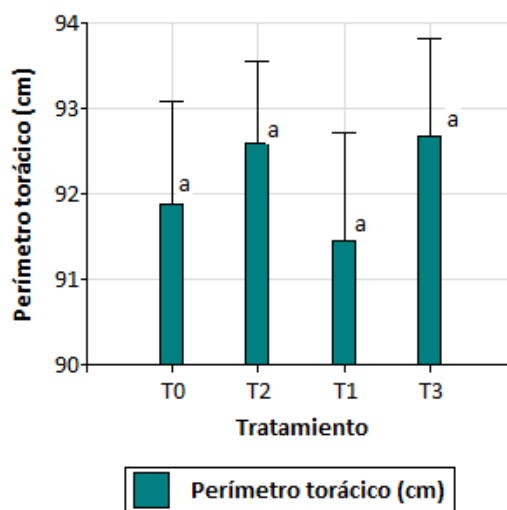
El tratamiento control únicamente presentó diferencias significativas en relación al tratamiento experimental T2; dentro de las dietas suplementarias el valor numérico más bajo de altura a la cruz se registró en el tratamiento T1 (Tabla 10 y Figura 6).

Estos resultados difieren de estudios en los que se ha probado el uso de suero de queso y otras fuentes de proteína en la dieta de terneros. Bezerra De Moura et al. (2019), en un estudio donde se suplementó sustitutos lácteos en polvo y diluidos en agua a base de leche entera y suero de queso no encontraron diferencias significativas en cuanto a altura a la cruz para los tratamientos evaluados. De igual manera, (Hill et al., 2008), probaron cuatro sustitutos lácteos con distintas composiciones en cuanto a proteína y grasa, y no se observó diferencias significativas en la altura a la cruz.

Cueva (2014), menciona que el incremento de peso vivo no siempre está ligado al crecimiento en altura del animal, debido al desarrollo interno de los órganos; a lo que se puede atribuir los resultados obtenidos en este estudio. Bavera et al. (2005), lo ratifican, ya que señalan que el desarrollo de un animal en crecimiento no es uniforme; en el caso de los terneros, al nacimiento presentan un cuerpo angosto pero con mayor desarrollo en la cabeza y largo de patas; en continuidad, el desarrollo del esqueleto es mayor con respecto al de los músculos.

Figura 7

Perímetro torácico de acuerdo a las dietas líquidas suministradas



Nota. Letras minúsculas iguales no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

En cuanto a perímetro torácico, se encontró diferencias numéricas para los tratamientos; sin embargo, no presentaron diferencias estadísticas significativas para los cuatro tratamientos evaluados (Tabla 10 y Figura 7).

Evaluación en el tiempo

La Ganancia de peso ($F=20,00$; $p<0,0001$), altura a la cruz ($F=58,79$; $p<0,0001$) y perímetro torácico ($F=135,81$; $p<0,0001$) mostraron diferencias significativas en el tiempo (semanas) sin tomar en cuenta la dieta suministrada.

Tabla 11

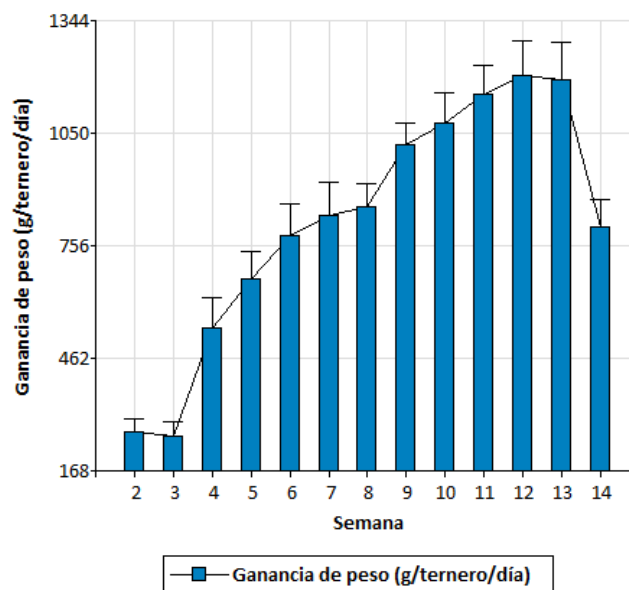
Promedio \pm error estándar de la ganancia de peso, altura a la cruz y perímetro torácico de los terneros en base al tiempo.

