

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS PECUARIAS**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: DESARROLLO GANADERO

TESIS:

**EVALUACIÓN DE UN LACTO REEMPLAZANTE CON INSUMOS
VEGETALES NO TRADICIONALES EN BECERROS HOLSTEIN
CRUZADOS**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: DESARROLLO GANADERO

Presentada por:

Bachiller: RUBÉN PERSI FLORES MICHA

Asesor:

Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Cajamarca – Perú

2019

COPYRIGHT © 2019 by
RUBÉN PERSI FLORES MICHA
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS PECUARIAS**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: DESARROLLO GANADERO

TESIS APROBADA:

**EVALUACIÓN DE UN LACTO REEMPLAZANTE CON INSUMOS
VEGETALES NO TRADICIONALES EN BECERROS HOLSTEIN
CRUZADOS**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: DESARROLLO GANADERO

Presentada por:

Bachiller: RUBÉN PERSI FLORES MICHA

JURADO EVALUADOR

Dr. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández
Jurado Evaluador

Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador

Mg. Felipe Baltazar Gutiérrez Arce
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2019



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16 horas, del día 15 de agosto de dos mil diecinueve, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. LUIS ASUNCIÓN VALLEJOS FERNÁNDEZ, Dr. JORGE PIEDRA FLORES, Mg. FELIPE BALTAZAR GUTIÉRREZ ARCE**, y en calidad de Asesor el **Dr. MANUEL EBER PAREDES ARANA**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**EVALUACIÓN DE UN LACTO REEMPLAZANTE CON INSUMOS VEGETALES NO TRADICIONALES EN BECERROS HOLSTEIN CRUZADOS**”, presentada por el **Bach. en Ingeniería Zootecnista RUBÉN PERSI FLORES MICHA**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de DI. E. C. I. S. I. E. T. E. (1.7).....la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Ingeniería Zootecnista RUBÉN PERSI FLORES MICHA**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, con Mención en **DESARROLLO GANADERO**.

Siendo las 18 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Manuel Eber Paredes Arana
Asesor

.....
Dr. Luis Asunción Vallejos Fernández
Jurado Evaluador

.....
Dr. Jorge Piedra Flores
Jurado Evaluador

.....
Mg. Felipe Baltazar Gutiérrez Arce
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Dedico esta tesis titánica a mi madre Asteria Micha Cerna que siempre me apoyo incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional de la patria.

A mis hermanos y de más familiares en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera magistral.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

por regalarme una vida espectacular que no me a echo falto nada e tenido al sol y el aire y lo vello de este mundo gratis.

AL DR. MANUEL EBER PAREDES ARANA

Por su tiempo, paciencia, apoyo y asesoría brindada para la realización de este galáctico objetivo.

A TODOS MIS HERMANOS ESPECIALMENTE A MI MADRE ASTERIA MICHA
CERNA

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio prodria parecer tareas megas monumentales e interminables.

Quisiera dedicar mi tesis a ustedes en digital mental, personal de bien intelectuales, seres que ofresen bienestar y los finos deleites de la vida.

¡ Muchisimas gracias a todos !

ÍNDICE GENERAL

Resumen	viii
Abstract	ix
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	3
OBJETIVOS	3
General	3
Específicos	3
El sistema digestivo del ternero neonato	4
Requerimientos nutricionales del ternero lactante	5
Alimentación del ternero lactante	5
Uso de lactoreemplazantes	6
Ingredientes no convencionales a utilizar en la formulación del lactoreemplazante ..	12
Localización y duración del experimento	15
Procedencia y asignación de terneros a tratamientos	15
Alimentación y alojamiento de los terneros	16
Indicadores de crecimiento de los terneros	20
Cálculo del costo de alimentación	22
Análisis estadístico	22
Consumo de alimento	23
Crecimiento de los animales e índice de conversión alimenticia	25
Costos de alimentación	28
ANEXOS	34

Resumen

Se evaluó la inclusión de una pre mezcla alimenticia de ingredientes no convencionales (PM-INC) en base a lupino, vicia, linaza y trigo como parte del lacto reemplazante (LR). Se trabajó con 24 terneros machos Holstein cruzados recién nacidos, distribuidos en tres tratamientos: T1: leche entera (LE); T2: LR con 80% leche descremada (LD) + 20% manteca de cerdo (LR-LDMC) y T3: LR con 75% LD + 25% PM-INC (LR-LDINC). La LE y LR fueron suministrados desde el inicio del experimento hasta el destete (ocho semanas), el alimento iniciador se suministró desde la segunda semana y heno de alfalfa consumieron desde la sexta semana. No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos para consumo de alimento, peso vivo, ganancias de peso, ni talla. Sin embargo, se encontró un menor costo de ternero destetado por concepto de alimentación en el tratamiento LR-LDINC equivalente a S/. 13.37 menos respecto del tratamiento LE y S/. 13.51 menos respecto del tratamiento LR-LDMC. Se concluye que el ternero macho Holstein cruzado de la zona altoandina de Cajamarca responde satisfactoriamente al suministro de un LR conteniendo 75% LD + 25% PMINC, en fase de cría durante 56 días.

Palabras clave: ternero macho, lactoreemplazante, indicadores de crecimiento, alimentos vegetales, costos

Abstract

The inclusion of a pre-mix of unconventional ingredients (PM-INC) with lupine, vicia, flaxseed and wheat as part of milk replacer (LR) was evaluated. Twenty-four newborn Holstein male calves, distributed in three treatments were used: T1: whole milk (LE); T2: LR with 80% skim milk (LD) + 20% lard and (LR-LDMC) y T3: LR with 75% LD + 25% PM-INC (LR-LDINC). The LE and LR were supplied from birth to weaning (eight weeks), the starter feed was supplied from the second week and alfalfa hay consumed from the sixth week. No significant differences were observed ($P > 0.05$) between treatments for feed consumption, ratio feed/gain, body weight, weight gain, or size. However, a lower cost of weaning calf was found for feeding in the LR-LDINC treatment equivalent to S / . 13.37 less with respect to the treatment LE and S / . 13.51 less with respect to the LR-LDMC treatment. Were concluded that, the Holstein male calf crossed from the high Andean area of Cajamarca satisfactorily responds to the ingest of an LR containing 75% LD + 25% PMINC, in the milk-feeding phase for 56 days.

Keywords: male calf, milk replacer, growth performance, vegetable foods, costs

INTRODUCCIÓN

La población bovina del Perú en el año 2012 fue de 5 156 miles de cabezas, de las cuales el 63.55% corresponde al ganado criollo y 10.23% a vacunos de raza Holstein (INEI, 2013). Teniendo en cuenta que el 50% de la población bovina de raza Holstein son vacas, anualmente nacen más de doscientos mil terneros, de los cuales cien mil son machos, separados inmediatamente de su madre y que generalmente se convierten en descarte del establo lechero (Lecuona de Prat, 2012).

En el Perú, el precio de la leche fresca durante el presente siglo se ha mantenido estable, sin incremento (Peruláctea, 2018). El uso de lacto reemplazantes (LR) es muy limitado a diferencia de lo que sucede en países como Estados Unidos, donde más del 85% de las terneras de razas lecheras se alimentan con LR (USDA, 2012). Factores como el precio de la leche y el sistema productivo basado en pequeñas explotaciones lecheras y crianzas familiares, influyen sobre el manejo y destino de la leche fresca del establo, la cual se suministra de manera restringida a las terneras de reemplazo y el mayor volumen lácteo producido inmediatamente se comercializa, permitiendo al ganadero tener liquidez, con periodos de cobranza cortos. Esta situación hace poco viable destinar leche fresca a terneros machos con fines cárnicos, cuyo periodo de recuperación de la inversión sería luego de varios meses.

Por otro lado, el consumo de carne bovina en el Perú es de 6.0 kg/habitante/año, lo cual es muy bajo comparado con los consumos de carne bovina en Latinoamérica (MINAGRI 2018), representando el 10% de lo que consume el poblador argentino, la tercera parte aproximadamente de lo que consume el poblador chileno. Por tanto, la producción de carne bovina en el Perú requiere mayores esfuerzos siendo una actividad económica potencial que se debe impulsar. En muchos países del mundo, los terneros Holstein-Friesian (HF) están destinados a la producción de carne tipo ternera (Cozzi, 2007). Otros criadores alimentan terneros con un LR y una pequeña cantidad de forraje para sacrificarlos entre 5 a 6 meses de edad; alcanzando los terneros machos otro valor monetario, habiéndose determinado en establos de Italia, que la diferencia de precio entre un ternero HF de 24 días de edad es de \$ 20.70 a favor de la ternera (Dal Zotto et al., 2009). Mientras que, en Perú, el valor económico del ternero HF macho recién

nacido se estima en un 10% del valor de la hembra a esa misma edad, siendo el becerro macho en el establo una sobrecarga económica.

De Palo et al. (2013) produjeron carne de terneros HF italianos alimentados durante las primeras 8 semanas con LR y después con ensilaje de maíz. Los animales fueron sacrificados a la edad de 218 días con un peso promedio de 237 kg. Lecuona de Prat (2012) refiere del ternero para carne tipo ternera al sacrificado entre 40 y 70 kg, o terneros de 18-20 semanas de edad con 180 a 200 kg, pudiendo tener una tercera categoría de terneros comercializados entre 300-450 kg de peso vivo (PV). FEDNA (2008) sugiere para el engorde del ternero HF un peso de entrada de 50 kg y un peso de salida de 480 kg, con una duración del periodo de 325 días y 21 días previos de lactación. Bruno et al. (2009) Indican que el período de lactante equivale a aproximadamente el 40% del costo total de engorde, por lo que sugiere el uso de leches de descarte y no más de 65 días de lactación, coincidiendo con Radostits y Blood, (1993), quienes señalan que la alimentación constituye uno de los costos principales en ganadería, por lo que debe utilizarse fuentes alimenticias económicas, sin afectar el buen rendimiento y minimizando incidencia de enfermedades.

El uso de LR es una estrategia alimenticia bastante utilizada en la ganadería mundial e intensiva, cuya formulación incluye ingredientes convencionales, derivados de leche como el suero de leche y la leche desnatada. Sin embargo, dependiendo del mercado, las proteínas derivadas de leche pueden ser costosas por lo que, la investigación se ha centrado en encontrar fuentes de proteínas alternativas para LR que promuevan buen rendimiento del terneraje similar al que se obtiene con proteínas lácteas; habiéndose evaluado proteínas plasmáticas bovinas suplementadas en sus aminoácidos deficitarios (Vásquez et al., 2017), del mismo modo se ha evaluado la inclusión en el LR de proteína hidrolizada de trigo con resultados satisfactorios (Castro et al., 2016). Se ha evaluado la inclusión de concentrados proteicos de soya y papa en el LR (Knaus et al., 1993). Otras investigaciones tendientes a promover el mayor consumo de materia seca en el ternero neonato, ha conllevado a concentrar los sólidos totales del LR con ingredientes lácteos y de origen vegetal (Azevedo et al., 2017; Huang et al., 2015) lo cual ha permitido acortar el periodo de lactación.

Con la finalidad de contribuir a la mejora en el aprovechamiento de los becerros machos de razas lecheras, el presente trabajo se desarrolló evaluando terneros Holstein cruzados (HC) producidos en pequeños establecimientos productores de leche de la región andina del Perú, alimentados en su primera etapa de vida con un LR en base a leche descremada en polvo a la que se le incluyó una mezcla compuesta de alimentos vegetales como lupino, vicia, linaza y trigo, además de manteca de cerdo y carbonato de calcio, como fuentes importantes de grasa y calcio, respectivamente; todos estos alimentos obtenidos en la misma zona de sierra peruana, y bajo un régimen alimenticio con mínimo suministro de alimento lácteo.

HIPÓTESIS

La inclusión de insumos vegetales no tradicionales en el lacto reemplazante no afecta la tasa de crecimiento corporal de los becerros machos Holstein cruzados, comparado con el sistema de alimentación en base a leche entera o lacto reemplazante en base a leche descremada reconstituida con grasa animal, minimizando los costos de alimentación.

OBJETIVOS

General

Evaluar un lactoreemplazante con insumos vegetales no tradicionales en becerros Holstein cruzados.

Específicos

- 1.- Determinar la ganancia de peso y talla en becerros Holstein cruzados alimentados con un lactoreemplazante con insumos vegetales no tradicionales.
- 2.- Analizar los costos de alimentación con del becerro Holstein cruzado alimentado con un lactoreemplazante con insumos vegetales no tradicionales en un periodo de 56 días.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El sistema digestivo del ternero neonato

El ternero recién nacido digiere la leche consumida solamente por actividad enzimática, por lo que este alimento pasa directamente al abomaso, gracias al canal que se forma, conectando el cardias con el canal omasal, y de esta manera la leche no ingresa al retículo-rumen donde produciría fermentación perjudicial. En el abomaso la renina convierte la caseína soluble de la leche en una red de paracaseinato de calcio que retiene glóbulos grasos; este coágulo segrega el suero que moviliza la lactosa y proteínas solubles hacia el intestino donde son digeridos por acción de las enzimas producidas por las células intestinales. Luego los coágulos pasan más lentamente del abomaso al intestino como péptidos donde son digeridos (Relling y Mattioli, 2013).

Es necesario establecer medidas preventivas para mantener el epitelio intestinal del ternero libre de patógenos que causan infecciones entéricas y dan como resultado deficiente absorción de nutrientes, inflamación del epitelio intestinal y diarreas (Foster y Smith, 2009). El complejo de diarrea neonatal es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los terneros lecheros. (Svensson et al., 2003). Por lo tanto, existe una necesidad considerable de investigación en prevención y terapias de apoyo para este complejo de enfermedades. Todd (2010) con el objetivo de estudiar la eficacia del meloxicam (MEL) como terapia de apoyo para los terneros con complejo de diarrea neonatal, evaluaron 62 terneros Holstein recién nacidos, inyectados con MEL al inicio de la diarrea, alimentado cada ternero con 2 litros de leche entera sin pasteurizar con 3,9% de grasa y 3,4% de proteína dos veces al día, a las 8:00 y 16:30 h, desde la llegada hasta el destete. A lo largo de todo el período de estudio, los becerros tuvieron disponibilidad de concentrado iniciador (18.0% PC, 3.0% de grasa y 2.70 Mcal / kg de EM) y agua. Los terneros fueron destetados de la dieta láctea una vez que tenían más de 28 días de edad y habían consumido un mínimo de 750 g/d de alimento iniciador durante 3 días consecutivos. El tiempo medio para el consumo de iniciador para los terneros tratados con MEL y placebo (PLA) fue de 12 y 17 días, respectivamente. Los terneros tratados con MEL una vez que comenzaron a consumir alimento iniciador, registraron la siguiente ingesta, en promedio/d: 0.11, 0.31, 0.64, 1.85 y 2.42 kg, en las semanas correspondientes de la primera hasta la quinta. Los terneros tratados con MEL comenzaron a consumir la ración de inicio a mayor velocidad y consumieron más agua en comparación con los animales tratados con PLA. Durante el período de estudio, los

terneros tratados con MEL ganaron PC a un ritmo más rápido que los terneros tratados con PLA, registrándose ganancias de peso corporal de: 1.8, 1.7, 3.7, 5.1, 5.8 y 7.3 kg/semana, desde la primera hasta la sexta semana; así durante el período de estudio de 8 semanas, los terneros tratados con MEL y PLA ganaron 32.4 y 27.1 kg, respectivamente, aun cuando el peso al destete para los terneros tratados con MEL y PLA fue de 65,7 kg y 66,6 kg, respectivamente.