Tiempo (semanas)	Ganancia de peso (g)		Altura a la cruz (cm)		Perímetro torácico (cm)	
	Media \pm E.E.		Media \pm E.E.		Media \pm E.E.	
1			75,41 \pm 0,79	l	78,49 \pm 0,86	j
2	270,16 \pm 71,19	e	76,40 \pm 0,79	kl	79,56 \pm 0,86	ij
3	258,93 \pm 71,19	e	77,66 \pm 0,79	jk	80,91 \pm 0,86	hi
4	540,18 \pm 71,19	d	78,51 \pm 0,79	jk	82,84 \pm 0,86	gh
5	669,64 \pm 71,19	cd	79,61 \pm 0,79	ij	85,08 \pm 0,86	g
6	781,25 \pm 71,19	c	80,84 \pm 0,79	hi	87,84 \pm 0,86	f
7	834,82 \pm 71,19	bc	82,23 \pm 0,79	gh	90,71 \pm 0,86	e
8	857,14 \pm 71,19	bc	84,11 \pm 0,79	fg	92,88 \pm 0,86	e
9	1017,86 \pm 71,19	ab	86,05 \pm 0,79	ef	95,99 \pm 0,86	d
10	1075,89 \pm 71,19	a	87,54 \pm 0,79	de	98,50 \pm 0,86	c
11	1151,79 \pm 71,19	a	88,79 \pm 0,79	cd	100,81 \pm 0,86	c
12	1200,89 \pm 71,19	a	90,48 \pm 0,79	bc	103,53 \pm 0,86	b
13	1187,50 \pm 71,19	a	92,26 \pm 0,79	ab	105,78 \pm 0,86	ab
14	803,87 \pm 71,19	c	93,69 \pm 0,79	a	107,53 \pm 0,86	a

Nota. Letras minúsculas iguales en la misma columna no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Figura 8

Ganancia de peso de los terneros de acuerdo al tiempo



En la Figura 8 se puede observar un incremento progresivo en cuanto a ganancia de peso, con un pequeño desfase al inicio en la semana 3, lo cual pudo haber sido influenciado por el consumo de concentrado y hierba a partir de la semana 2, lo que provocó cuadros diarreicos en más del 50% de animales.

A partir de la semana 9 a la 13 todos los tratamientos, independientemente de la dieta líquida suministrada, reportaron los valores más altos de ganancia de peso con una media de 1126,79 g/ternero/día (Tabla 11 y Figura 8).

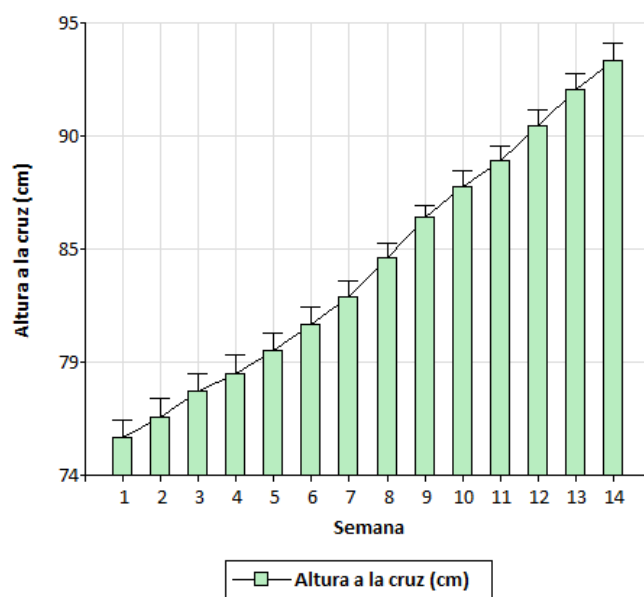
Independientemente de la dieta líquida ofrecida, el comportamiento general de los animales a partir de la semana 13 tuvo menor incremento en todos los tratamientos; consecuentemente se reportó una ganancia de peso de 803,87 g/ternero/día en promedio a la semana 14 (Tabla 11). Este comportamiento concuerda con los resultados expuestos por

Vizcaíno Guerra & Lema Guamán (2012), donde reportan valores promedio de ganancia de peso superiores para el periodo comprendido entre los 2 a 3 meses de edad (930 g/ternero/día), con respecto al comprendido entre los 3 a 4 meses (790 g/ternero/día) en terneras Holstein Friesian × Montbeliarde de la hacienda El Prado IASA I a los que se les suministró únicamente leche entera.

De acuerdo con Bjorklund et al. (2013), en una investigación realizada en terneros, cruce Holstein Friesian × Montbeliarde; el peso al destete (90 días) fue de 108 kg, en contraste con el promedio del peso al destete general obtenido en este estudio en terneros de la misma cruce, que fue de 112,53 kg; indicando que la suplementación de la dieta láctea fue adecuada para los animales y no afectó su rendimiento.

Figura 9

Altura a la cruz de los terneros de acuerdo al tiempo

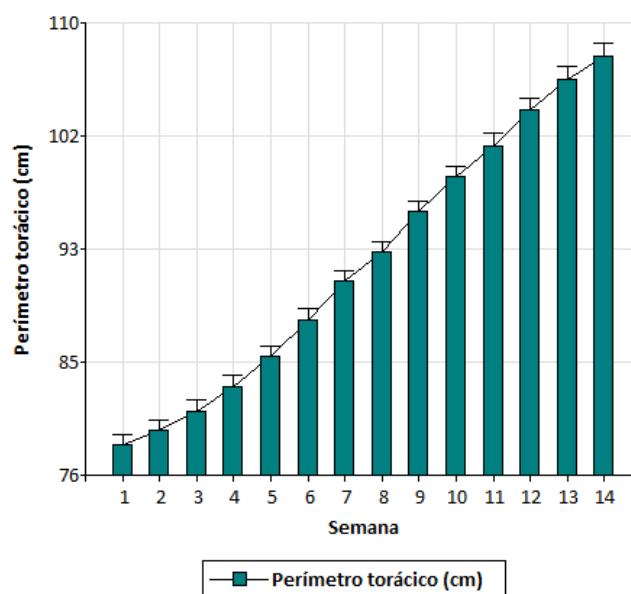


El crecimiento de altura a la cruz de acuerdo al tiempo fue progresivo para todos los animales independientemente de la dieta suministrada (Figura 9).