Requerimientos nutricionales del ternero lactante

Los requerimientos nutricionales del ternero recién nacido son cubiertos con la leche o LR de calidad en la fase de alimentación líquida. Luego en la subsiguiente fase de transición, los requerimientos deben ser cubiertos por la dieta líquida y el iniciador. Una ternera de raza lechera que pesa 30 kg y con ganancias de peso (GP) de 400 g/d, alimentada con leche o LR diariamente requiere un consumo de 0.47 kg de MS, 2.22 Mcal de EM y 124 g de proteína. Si la ternera pesa 40 kg con una GP de 600 g/d y consume dieta líquida más iniciador, diariamente debe ingerir 0.83 kg de MS, 3.44 Mcal de EM y 205 g de proteína. Si la ternera pesa 50 kg con una GP de peso de 600 g/d y consume dieta líquida más iniciador, diariamente debe ingerir 0.94 kg de MS, 3.44 Mcal de EM y 212 g de proteína (NRC, 2001).

Alimentación del ternero lactante

Los terneros neonatos de razas lecheras pueden alimentarse con una gran variedad de alimentos que podrían generar diferente respuesta en la fisiología digestiva y orgánica en general; sin embargo, es muy conveniente, que con la alimentación temprana se propicie un normal crecimiento de las papilas ruminales (Suarez-Mena et al., 2015). Con esa finalidad se debe proveer alimentos iniciales con adecuada granulometría para evitar el impacto de las partículas entre las papilas del rumen y la queratinización (Greenwood et al. al., 1997). Al respecto NRC (2001) sugiere que los terneros no deben comer heno largo antes del destete, sino alimento iniciador muy digestible, bajo la forma de pellet.

La alimentación con leche restringida durante el período de lactancia es ampliamente utilizada para reducir los costos en la crianza de terneros. Esta práctica también es conocida por estimular la ingesta del iniciador y promover el desarrollo temprano del rumen. Sin embargo, investigaciones recientes ha puesto en tela de juicio la limitación del consumo de leche, especialmente durante el primer mes de vida (Azevedo et al., 2016)

Liu et al. (2015) indican que el crecimiento y el rendimiento de los animales adultos están influenciados por la calidad de la leche que consumen en la etapa pre destete de los terneros y, en última instancia, también influye en el valor de venta del ternero al destete. Lo cual lo corroboró en animales de engorde de las razas Bonsmara, Brangus, Charolais, Gelbvieh, Hereford, Romosinuano y Brangus. Los resultados de este estudio confirmaron la importancia de la influencia del pre destete sobre el crecimiento de terneros, pero indicaron que esta influencia puede depender de la raza. Además.

Por tanto, la investigación en alimentación de terneros lactantes se ha orientado a evaluar una serie de programas de alimentación; Gutiérrez (2000) realizó un experimento para determinar el efecto de la duración de la fase alimenticia de lactación sobre el crecimiento de terneros machos HF desde el nacimiento hasta un mes post destete en la campiña de Cajamarca. Este plan de alimentación consistió en el suministro de calostro, leche, concentrado iniciador y heno de alfalfa. Los tratamientos en evaluación fueron: T1: Fase de 90 días y T2: Fase de 60 días. Encontrando que durante la etapa de lactación los incrementos de peso promedio diario fueron de 0.65 y 0.70 kg/animal, el consumo de materia seca promedio diario fue 1.65 y 1.81 kg/animal, con una conversión alimenticia de 2.28 y 1.74, respectivamente para los tratamientos T1 y T2. Cotrina (2009) realizó un estudio comparativo de dos programas de alimentación en 14 terneras Holstein desde el nacimiento hasta el destete a los 77 días de edad. Las terneras consumieron calostro los tres primeros días, leche entera desde el cuarto día hasta el final, concentrado iniciador y rey grass *ad libitum* a partir de los 15 días de edad; diferenciándose los tratamientos en la forma de conservación del forraje, T1: forraje verde y T2: heno. Las terneras iniciaron con pesos corporales de 36.71 ± 0.76 y 36.00 ± 1.15 kg para T1 y T2, respectivamente. Los pesos logrados a los 77 días fueron de 80.53 y 77.36 kg, el incremento de peso promedio por día fue de 569.0 y 537.0 g/d, el consumo de materia seca promedio por animal fue de 10.87 y 10.72 kg/d, la conversión alimenticia fue de 2.85 y 2.89, con un mérito económico de 24.05 y 21.93% para el T1 y T2, respectivamente.

Uso de lactoreemplazantes

Luego que el ternero ha consumido calostro, debe alimentarse con leche o LR mediante biberones o baldes con tetina. La cantidad de LR a consumir debería bordear los 500 g/d, que a una dilución del 12.5%, representa 4 l, repartidos en dos tomas diarias. Esta cantidad de LR suministrada sería suficiente para mantenimiento del animal y un

moderado crecimiento; sin embargo, si se pretende alcanzar mejor rendimiento tendría que incrementarse el consumo de sólidos en la dieta (FEDNA, 2009).

Se ha determinado que el LR puede formularse y suministrarse con diferentes niveles nutricionales y diversos ingredientes; Castro et al. (2016) compararon tres lacto reemplazantes (LR) con 29% de Proteína y 16% de grasa, en 57 terneros Holstein distribuidos en tres tratamientos: LR-1 en base a leche descremada más concentrado de proteína de suero con aproximadamente 2.6% de Lisina (Lis) y 0.6% de metionina (Met); LR-2 en base a leche descremada más concentrado de proteína de suero con aproximadamente 2.6% de Lis y 0.9% de Met; y LR-3 en base a leche descremada más proteína de suero más 4.5% de proteína hidrolizada de trigo, reemplazando el 50% del concentrado de proteína de suero, con 2.6 y 0.9% de Met y Lis. Los terneros en promedio pesaron inicialmente entre 41.30 – 42.71 kg, la ingesta de materia seca proveniente de leche más concentrado fue de 1.14 a 1.21 kg/d. los pesos finales luego de ocho semanas de lactación fueron: 61.0 y 61.4 kg de PC. Los resultados indicaron que LR con 4.5% de proteína hidrolizada de trigo y suplementada con Lis y Met puede tener el mismo rendimiento de crecimiento que las fórmulas basadas en 100% proteínas de leche.