El promedio general fue incrementando de 75,41 cm en la semana 1 (entrada a la cuna) hasta alcanzar un promedio de 93,69 cm a la semana 14 (día de destete) (Tabla 11). Este valor se acerca al reportado por Vizcaíno Guerra & Lema Guamán (2012), que fue de 96,75 cm a los 90 días para un tratamiento con suplemento de probióticos en terneras Holstein Friesian × Montbeliarde dentro de las instalaciones de la hacienda El Prado IASA I.

Figura 10

Perímetro torácico de los terneros de acuerdo al tiempo



Al igual que la altura a la cruz, el perímetro torácico tuvo un incremento ascendente sin picos altos o bajos para todos los animales en el tiempo (Figura 10).

El promedio general incrementó de 78,49 cm al inicio de la investigación hasta 107,53 cm al destete (Tabla 11). Este valor fue mayor al reportado por Vizcaíno Guerra & Lema Guamán

(2012), donde se obtuvo un promedio de 103,97 cm de perímetro torácico en las terneras suplementadas con probióticos.

Incidencia de enfermedades

En la Tabla 12 se muestra la media del número de animales enfermos con diarrea durante toda la etapa experimental por tratamiento. Se puede observar que el número de cuadros diarreicos no mostró diferencias significativas para las dietas evaluadas ($p=0,2646$).

Tabla 12

Promedio \pm error estándar del número de diarreas en base a cada dieta líquida

Variable evaluada	Nro. de diarreas/tratamiento			
	T0	T1	T2	T3
Cuadros diarreicos	0,50 \pm 0,58	0,50 \pm 0,58	1,50 \pm 1,29	0,50 \pm 0,58

Cabe mencionar que se obtuvo una mortalidad de 0%, debido a que fueron cuadros diarreicos leves con duración promedio de 2 días para todos los animales; además, de no presentarse casos de enfermedades respiratorias durante todo el periodo de investigación en ningún tratamiento.

En la Tabla 13 se indica la tasa de incidencia de enfermedades gastrointestinales (cuadros diarreicos) durante los tres meses de investigación. Se puede observar que la incidencia de enfermedades mostró diferencias significativas para los periodos evaluados ($p=0,0017$). Es así que los animales, independientemente de la dieta líquida suministrada, presentaron mayor porcentaje de incidencia de cuadros diarreicos durante el periodo comprendido entre el nacimiento y los 30 días de vida con un valor de 56,25%, mientras que en

el periodo de 31 a 60 días de edad el porcentaje fue de 12,50% y en el periodo comprendido entre 61 y 90 días ningún tratamiento presentó animales enfermos.

Tabla 13

Tasa de incidencia de enfermedades gastrointestinales por tratamiento

Edad (días)	Tratamientos				Nro. de animales enfermos	Animales enfermos (%)
	T0	T1	T2	T3		
0 – 30	2	2	3	2	2,25 ± 0,50 a	56,25
31 – 60	0	0	2	0	0,50 ± 1,00 b	12,50
61 – 90	0	0	0	0	0,00 ± 0,00 b	0,00

Nota. Letras minúsculas iguales en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Estos resultados permiten contrastar con estudios preliminares donde se menciona que el periodo de mayor riesgo a mortalidad y presencia de enfermedades en terneros lactantes va desde el nacimiento hasta el primer mes de vida. Maldonado Dumas (2008), menciona que en general, la tasa de incidencia de diarreas en terneros puede ir desde 20 al 87%, donde se considera a los primeros 10 días de vida como el periodo más crítico.

Un estudio realizado por (Curiquén Mouat, 2007) en terneros alimentados con sustituto lácteo destetados a los 90 días, mostró una probabilidad superior 26,33% de presentar diarrea en el primer periodo de vida hasta los 35 días, respecto a los comprendidos entre 36 y 90 días.

Otero Poveda (2016) evaluó factores causantes de diarreas en terneros lactantes menores a cuatro meses y alimentados con leche entera, donde obtuvo una tasa de incidencia de 20,37% en el primer mes, respecto a 16,07 y 13,08% en los dos meses restantes respectivamente.

Fernández Ciganda (2019) suministró probióticos para prevenir y tratar la diarrea neonatal en terneros de lechería, donde menciona que en general, los animales presentaron mayor número de episodios de diarrea durante las primeras dos semanas de vida.

Análisis económico

En la Tabla 14 se muestra el análisis de presupuesto parcial de los tratamientos. Se puede observar que los tratamientos a los cuales se les suministró la dieta líquida experimental obtuvieron un beneficio neto superior el tratamiento control (4L de leche entera). Además, el tratamiento que más redito económico obtuvo fue el T3 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado), seguido del T1 y T2 respectivamente, siendo el tratamiento testigo T0 el más costoso.

Tabla 14

Presupuesto parcial de los tratamientos evaluados

Ítem	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Peso medio al destete (kg/tratamiento)	111,25	113,88	105,25	119,75
Peso medio al destete ajustado (kg/tratamiento)	105,69	108,19	99,99	113,76
Utilidad bruta (\$/tratamiento)	211,38	216,37	199,98	227,53
Costo leche entera (\$/tratamiento)	156,60	78,30	78,30	78,30
Costo suero de quesería (\$/tratamiento)	-	8,70	8,70	8,70
Costo hidrolizado de pescado (\$/tratamiento)	-	4,35	6,53	8,70
Totales de costos variables (\$/tratamiento)	156,60	91,35	93,53	95,70
Beneficios netos (\$/tratamiento)	54,78	125,02	106,45	131,83

Tabla 15

Costo unitario de los insumos utilizados en la elaboración de las dietas líquidas

Ítem	Valor
Leche entera (USD/L)	0,45
Suero de quesería (USD/L)	0,05
Hidrolizado de pescado (USD/kg)	2,5
Peso vivo (USD/kg) ^a	2

Nota. ^aPeso vivo (USD/kg): avaluó de la Hacienda El Prado, IASA I.

El análisis de la relación Beneficio/Costo conjuga los resultados antes analizados, permitiendo definir la rentabilidad económica de los tratamientos, en función de los costos variables, peso al destete, y el redito económico obtenido; de lo cual se puede observar que los tratamientos experimentales (T1, T2 y T3) obtuvieron una relación Beneficio/Costo positiva, mientras que con el tratamiento control no fue rentable, ya que se obtuvo una pérdida de 0,65 dólares. por cada dólar invertido (Tabla 16).

Los tratamientos con mayor Beneficio/Costo fueron T3 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado) y T1 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 20 g de hidrolizado de pescado), con valores de 1,38 y 1,37 respectivamente; es decir, que, por cada dólar invertido, se recuperó un dólar y la ganancia fue de 0,38 y 0,37 dólares. (Tabla 16).

Estos resultados son corroborados por (Muset & Castells, 2017), donde se afirma que el uso de suero de queso puede reducir hasta en un 50% los costos de alimentación de terneros en relación a la leche entera; y por la FAO (2018), que señala los beneficios económicos del uso del hidrolizado de pescado como sustituto de costosos ingredientes de las raciones alimenticias para animales.

Tabla 16*Análisis Beneficio/Costo de los tratamientos evaluados*

Ítem	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Relación Beneficio/Costo	0,35	1,37	1,14	1,38

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

- La adición de suero de quesería e hidrolizado proteico de pescado en la dieta líquida ofrecida a terneros lactantes tuvo influencia sobre la ganancia de peso diaria y altura a la cruz, pero no influyó en el crecimiento de perímetro torácico de los terneros; siendo la dieta perteneciente al tratamiento T3 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado) la que presentó mayor rendimiento numérico en general, con promedio de 887,26 g/ternero/día para ganancia de peso, 84,13 cm para altura a la cruz y, 92,79 cm para perímetro torácico.
- La incidencia de cuadros diarreicos leves fue alta (56,25%) en el primer periodo de investigación (0 – 30 días de edad); sin embargo, no es atribuible al efecto del tratamiento ya que también se registró en los animales testigo, más bien se vio influenciado por el consumo de pasto a partir de la segunda semana de edad.
- No se presentó casos de enfermedades respiratorias en ninguno de los tratamientos durante toda la fase de esta investigación, lo que indica que el manejo y control de las condiciones ambientales fue satisfactorio.
- El grupo de animales al que se le suministró la dieta del tratamiento T3 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado) tuvo el valor más alto de peso al destete con un promedio de 119,75 kg equivalente a un 7,64% superior al peso registrado por el tratamiento testigo; además, así como una mejor

relación Beneficio/Costo de 1,38; es decir, que, por cada dólar invertido, se recuperó un dólar y la ganancia fue de 0,38.

Recomendaciones

- Se recomienda el uso del tratamiento experimental T3 (2 L de leche entera y 2 L de suero de quesería fresco + 40 g de hidrolizado de pescado) en la dieta de terneros lactantes del cruce Holstein Friesian × Montbeliarde, puesto que reportó alto rendimiento zootécnico y mayor ventaja económica con respecto a los demás tratamientos.
- Realizar nuevas investigaciones donde se incluya el uso de suero de quesería e hidrolizado de pescado en mayor porcentaje sobre la dieta líquida ofrecida a terneros, ya que se evidenció resultados favorables en cuanto a parámetros zootécnicos.
- Mejorar la calidad y probablemente bajar el porcentaje de humedad del forraje suministrado a los terneros en las primeras semanas, para evitar alteraciones digestivas encontradas en este estudio.
- El suero de leche debe utilizarse dentro de las primeras 24 horas de producido, tal como se realizó en esta investigación ya que no se registró efectos negativos sobre la digestión de terneros lactantes.
- Es importante controlar minuciosamente la temperatura a la que se suministra la leche y el suplemento lácteo (38°C) para evitar la presencia de cuadros diarreicos.