Amado et al. (2019) indican que las composiciones actuales del sustituto de leche de ternero difieren significativamente de la leche entera en sus niveles de energía, proteínas y minerales. La fuente de energía es una de las principales diferencias, ya que LR contiene altos niveles de lactosa, mientras que la leche entera contiene niveles más altos de grasa. Por lo que realizaron un estudio para determinar el efecto del intercambio parcial de lactosa por grasa en el rendimiento, la digestibilidad y la permeabilidad intestinal en terneros alimentados dos veces al día en un plano de alta alimentación. La lactosa y la grasa se intercambiaron en la formulación LR. Los LR fueron isonitrogenados pero no isoenergéticos. Un total de 60 terneros Holstein-Friesian fueron asignados a bloques según la IgG sérica, el peso corporal y la fecha de colección después del nacimiento. Dentro de cada bloque, los terneros se asignaron al azar a 1 de 2 tratamientos: alto en grasa y alto en lactosa. El LR se proporcionó dos veces al día hasta los 49 días de edad, seguido de un período de destete gradual de 14 días. El iniciador y el agua estuvieron disponibles a voluntad durante todo el estudio. El intercambio de lactosa por grasa no afectó el crecimiento; ingestas de iniciador, agua, proteína cruda o energía total; o aparente digestibilidad total del tracto de nutrientes. Las

recuperaciones urinarias de Cr y lactulosa fueron generalmente bajas en ambos tratamientos, pero fueron más altas en los terneros alimentados con la LR alta en grasa. En consecuencia, la proporción de lactulosa en suero / d-manitol y las concentraciones de Cr en suero fueron mayores en los terneros alimentados con la LR con alto contenido de grasa. En la semana 1 y durante la transición al destete, los terneros alimentados con la LR alta en grasa tuvieron significativamente menos puntajes fecales anormales. En conclusión, el intercambio de lactosa por grasa en la RMC no afectó el rendimiento del crecimiento, la ingesta total de alimento o la digestibilidad de los nutrientes. El LR alto en grasa fue asociado con un aumento en los marcadores de permeabilidad, pero con una influencia positiva en las puntuaciones fecales en los terneros.

Dennis et al. (2018) evaluaron el rendimiento de terneros, la digestibilidad de la dieta y la actividad de rumia cuando se alimentan con 4 programas de alimentación con LR. Los terneros Holstein machos ($n = 96$; 43 ± 1.2 kg de peso corporal; 1 a 2 días de edad) se alojaron en corrales individuales durante 56 días. Los becerros fueron alimentados con una LR común [25% de proteína cruda (PC), 17% de grasa, base de materia seca (DM)]. Los programas de alimentación fueron (1) 0,66 kg de MS / d de LR y destete a los 42 días (MOD6); (2) hasta 1.09 kg de MS / d de LR destetada a los 42 d (HIGH6); (3) hasta 1.09 kg de MS / d de LR destetada a los 53 d (HIGH8); y (4) hasta 1.09 kg de MS / d de LR y destetados gradualmente de d 35 a 53 (GRAD8). Los terneros fueron alimentados con un iniciador con una textura que contiene granos enteros con 20% de PC y 37% de almidón (base MS). Desde los 38 a los 56 días de edad, 4 terneros / tratamiento tenían acelerómetros de marcas de audífonos ajustados para proporcionar medidas para la alimentación y la rumia. Los terneros se movieron en grupos por tratamiento a los 56 días y se alimentaron con el mismo iniciador mezclado con 5% de heno. Los becerros alimentados con MOD6 fueron 3.4 kg más ligeros a los 56 días que los becerros alimentados con otros tratamientos. La ingesta de inicio fue mayor para MOD6 en comparación con otros tratamientos (0,78 frente a 0,43 kg / d) de 0 a 56 d. El ancho de cadera y la puntuación de condición corporal de 0 a 56 días fueron similares entre los tratamientos. El tiempo promedio de rumia, la alimentación y la actividad no difirieron entre los tratamientos. Digestibilidad total del tracto MS, MO, PC y grasa fueron menores para los terneros alimentados con MOD6 en comparación con otros tratamientos en el día 35, mientras que la FND y la digestibilidad del almidón fueron mayores para el MOD6 en la d 35. La digestibilidad de ADF y NDF también fue mayor

para el MOD6 en la d 49 (en comparación con Solo HIGH6). El destete gradual mejoró la digestión post destete.

Vásquez et al. (2017) determinaron los efectos de los LR que contenían 0, 33, 66 y 100% del total de proteína de suero remplazada con proteína plasmática bovina (PP), sin o con suplementos de isoleucina (Ile), sobre la ingesta, el crecimiento y la salud de 124 terneros Holstein machos por 35 d. Los LR se formularon con 18% de proteína cruda y 20% de grasa, con los contenidos de Lis y Met igualados. La ingesta de materia seca y los PC finales disminuyeron con el aumento de PP, independientemente de la suplementación con Ile. La ganancia diaria promedio tendió a verse afectada de manera cuadrática a medida que aumentaba el PP, con o sin la suplementación con Ile; la ganancia diaria promedio fue mayor para los becerros alimentados con dietas con 33% de PP (422 g/d) y las más bajas para los becerros alimentadas con 100% de PP (232 g/d). Las medidas corporales disminuyeron al aumentar la inclusión de PP. Las PP sin suplementación de Ile tuvieron menos días de medicación en comparación con la dieta de control.

Verdu et al. (2017) indican que una de las dificultades productivas más importantes en la alimentación con leche de los terneros después de la llegada a la granja es una anorexia transitoria durante la primera semana de adaptación. Este trastorno alimentario afecta el rendimiento y salud porque el ganado mal alimentado puede sufrir un deterioro de las funciones digestivas e inmunitarias con consecuencias perjudiciales para la salud. Mayor cantidad de LR en las primeras dos semanas después de la llegada podría aumentar la ingesta de concentrado y la vitalidad de los terneros. Por lo que con trescientos cincuenta becerros Holstein ($56 \pm 1,5$ kg de peso corporal y $29 \pm 9,3$ d de edad), de 2 rebaños, evaluaron el efecto del aumento de la cantidad de sustituto de leche en la ingesta de concentrado y el rendimiento en terneros alimentados con leche a lo largo de un estudio de 47 días. La cantidad de LR (23% proteína, 19% grasa) recibido en las primeras dos semanas después de la llegada fue: programa convencional (CON) vs Programa de rescate (RES). El programa CON consistió en 360 g / d en la semana 1, 330 g / d en las semanas 2 y 3, 300 g / d en la semana 4, y 210 g / d en la semana 5. El programa RES proporcionó 600 y 500 g / d en las semanas 1 y 2, y 300 y 150 g / d en las semanas 3 y 4, respectivamente. Iniciador (2,93 Mcal de EM / kg, 16% PC), heno y agua se ofrecieron ad libitum. Terneros RES mostraron tendencia ($P = 0.09$) a tener un PC final mayor que CON en 47 días de estudio. Terneros RES tuvieron un mayor

consumo de concentrado ($P < 0.01$) comparado con CON en las semanas 5 y 6 (2.0 vs 1.6 y 2.5 vs 2.3 kg / d, respectivamente). Los terneros RES exhibieron una mayor ($P < 0.01$) ganancia que CON en las semanas 1 y 6 (0.57 vs 0.31 y 1.07 vs 0,95 kg / d, respectivamente). En conclusión, aumentando la cantidad de LR durante las dos primeras semanas después de la llegada mejoró el PC final y la ganancia de peso en la primera semana y aumentó el consumo las semanas 5 y 6.