Bibliografía

- Aldaz Lopez, W. A. (2012). *Utilización de tres dosis de cloruro de colina en la alimentación de terneros mestizos desde la semana de edad hasta los tres meses en la finca las Malvinas de la parroquia Guasaganda* [Universidad Técnica de Cotopaxi].
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/678>
- Alvarado Córdor, P., Blanco Oviedo, D., Cuarán Guerrero, J., Núñez Pérez, J., & País Chanfrau, J. (2016). Valorización del lactosuero Disminución del impacto ambiental de la industria láctea. *El Diario FICAYA Emprende*, 5. www.utn.edu.ec/ficayaemprende/
- Alvarado Morales, R. (2017). *Versión Pública Tema : Estudio de Mercado “Sector de la leche en el Ecuador.”* <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/VP-ESTUDIO-DE-LA-LECHE.pdf>
- Álvarez, S., Méndez, P., & Fresno, M. (2015). *Evaluación de subproductos agroalimentarios para la alimentación animal en Canarias: análisis geográfico, de viabilidad y desarrollo metodológico.* https://www.icia.es/icia/GanAfrica/Ensilado_Suero.pdf
- Ansia, I., Stein, H. H., Vermeire, D. A., Brøkner, C., & Drackley, J. K. (2020). Ileal digestibility and endogenous protein losses of milk replacers based on whey proteins alone or with an enzyme-treated soybean meal in young dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4390–4407. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17699>
- Balladares Villalva, D. A. (2017). *Evaluación zootécnica de la suplementación de calostro bovino pausterizado en lechones durante el periodo de lactancia.* Universidad Central del Ecuador.
- Banco Central del Ecuador. (n.d.). *Información Estadística Mensual BCE.*

<https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>

- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). Crecimiento, Desarrollo Y Precocidad Conceptos De Crecimiento Y Desarrollo Animal. *Cursos de Producción Bovina de Carne*, 1–11. www.produccion-animal.com.ar
- Benavides Pastora, Y. P., & García Ordoñez, A. E. (2018). *Evaluación de dos suplementos a base de extractos de Crescentia alata- Crescentia cujete y Glycine max para terneros en lactación* [Universidad Católica del Trópico Seco]. <http://repositorio.ucatse.edu.ni/41/>
- Betancor Pernia, R. E. (2019). *Permeados concentrados de suero de quesería como medio de fermentación para la producción de etanol alimentario* [Universidad Autónoma de Barcelona]. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2020/hdl_10803_669384/rebp1de1.pdf
- Bezerra De Moura, A. K., De Lima, R. N., De Lima Lopes, K. T., De Lima Neto, J. A., De Lima Melo, V. L., De Oliveira Lima, P., & De Souza Goncalves, J. (2019). Calf performance when fed with cheese whey associated with discarded powdered milk. *Semina:Ciencias Agrarias*, 40(6), 3595–3604. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl3p3595>
- Bjorklund, E. A., Heins, B. J., & Chester-Jones, H. (2013). Whole-milk feeding duration, calf growth, and profitability of group-fed calves in an organic production system. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7363–7370. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6772>
- Botero Penagos, N. M., & Naranjo Peñuela, C. (2020). *Aprovechamiento energético mediante cogeneración de biogás obtenido del lacto suero* (Issue September) [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Castañeda Villamil, Á. E., & Robayo Negro, J. F. (2019). *Evaluación del crecimiento y desarrollo de*

las papilas ruminales en terneros lactantes de raza Holstein expuestos a ingestión de microorganismos eficientes y levadura [Universidad de Cundinamarca].

<http://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2860>

Ccoa Paucar, A. X. (2018). *Suplementación con Sustituo Lácteo en la Ganancia de Peso Vivo en Corderos de la Cruz Criollo con Texel en un periodo de 60 días* [Universidad Nacional del Altiplano].

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8826/Ccoa_Paucar_Antony_Xavier.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cuadrado Berrones, K. V. (2017). *Inclusión de péptidos aislados de pescado secado por pulverización (FPI SD) en la dieta de alevines de tilapia roja (Oreochromis spp.)* [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

<http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14238/1/T-ESPESD-002816.pdf>

Cuervo Garcés, L. V., & Echeverry Vargas, J. C. (2016). *Evaluación de la síntesis de ácido poliláctico proveniente del suero de quesería a nivel laboratorio (Issue 1)* [Fundación Universidad de América].

<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/530/1/6111670-2016-2-IQ.pdf>

Cueva, D. F. (2014). Efecto de dos aditivos prebióticos y probióticos en el crecimiento y condición corporal en terneras Holstein friesian, Tumbaco, Pichincha. In *Applied Microbiology and Biotechnology*. Universidad Central del Ecuador.

Cujano Toapanta, M. F. (2012). *Sistemas de alimentación en vaquillas de reemplazo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].

<http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/2097>

- Curiquén Mouat, E. C. (2007). Efectos de la adición de manano oligosacáridos en el sustituto lácteo, sobre el crecimiento y estado sanitario de terneros Holstein Neozelandés criados en pastoreo [Universidad de Chile]. In *Anales de la Universidad de Chile*.
<https://doi.org/10.5354/0717-8883.1955.11040>
- Dael, P. Van, Kastenmayer, P., Clough, J., Jarret, A.-R., Barclay, D., & Maire, J. (2005). Substitution of Casein by β -casein or of Whey Protein Isolate by α -Lactalbumin Does Not Affect Mineral Balance in Growing Rats. *The Journal of Nutrition*, 6(135), 1438–1443.
<https://doi.org/10.1093/jn/135.6.1438>
- De Lima, R. N., De Moura, A. K. B., De Assis, A. P. P., De Souza Leite, H. M., De Sousa Oliveira, F. C., Morais, F. X., Marinho, J. B. M., Da Silva Lagos Cortes Assis, L. C., & De Oliveira Lima, P. (2020). Characteristics and yield of slaughter of dairy calves receiving cheese whey and colostrum in a liquid diet. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(3), 1007–1016.
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n3p1007>
- De Oliveira Lima, P. (2008). *Sustitución parcial de leche por suero de quesería y huevo en la dieta neta de terneros lactantes* [Universidad Federal de Ceará].
http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/17071/1/2008_tese_polima.pdf
- Dodsworth, T. L., Owen, J. B., Mackie, I. M., Ritchie, A., & Ørskov, E. R. (2010). Fish-protein hydrolysate as a substitute for milk protein in calf feeding. *Animal Production*, 25(1), 19–26. <https://doi.org/10.1017/S0003356100039003>
- Elizondo Salazar, J. A. (2013). Requerimientos de proteínas para terneras de lechería. *Nutrición Animal Tropical*, 7(1), 40–50.

- Escobar Guamán, E. M. (2010). Efecto de dos formas de suministro del alimento lácteo (REALTEC) en el comportamiento de terneros Holstein mestizos (Holstein X Cebú). In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1270>
- FAO. (2018). Producción y utilización del ensilado de pescado. *Organizaciones de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura*, 1, 28.
<http://www.fao.org/3/i9606es/i9606ES.pdf>
- Fernández Ciganda, S. (2019). *Diarrea neonatal de terneros en sistemas de lechería intensivos: Estrategia basada en la utilización de probióticos nativos para disminuir su incidencia y severidad*. Universidad de la República Uruguay.
- Ferrín, C. D. (2019). *Efecto del suero de leche en diferentes niveles para la alimentación de porcinos de raza Yorkshire x Landrace en etapas de crecimiento y engorde*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Flores Alca, V. (2017). *Respuesta de transferencia de embriones en vacas receptoras Brown Swiss PPC (Bos taurus L.) y en terneros hasta el destete en el CIP- Illpa – FCA, U.N.A PUNO* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5336>
- Galán Robalino, P. A. (2020). *Obtención de proteína unicelular a partir de la fermentación del suero ácido de quesería* [Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6996>
- García, M., Garzón, J., López, E., & Galarza, D. (2017). Efecto de la levadura *Saccharomices cerevisiae* sobre el desarrollo corporal y parámetros hematológicos en terneras Holstein

criadas al pastoreo. *Maskana*, 3(Cc), 5–8.

<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1475/1162>

Garzón Quintero, B. (2008). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, VIII(5), 1–39. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/131-sustitutos.pdf

Google Earth. (2020). *Ubicación Hacienda El Prado - IASA 1*. <https://earth.google.com/web/@-0.38564209,-78.41640263,2718.86897555a,1056.59036144d,35y,-64.1276817h,45.00000048t,0r/data=CjUaMxltCiUweDkxZDViYmJkODY0NDg1MmWI6MHhjNmM4YjJiYjZjMDI2OTY5KgRjQVNBGAigAQ>

Guerrero Aguilar, D. M. (2013). *Evaluación del uso de un producto a base de harina de soya y maíz como sustituto de leche en la crianza de terneros* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/2239/>

Haberkorn, N. V. (2018). Alimentación de porcinos con suero de leche para la reducción de costos alimenticios. In *Universidad Siglo 21* (Vol. 2). [https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/16625/HABERKORN%20NATALIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hazard, S. (2016). *Alimentacion De Terneros Y Vaquillas.Pdf*. <https://docplayer.es/45724832-Alimentacion-de-terneros-y-vaquillas-de-lecheria.html>

Hidalgo Chisaguano, N. E. (2019). *Evaluación de dos sistemas de crianza de terneras lactantes, medida a través de parámetros zootécnicos*. Universidad Central del Ecuador.

Hill, S. R., Knowlton, K. F., Daniels, K. M., James, R. E., Pearson, R. E., Capuco, A. V., & Akers, R.