Chapman et al. (2016) manifiestan que programas de alimentación con LR con suministros de más de 0.7 kg de MS diariamente, provoca disminución de la ingesta de iniciador antes del destete y la ganancia de peso aumenta en comparación con LR con menos MS. Además, la ingesta post-destete suele aumentar, acercándose rápidamente a las cantidades similares a los terneros alimentados con LR; sin embargo, después del destete la ingesta de MS por kilogramo de PC y los coeficientes de digestibilidad y las cantidades de nutrientes digeridos por kilogramo de PC fueron considerablemente menores que los terneros alimentados con menos LR. Este estudio indica que hay menos digestión post destete en terneros alimentados en cantidades de LR sobre aproximadamente 0,7 kg de MS y menos ganancia de peso post destete y crecimiento estructural, mientras aumenta la grasa corporal y condición corporal de terneros por aproximadamente 2 meses de edad. Estas conclusiones se establecieron luego que 48 terneros Holstein de 41 ± 1.9 kg de peso corporal, de 2 a 4 días de edad fueron evaluados, se les tomó muestras de sangre por vía intravenosa, se extrajo suero separados por centrifugación a $3.000 \times g$ a $20^\circ C$ durante 15 min (VWR, Batavia, IL), y la concentración de proteína sérica se estimó utilizando un refractómetro óptico (ATAGO U.S.A. Inc., Bellevue, WA). Se compararon tres programas de LR utilizando un programa convencional (CON) de 0,44 kg de MS de 21% Proteína y 21% de grasa alimentado diariamente durante 39 d, divididos en 2 comidas iguales mañana y tarde. Desde los días 40 a 42, los terneros fueron alimentados con 0,22 kg de MS en una comida de la mañana. El programa moderado (MOD) fue de 0,66 kg de MS de 27% de proteína y 17% de grasa suministrado diariamente durante 39 días, dividido en 2 comidas iguales por la mañana y por la tarde. Desde el día 40 hasta 42, los terneros fueron alimentados con 0,33 kg de MS en una comida de la mañana. El programa agresivo (AGG) fue de 0,66 kg de MS durante 5 días y 0,87 kg de MS para 37 d, hasta el d 42, dividido en 2 comidas iguales de mañana y tarde. Del d 43 a 49, el LR se suministró 0,43 kg de MS / d en una comida de la mañana. El LR CON y MOD se

reconstituyó a 13% de sólidos y el LR AGG se reconstituyó a 15% de sólidos con agua tibia (45 ° C) y se alimentó a las 06:00 y 16:00 h mediante cubos con pezoneras. En cada programa, todos los terneros consumieron todos el LR ofrecido. Los terneros fueron alimentados con un iniciador de 20% proteína y agua a voluntad hasta el día 56.

Azevedo et al. (2016), con el objetivo de evaluar los efectos en el consumo de alimento, el rendimiento y salud de las terneras Holstein-Gyr, aumentaron el contenido de sólidos (TS) en la leche entera agregando cantidades crecientes de un LR cuya composición básica fue suero de leche, suero sin lactosa, lípidos de origen vegetal e hidrolizado de gluten de trigo, logrando en el alimento lácteo las diferentes concentraciones de sólidos totales (ST): 12.5, 15.0, 17.5 y 20.0%, que constituyeron los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente. Las novillas recibieron 6 L de alimento líquido por día, divididas en 2 comidas iguales (08.00 y 16.00 h) y provistas en baldes, de 5 a 55 d de edad. Desde los 56 a los 59 d de edad, la cantidad total de alimento líquido se redujo a la mitad, manteniendo solo las comidas de la mañana. Las terneras fueron destetadas a los 60 días. El agua y el iniciador se proporcionaron a voluntad durante todo el experimento. La osmolalidad de los tratamientos de alimentación líquida fue de 265 a 533 mOsm / L. El peso corporal final y el rendimiento del crecimiento durante el período posterior al destete también aumentaron linealmente con la concentración de ST en la alimentación líquida. Se tuvo consumos de leche promedio de 732, 876, 959 y 1073 g de MS/d; consumo de iniciador promedio por etapa de 189, 181, 162 y 127 g/d, consumos de agua de 1.4, 1.5, 2.1 y 2.2 kg/d. El aumento de la concentración de ST en la alimentación líquida aumentó el peso de destete, así se obtuvo pesos finales de 70.8, 75.2, 77.2 y 80.4 kg, con GMD, respectivamente de 658.2, 690.7, 747.6 y 780.7 g/d. Además, no tuvo efectos negativos la ingesta creciente de alimentos sólidos en la salud.

Hill et al. (2016) manifiestan que los terneros alimentados con grandes cantidades de LR ganan más peso antes del destete que los terneros que reciben menos LR; sin embargo, el crecimiento posterior al destete se puede reducir debido a una digestión deficiente de los nutrientes. Al igual que la inclusión de ácidos grasos funcionales (AGF) que podrían mejorar algunos problemas de crecimiento y digestión deficientes en terneros alimentados con grandes cantidades de LR. Para eso comparó dos cantidades de LR [moderada (MOD) o agresiva (AGG)] con y sin AGF utilizando 48 terneros Holstein machos, de 3 días de edad ($43 \pm 1,5$ kg de peso corporal) asignados al azar a los tratamientos. La cantidad de LR MOD fue de 0,66 kg de materia seca (DM) durante

49 d. La cantidad de LR AGG fue durante 4 días a 0,66 kg de MS, 4 días a 0,96 kg de MS, luego 34 días a 1,31 kg de MS, seguido de 0,66 kg de MS durante los últimos 7 días. Los terneros fueron destetados completamente a los 49 d. El LR contenía 27% de proteína cruda y 17% de grasa. El iniciador texturizado fue 20% de proteína cruda. El iniciador y el agua se alimentaron a libre elección durante los primeros 56 días cuando los terneros se alojaron en corrales individuales. La digestión de fibra y almidón aumentó con la edad y fue más baja para AGG versus MOD. La ganancia diaria promedio del ternero y el cambio en el ancho de la cadera fueron mayores antes de las 6 semanas de edad aproximadamente para el AGG en comparación con la MOD. La ingesta de iniciación al destete fue menor para los terneros alimentados con AGG versus MOD.

Geiger et al. (2014) alimentaron cuarenta y cuatro terneros Holstein con un suplemento microbiano (SM) y 1 de 2 LR para evaluar el rendimiento y el crecimiento de la cría. Los tratamientos fueron (1) un LR control [22:20; 22% de proteína cruda (PC) y 20% de grasa], (2) un LR acelerado (27:10; 27% de PC y 10% de grasa), (3) el LR control con SM agregado (22: 20 + D), y (4) el LR acelerado con SM agregado (27: 10 + D). Encontraron que los terneros alimentados con un LR acelerado, independientemente de la suplementación con SM, consumieron más PC y energía metabolizable en el LR. No se encontraron diferencias de tratamiento para la ingesta de inicio o la ingesta de fibra detergente neutra o fibra detergente ácida en el iniciador. Las terneras alimentadas con el sustituto de leche acelerado tuvieron mayor peso corporal antes del destete y destete en comparación con las crías alimentadas con el sustituto de leche control. La ganancia diaria promedio fue mayor durante el período previo al destete de las terneras alimentadas con el sustituto de leche acelerado, pero el mismo patrón no se mantuvo durante el período posterior al destete. La eficiencia alimenticia no difirió entre tratamientos. La altura de la cadera tendió a ser y la altura de la cruz y la circunferencia del corazón fueron mayores en el destete de las terneras alimentadas con el sustituto de leche acelerado en comparación con las crías alimentadas con el sustituto de leche de control. La suplementación microbiana no pareció beneficiar al ternero en este ensayo.