- M. (2008). Effects of milk replacer composition on growth, body composition, and nutrient excretion in preweaned Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 91(8), 3145–3155.
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0860>
- Hleap Zapata, J. I., & Gutiérrez Castañeda, C. A. (2017). Hidrolizados de pescado - producción, beneficios y nuevos avances en la industria. -Una revisión TT - Fish hydrolysates - production, profits and new developments in the industry. - A review. *Acta Agronómica*, 66(3), 311–322. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122017000300311&lang=es%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/acag/v66n3/0120-2812-acag-66-03-00311.pdf
- INEC-ESPAC. (2019). *Tabulados ESPAC 2019* (p. 79).
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2>
- Iniesta Planells, D. (2020). *Desarrollo de nuevos productos a base de Suero de Quesería*.
Universidad Politécnica de Valencia.
- Juliano, N., Danelon, J. L., Fattore, R. O., Cantet, J. M., Martinez, R., Miccoli, F., & Palladino, R. A. (2016). Crianza artificial de terneros de tambo utilizando sustitutos lácteos de distinto contenido energético. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 42(1), 87–92.
<http://ria.inta.gob.ar/trabajos/crianza-artificial-de-terneros-de-tambo-utilizando-sustitutos-lacteos-de-distinto-contenido>
- Lanuzá, F. (2006). Crianza De Terneros Y Reemplazos De Lechería. In *Boletín INIA* (Vol. 148).
[.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33823.pdf](http://www.inia.gov.ar/medios/biblioteca/boletines/NR33823.pdf)
- Lavid Navarrete, E. C. (2019). Determinación De Dosis De Enzimas Y Tiempos Óptimos De

- Hidrólisis Para Mejorar La Digestibilidad De Las Proteínas Obtenidas De Residuos De Pescado [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. In *Espam*. <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1055/1/TTMAI5.pdf>
- LinkAsia Partners. (2012). A Perfect Palatant For Pigs: PerfectDigest™ FPI Has What It Takes To Appeal To The Piglet's Taste Preference. *LinkAsia Connect*, 8, 1–8.
- Lozic Silva, S. A. (2013). *Calibracion de refractometro Brix para la determinacion del contenido de Inmunoglobulina G en el calostro bovino*. Universidad Austral de Chile.
- MA-56(Estación agrometeorológica IASA). (2020). *Registros diarios de parámetros climáticos. Base de datos Sangolquí - Ecuador*.
- Maldonado Dumas, C. G. (2008). *Evaluación de la tasa de crecimiento del nacimiento al primer servicio e incidencia de enfermedades diarreicas y respiratorias en terneras de cuatro grupos genéticos Bos taurus utilizados como reemplazo en una lechería especializada*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Marine Protein. (2016). *PerfectDigest FPI SD*.
https://www.linkasiapartners.com/linkasia_partners/marineprotein_files/perfect_digest_fpi_sd_EC_omega-03031017.pdf
- Martínez Rey, A., Pereira Gadola, J., & Priore Castañola, 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/handle/123456789/2575>
- Masapanta Masapanta, L. P. (2016). *Evaluación del extracto de alcachofa (cynara scolymus l.)*,

más colina para mejorar parámetros productivos y las características morfométricas de las vellosidades intestinales en terneros calostrados [Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24427>

Medina Aizaga, L. M. (2015). *Validación de dos activadores prebióticos en el desarrollo de terneras medias Ayrshire sobre los 3000 m.s.n.m en Sangolquí - Pichincha*. Universidad Central del Ecuador.

Muñoz Rojas, A. G., & Vega Viera, J. A. (2018). *Estudio comparativo de la acción hidrolizante de las enzimas lácticas procedentes de Kluyveromyces lactis y Aspergillus oryzae en el deslactosado del suero de quesería* [Universidad Nacional del Santa].

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3116/47238.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Muset, G., & Castells, M. L. (2017). *Valorización del lactosuero*. INTI.

National Research Council. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*.

Osorio Cevallos, V. H., & Llerena Hidalgo, A. B. (2018). Production and Biochemical Characterization of Enzymatic Hydrolyzate Made From Fishing Residues. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*, 29(2)(1390–1915), 97–106.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7028376>

Otero Poveda, M. I. (2016). *Evaluar y proponer acciones sobre factores causantes de diarreas en terneros lactantes menores de cuatro meses de la ganadería del Fonce*. Universidad Cooperativa de Colombia.

Páez Fiallos, A. L. (2015). *Concentración de inmunoglobulinas de calostro bovino utilizando*

tecnología de membranas [Universidad Politécnica Salesiana].

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9413>

Paucar Anasi, E. P. (2014). *Evaluación del efecto de las levaduras procreatin y yesac, para el incremento de las terneras de reemplazo (Holstein Friesian)* [Universidad de Guayaquil].

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6923>

Pérez Zuluaga, T., & Contreras Villalba, R. A. (2014). *Evaluación de dos métodos de suministro de calostro en neonatos bovinos, Hacienda La Esperanza, Sopó Cundinamarca*. Universidad de La Salle.

Perrin, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., & Anderson, J. (1979). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica* (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (ed.)).

Ramirez Benancio, H. G. (2018). *Efecto de la ivermectina e ivermectina más vitaminas en la ecto y endo-desparasitación de terneros cruzados durante los primeros dos meses de vida en Pucallpa*.

[http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1
&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/2305/000002149T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Ramos, A. D. (2018). *Evaluación del efecto de dos lactoreemplazadores sobre el desempeño de terneros lactantes*.

Ramos Guevara, J. I., Figueroa Valenzuela, C., Enríquez Anchondo, I. D., Quintero Elisea, J. A., & Veronica, T. M. (2013). Comparación de dos sustitutos de leche en la Sala de Crianza de un Establo comercial. *UACJ*, 49.

Rincón García, D. J., Sepúlveda Valencia, J. U., & Ciro Velásquez, H. J. (2020). Evaluation of diafiltration process for concentration of the protein in the sweet whey from cheese factory. *DYNA (Colombia)*, 87(214), 239–247.

<https://doi.org/10.15446/DYNA.V87N214.82795>

Rios Díaz, J. R. (2014). *Prevención de diarrea en terneras mediante la técnica De exclusión competitiva administrando un probiótico, Elaborado con cepas propias, Arequipa 2014* [Universidad Católica de Santa María].

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_471e5a60d7643495da64aaf2d88ff5e
d

Robalino Puente, J. F. (2017). *Obtención de ácido láctico a partir de suero de leche mediante un proceso biofermentativo utilizando un cultivo mesófilo homofermentativo*.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17484/1/CD-7984.pdf>

Salazar Samecash, B. (2010). *Efecto del suplemento de harina de maca (Lepidium meyenii Walp . 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (Bos taurus)* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1397>

Sánchez Soto, J. E. (2015). *Determinación del perfil inmune (Th1 y Th2) mediante análisis de citocinas en el calostro bovino de ranchos lecheros del estado de Jalisco con alta prevalencia de Mycobacterium bovis* [Universidad de Guadalajara].

<http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5912>

Schild, C. (2017). *Estimación De La Tasa De Mortalidad Anual De Terneros Y Caracterización De Los Sistemas De Crianza En Establecimientos Lecheros De Uruguay*. Universidad de la República.

Schulz Bielefeld, C. A. (2000). *Evaluación de tres concentrados de iniciación durante el periodo de crianza artificial de terneros* [Universidad Austral de Chile].

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2000/fvs388e/doc/fvs388e.pdf>

Suárez. (2015). *Valoración de tres dietas líquidas en la crianza de terneros y su influencia en algunas características tecnológicas de la carne*. Universidad Industrial de Santander.

Terán Flores, J. M. (2019). Análisis del mercado de la leche en Ecuador : factores determinantes y desafíos. In *Universitat Politècnica De València*. <http://hdl.handle.net/10251/124490>

Tipán Céleri, M. E. (2020). *Efecto de los métodos de conservación sobre la composición físico-químico del calostro bovino*. Universidad de las Américas UDLA.

Torres Martínez, Q., & Romero León, K. (2020, January). Alternativas tecnológicas para uso del lactosuero: valorización económica de residuos. *Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 2395–9169.

<https://doi.org/https://dx.doi.org/10.24836/es.v30i55.908>

Vargas, J. B., Noro, M., Pulido, R. G., & Wittwer, F. G. (2012). Metabolic response of dairy calves fed with a national or imported milk replacers. *Revista Científica*, XXII(2), 171–176.

<https://www.redalyc.org/pdf/959/95921788011.pdf>

Vera Játiva, E. A. (2014). *Identificación del desarrollo de las papilas ruminales en terneros, de 10 a 90 días en la alimentación con: leche, leche más concentrado y leche más concentrado y líquido ruminal* [Universidad Politécnica Estatal del Carchi].

<http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/45?mode=full>

Villar Bonet, A. (2006). Situación y perspectivas de la gestión de los sueros de quesería

generados en cantabria. *Anales Del Instituto de Estudios Agropecuarios*, XVII, 347.

http://centrodeestudiosmontaneses.com/wp-content/uploads/DOC_CEM/HEMEROTECA/AGROPECUARIOS/AIEAgropecuarios_17.pdf#page=12

Vizcaíno Guerra, A. F., & Lema Guamán, J. A. (2012). *Efecto inmunomodulador y zootécnico de la suplementación de un probiótico (Lactobacillus coryniformis, Lactobacillus gasseri) en terneras lecheras* [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/7268>

Yaquian Fuentes, E. F. (2018). *Efecto de la suplementación con suero de requesón proveniente de leche de vaca, sobre la ganancia de peso en lechones destetados* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. [http://www.repositorio.usac.edu.gt/8510/1/Fernando Yaquian. Tesis Zootecnia.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/8510/1/Fernando_Yaquian.Tesis_Zootecnia.pdf)

Yasumatsuya, K., Kasai, K., Yamanaka, K., Sakase, M., Nishino, O., Akaike, M., Mandokoro, K., Nagase, T., & Kume, S. (2012). Effects of feeding whey protein on growth rate and mucosal IgA induction in Japanese Black calves. *Livestock Science*, 143(2–3), 210–213.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.015>

Zambrano, R., & Pinto, W. (2019). *¿Bebida láctea o leche pura?, dilema del sector productivo en Ecuador*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/09/07/nota/7506160/uso-suero-leche-divide-sector-lacteo>