Ingredientes no convencionales a utilizar en la formulación del lactoreemplazante

Las semillas de *Lupinus mutabilis* son utilizadas en alimentación humana y animal en algunos países de Latinoamérica; cultivados por su fácil adaptación a suelos marginales y diferentes climas. Ha sido utilizado como parte del 20 y 30% de los sólidos para reconstituir leche destinada a la elaboración de yogur, mejorando el contenido de proteína, evitando proliferación de microorganismos indeseables, sin ocasionar sabores desagradables en el yogur, a la evaluación organoléptica (Castañeda et al., 2008)

Raeth et al. (2016) realizaron tres estudios para evaluar el efecto de remplazar parcialmente la proteína de leche con fuentes alternativas sobre el rendimiento y la salud de terneros lactantes. Las fuentes evaluadas incluyeron el gluten de trigo (GT), el concentrado de proteína de soja (CPS), el plasma animal secado por aspersion (PL) y el polvo de péptido vegetal (PPV). El tratamiento de control (CON) en todos los estudios fue 100% de proteína de leche. En el estudio 1, GT y CPS (que remplazaron hasta el 50% de la proteína de la leche en el LR) disminuyeron ($P < 0.05$) la GMD general (0.78 vs. 0.70 kg de PV/ d) en comparación con CON. La ingesta de sustituto de leche fue similar ($P > 0.05$) en todos los tratamientos. La ingesta previa al destete y la ingesta general de becerros se redujeron ($P < 0.05$) para los terneros alimentados con LR con GT y CPS en comparación con los terneros CON. En el estudio 2, el remplazo parcial (50%) de PC en LR con GT, PL o CPS no afectó la GMD antes o después del destete, el aumento de la altura de la cadera o la ingesta de LR o de iniciador de terneros en comparación con los terneros CON ($P > 0.05$). En el estudio 3, no hubo diferencias ($P > 0.05$) en el rendimiento o la salud entre los terneros CON o los alimentados con PL o PP. En todos los tratamientos, los terneros ganaron 0,78 kg de PV/ d, crecieron 11,19 cm en la altura de la cadera y consumieron 51,66 kg de MS entre 1 y 56 d. En resumen, los estudios 1 y 2 indican que se puede alimentar con GT y CPS utilizados en el LR en combinación con PL para minimizar los efectos de rendimiento. El estudio 3 sugiere que la PL y la PP utilizadas en estos estudios pueden remplazar con éxito hasta el 25% de la proteína de la leche en el LR.

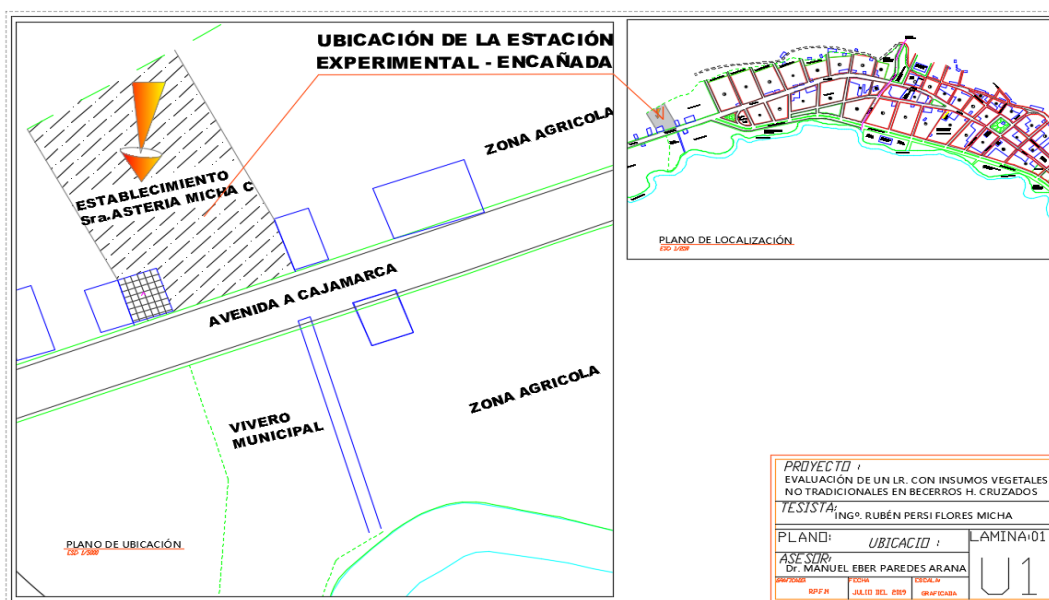
Knaus et al. (1994) realizaron un experimento para evaluar el rendimiento del concentrado de proteína de soja en combinación con el concentrado de proteína de papa como fuentes de proteína alternativas en los LR para terneros. En el ensayo de alimentación hubo dos grupos con 24 terneros en cada grupo. El sustituto de leche para el Grupo 1 (control) contenía 60% de leche desnatada en polvo y 21,8% de suero en polvo. El sustituto de leche para el Grupo 2 (experimental) contenía 59,3% de suero de

leche, 4,5% de concentrado de proteína de patata y 11,5% de concentrado de proteína de soja. El aumento de peso diario y la eficiencia de alimentación del Grupo 1 fueron 1057 g y 1,60 kg, respectivamente. Para el Grupo 2 fueron 1043 g y 1,64 kg, respectivamente. Los resultados de la digestión para el sustituto de leche utilizado para el Grupo 2 fueron significativamente mejores en cuanto a los extractos sin nitrógeno.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y duración del experimento

El experimento se realizó en la Unidad de Investigación de Ganado Lechero instalado en el establecimiento de la señora Asteria Micha Cerna, ubicado en el distrito de La encañada, departamento y provincia de Cajamarca a una distancia de 35 Km. de la ciudad de Cajamarca, en la Sierra Noroccidental del Perú con una Altitud de 3098 msnm, temperatura: 8°C - 22°C, humedad: 46%, latitud: 7.08167, longitud: 78.3417; desde marzo de 2018 hasta febrero de 2019 (SENAMHI-Cajamarca, 2018-2019)



Plano 1: Ubicación y Localización.

Procedencia y asignación de terneros a tratamientos

Los animales considerados en el estudio, nacieron de vacas Holstein cruzadas registradas en el programa libro abierto de la Asociación Holstein del Perú, procedentes de 19 criadores ubicados en los centros poblados Polloc, Chanta y Combayo. Los terneros fueron evaluados en grupos de tres animales cada uno, de acuerdo a los tres tratamientos en estudio, considerando homogeneidad de pesos, características raciales, calidad de calostro consumido y la edad, teniendo en cuenta que en cada grupo de terneros no exista una diferencia de más de tres días de nacidos. Veinticuatro terneros se asignaron a 3 tratamientos, ocho terneros por tratamiento, T1: leche entera (LE), T2:

leche descremada en polvo más manteca de cerdo (LR-LDMC) y T3: leche descremada en polvo más ingredientes no convencionales (LR-LDINC). Cabe indicar que previo al inicio del experimento se evaluó LR incluyendo la pre mezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) en niveles de más de 50%, cuya ingesta fue rechazada por los terneros, rehusándose a consumir el LR en su totalidad, por lo que se decidió evaluar un solo nivel de PM-INC en el LR, comparándose con los dos tratamientos de terneros que consumieron LE y otro lote de animales que consumieron un LR en base a leche descremada (LD) reconstituida en grasa con manteca de cerdo (MC). El cuadro 1 ilustra la homogeneidad de los animales tras la asignación de terneros por tratamiento.

Alimentación y alojamiento de los terneros

El primer alimento de los terneros fue el calostro en el mismo establecimiento donde nacieron. Este primer alimento fue analizado a partir de una muestra del primer ordeño realizado manualmente, utilizándose un refractómetro de mano Atago master alfa; habiéndose efectuado el análisis de 24 muestras de calostro de las madres de los terneros en estudio, de los cuales 15 tuvieron 22° Brix, 6 muestras con 20-22° Brix y 3 muestras con menos de 20° Brix, lo que equivale a concentraciones de Ig G en rangos de calidad de 62.5% buena (con más de 50 mg/ml de Ig G), 25% regular (entre 30-50 mg/ml de Ig G) y 12.5% mala (inferior a 30 mg/ml de Ig G), según protocolo sugerido luego de validarse la consistencia del refractómetro Brix como instrumento para evaluar la calidad del calostro y sólidos de soluciones lácteas (Matamala , 2014; Floren et al., 2016).



Foto 1: Acondicionamiento de las instalaciones experimentales



Foto 2. (a) Preparación de lactoreemplazante (b) control de la temperatura de la leche

Cuadro 1. Medias \pm DE del peso, talla y temperatura de los terneros al inicio del experimento. Distribución de terneros por tratamientos según características corporales y calidad de calostro consumido

	Tratamientos		
	LE	LR-LDMC	LR-LDINC
Número de terneros	8	8	8
Peso vivo, kg	33.55 \pm 1.98	33.72 \pm 2.43	33.68 \pm 1.51
Talla (altura a la cruz), cm	74.07 \pm 1.81	74.50 \pm 1.84	74.47 \pm 1.60
Temperatura rectal, °C	39.28 \pm 0.25	39.31 \pm 0.22	39.25 \pm 0.21
Distribución de terneros			
<i>Peso corporal</i>			
30-32 kg	2	2	2
33-35 kg	5	5	6
más de 36 kg	1	1	0
<i>Calidad de calostro consumido</i>			
más de 50 mg/ml de Ig G	5	5	5
30-50 mg/ml de Ig G	2	2	2
menos de 30 mg/ml de Ig G	1	1	1
<i>Color de pelaje</i>			
Negros (mas de 90% de capa)	1	1	1
Negros overos	3	3	3
Overos negros	3	3	3
Rojos overos	1	1	1

DE: Desvío estándar.

LE: Tratamiento 1, terneros alimentados con leche entera

LR-LDMC: Tratamiento 2, terneros alimentados con lacto reemplazante conteniendo leche descremada más manteca de cerdo

LR-LDINC: Tratamiento 3, terneros alimentados con lacto reemplazante conteniendo leche descremada más ingredientes no convencionales

Después de recibir el calostro, los terneros fueron llevados al centro de investigación, donde se alojaron en corrales individuales de 1.1 x 0.8 x 1.2 m (largo x ancho x altura), con una cubierta en el piso de paja de cebada. Los terneros fueron alimentados, según tratamiento solo con LE o LR dos veces al día desde el día 1 hasta el día 14 de vida. El agua estuvo disponible en todo momento y se reemplazó a diario. Las características nutricionales de la LE y los LR así como la composición en ingredientes de los LR se indican en el cuadro 2. La pre mezcla se elaboró con harina de semilla cocida, lavada y tostada de lupino (*Lupinus mutabilis*), harina de semilla tostada de vicia andina (*Vicia sativa*, var nigra), harina de semilla de linaza (*Linum usitatissimum*), harina de grano de trigo, manteca de cerdo criollo y carbonato de calcio. En el cuadro 3 se muestra la fórmula alimenticia de la pre mezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) con la que se reconstituyó el LR-LDINC. El LR se preparó diariamente reconstituyéndose a razón de 125 g de LR por cada litro de solución, la que se mezcló a 60°C y se suministró a temperatura de 39-40°C. En el cuadro 4 se muestra el régimen alimenticio durante las ocho semanas de evaluación, referido al suministro de LE y LR.



Foto 3: Suministro de leche entera y lactoreemplazante

A partir del día 15 se ofreció un alimento iniciador comercial, producido por Agribrands Purina Perú, quien garantiza un contenido nutricional del alimento de 16% de proteína, 50% carbohidratos, 2% grasa, 1% Ca, 0.5% P y 88% de MS. Cumplidas las seis semanas de evaluación se suministró heno de alfalfa (HA) con 89.2% de MS, 17.6% de

PC y 25.4% de FC, según análisis efectuado en el laboratorio de control de alimentos de la UNC. En el alojamiento de los terneros, dos termómetros de temperatura ambiental con función automática de memoria (marca Hacusa , China), colocados en lados opuestos del corral, registraron la temperatura ambiente interior durante el experimento. Las temperaturas ambientales promediaron 13.0 ± 8.4 ° C (media \pm SD) y oscilaron entre -2°C y 23°C durante todo el período de estudio.



Foto 4: (a) Terneros alojados en cunas de madera durante las dos primeras semanas experimentales. (b) y (c) Terneros a partir de la tercera semana experimental con concentrado iniciador y agua a disposición

Cuadro 2. Contenidos Nutricionales de la leche fresca entera (LE), lactoreemplazantes (LR), leche descremada en polvo (LD) y pre mezcla de ingredientes no convencionales (PM-INC) utilizados en el experimento (en base seca)

Nutriente	Tratamientos				
	LE ¹	LR-LDMC ²	LR-LDINC ³	LD ⁴	PM-INC ⁵
Materia seca, %	12.4	96.7	96.0	96.2	95.6
Lactosa, %	41.9	44.5	41.7	55.6	0.0
Grasa, %	26.3	20.7	5.0	0.8	17.7
Proteína, %	25.3	28.3	32.8	35.4	25.3
Cenizas, %	n.d	6.5	7.2	8.2	4.6
Fibra cruda, %	0.0	0.0	1.6	0.0	6.3

¹LE: Datos calculados a partir del análisis de 8 muestras de leche fresca mediante Lactichek Rapid Ultrasonic Milk.

²LR-LDMC: Lacto reemplazante formulado a base de 80% LD y 20% manteca de cerdo

³LR-LDINC: Lacto reemplazante formulado a base de 75% LD y 25% PM-INC.

⁴LD: Análisis que garantiza Dairy America en etiqueta del producto.

⁵PM-INC: Análisis proximal realizado en el laboratorio de nutrición animal y bromatología de alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

n.d.: no se determinó el contenido de cenizas de la LE

Cuadro 3. Composición (en base fresca) y costo (S/. Soles) de la Pre mezcla de Ingredientes No Convencionales (PM-INC)

Ingredientes	Cantidad %	Costo/kg	
		Ingrediente	Pre mezcla
Harina de chocho (41.5% PC)	30	2.00	0.60
Harina de vicia (28.2% PC)	21	1.00	0.21
Harina de linaza (22.0% PC)	20	2.50	0.50
Harina de trigo (12.9% PC)	20	2.00	0.40
Manteca de cerdo	7.5	2.50	0.19
Carbonato de calcio	1.5	0.50	0.01
Costo por kg de premezcla			1.91

*Valores de proteína cruda (PC) determinados en el laboratorio de nutrición animal y bromatología de alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, según método AOAC 928.08

Cuadro 4. Cantidad diaria suministrada de leche entera (LE), lactoreemplazantes (LR: LDMC y LDINC) y componentes de LR, según tratamientos y semana de lactación.

Semana de Lactación	LE		LR-LDMC ¹			LR-LDINC ²	
	L/ternero	g de LD ³	g de MC ⁴	L/ternero	g de LD	g de PM-INC ⁵	L/ternero
1	3	300	75	3	281	94	3
2	3	300	75	3	281	94	3
3	3	300	75	3	281	94	3
4	3	300	75	3	281	94	3
5	2	200	50	2	187	63	2
6	2	200	50	2	187	63	2
7	2	200	50	2	187	63	2
8	1	100	25	1	93	32	1

¹LR-LDMC: Lacto reemplazante formulado a base de 80% LD y 20% manteca de cerdo

²LR-LDINC: Lacto reemplazante formulado a base de 75% LD y 25% PM-INC.

³LD: Leche descremada en polvo producida bajo la autoridad regulatoria de California del departamento of agricultura de América y distribuido por Dairy America.

⁴MC: Manteca de cerdo obtenida de la cocción de la grasa de cobertura del cerdo criollo cajamarquino

⁵PM-INC: Pre mezcla de ingredientes no convencionales

Indicadores de crecimiento de los terneros

Las ingestas de LE y LR, iniciador y HA se registraron diariamente. Se estimó el consumo de MS por cada alimento y el consumo total de MS en promedio por ternero/día y durante todo el experimento. El peso de los terneros se realizó en una balanza con plataforma marca Henkel, capacidad 300 kg y una precisión de 50 g, acondicionada con una jaula de madera de 90 x 60 x 80 cm de largo x ancho x altura; la

altura a la cruz se midió con una regla de madera graduada milimétricamente con un dispositivo móvil perpendicular con la que se ubicó la cruz. Los controles de peso y talla se realizaron semanalmente hasta el día 56. La ganancia media total (GMT) se calculó por diferencia entre el peso final menos el peso inicial del ternero. La ganancia media diaria (GMD) se determinó considerando: $(GMT / 56 \text{ días})$. El ICA acumulado por ternero durante todo el experimento se determinó considerando: consumo de MS/GMT.



Foto 5. Control de pesos



Foto 6. Control de Talla

Cálculo del costo de alimentación

Se determinó en primer lugar el costo del litro de solución LR, teniendo en cuenta el precio del kg de LD en S/ 10.00 y los precios de los ingredientes y PM-INC indicados en el cuadro 3. La leche tuvo un precio de S/. 1.20/l; además se le añadió un 10% adicional al costo de los LR por el uso de mano de obra para su preparación. Luego de determinar el costo de un litro de LR y conociendo el consumo de este alimento en solución por cada tratamiento se determinó el costo por concepto de ingesta promedio de leche/ternero/etapa experimental.

En segundo lugar, se determinó el costo de ingesta del concentrado iniciador, utilizando el dato promedio por ternero/etapa, al que se le multiplicó por el precio del kg de iniciador, que fue de S/ 2.00. Del mismo modo se determinó el costo de la ingesta de HA, considerando el precio/kg de HA de S/. 1.10. Finalmente se sumó el costo de los tres alimentos ingeridos, obteniéndose el costo promedio de alimentación de un ternero según tratamientos en estudio.

Análisis estadístico

En el estudio realizado, los datos de ingesta por cada alimento y total, el peso vivo obtenido semanalmente, GMT, GMD, ICA y talla se analizaron bajo un diseño completamente al azar con ocho repeticiones, considerando los datos obtenidos de un ternero como una repetición, mediante PROC MIXED del SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, 2006). Los datos de consumo de LE o LR no fueron sometidos al análisis estadístico por cuanto el suministro de este alimento fue igual en volumen para los terneros de los tres tratamientos, asimismo se estimó un consumo de sólidos totales, también similar. Las tendencias fueron consideradas en $0.10 \geq P > 0.05$. Los costos de alimentación fueron determinados matemáticamente con los datos de consumo, precios y costos de los alimentos; se expresan descriptivamente como el costo promedio por ternero que representa a cada tratamiento en estudio.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento

Los consumos de alimento expresados en cantidades de MS de cada componente de la ración y total en promedio por cada ternero, según tratamientos y por semana se describen en el Cuadro 5. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, en las cantidades de alimento ingerido ni para la ingesta total. Siempre se suministró en todos los tratamientos el mismo volumen de LE y LR con similares contenidos de sólidos totales, siendo consumidos LR sin ningún rechazo; por tanto, la inclusión de la PM-INC no fue diferente al consumo de LR en comparación al de LR-LDMC o LE, del mismo modo no se vio afectado el consumo del iniciador en ninguna semana, ni el consumo de HA cuando se suministró en las tres últimas semanas de evaluación.

La ingesta de materia seca diaria de los terneros HC en promedio durante las dos primeras semanas está de acuerdo a lo sugerido por NRC (2001) para terneros de 35 kg de PV y GMD de 200 g, con un consumo promedio de 0.47 kg de MS/día; sin embargo, al finalizar el experimento, los terneros tuvieron mayor consumo que lo indicado por NRC, con menores pesos y GMD de los que hace referencia la mencionada institución. Estas diferencias posiblemente debido a que las recomendaciones nutricionales fueron dadas para terneros alimentados con LE o LR más concentrado iniciador, mientras que a nuestros terneros HC se les incluyó en las tres últimas semanas antes del destete HA, que es un alimento fibroso, con marcadas diferencias nutricionales respecto del LR e iniciador. El consumo de LE o LR del ternero HC de nuestro estudio no coincide con lo reportado por Geiger et al. (2014) quienes suministraron LR en cantidades de 0.52 a 0.85 kg de MS/ternero/día a animales de similares pesos que los del presente trabajo. Hill et al. (2016) también incrementó el suministro de LR con 15% de sólidos, hasta 1.044 kg de MS/ternero/día con y sin la inclusión de ácidos graso funcionales en el LR y durante un periodo de lactación de 49 días.

Cuadro 5. Consumo promedio de MS (g/día) de leche o lactoreemplazante (LR), iniciador, heno de alfalfa y ración total por ternero según tratamientos¹ y por semana.

	Semanas							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Leche o LR</i>								
LE	372	372	372	372	248	248	248	124
LR-LDMC	375	375	375	375	250	250	250	125
LR-LDINC	375	375	375	375	250	250	250	125
<i>Iniciador</i>								
LE		179.0	282.4	388.0	587.3	729.0	762.5	830.5
LR-LDMC		178.6	284.5	386.9	591.0	724.8	764.8	835.5
LR-LDINC		177.5	283.4	386.0	591.1	731.2	767.2	843.0
SEM		0.451	0.614	0.579	1.191	1.906	1.371	3.632
<i>Heno de alfalfa</i>								
LE						51.8	77.6	186.2
LR-LDMC						57.6	76.6	184.5
LR-LDINC						50.5	76.6	188.1
SEM						2.182	0.333	1.047
<i>Consumo total</i>								
LE	372.0	551.0	654.4	760.0	835.3	1028.8	1088.1	1140.7
LR-LDMC	375.0	553.6	659.5	761.9	841.0	1032.4	1091.4	1145.0
LR-LDINC	375.0	552.5	658.4	761.0	841.1	1031.7	1093.8	1156.1
SEM	1.000	0.754	1.550	0.549	1.917	1.102	1.652	4.681
P value²								
Iniciador		0.934	0.894	0.924	0.769	0.684	0.869	0.474
Heno de alfalfa						0.127	0.876	0.658
Consumo total	0.904	0.875	0.683	0.976	0.781	0.865	0.649	0.368

¹Tratamientos:

LE: Tratamiento con leche entera con 12.4% de materia seca

LR-LDMC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 80% leche descremada y 20% manteca de cerdo

LR-LDINC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 75% leche descremada y 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales.

SEM: Error estándar de la media

² Significancia estadística

Nuestros resultados en cuanto a la influencia de la inclusión de alimentos vegetales en el LR sobre la ingesta del alimento iniciador en la fase de lactación coinciden con lo encontrado por Raeth et al. (2016) quienes reemplazaron la proteína láctea del LR entre 30 a 50% con proteína de trigo y soya, con 25% proteína de péptidos vegetales y con 25% de proteína proveniente de plasma animal; sin embargo no se coincide con Dennis et al. (2018) Cuando suministró a terneros lactantes diferentes cantidades de LR provocando, que a mayor cantidad de LR ingerido el consumo de alimento iniciador

sea menor, lo cual no sucedió en nuestro experimento por cuanto los terneros HC consumieron la misma cantidad de LR o LE; pudiendo confirmarse que la mezcla de lupino, vicia, trigo y linaza incluida en un 25% del LR no afecta el consumo posterior del concentrado iniciador en el ternero macho HC.

Crecimiento de los animales e índice de conversión alimenticia

En la Figura 1 se muestra el incremento de peso acumulado de los terneros semanalmente según tratamientos, en el Cuadro 6 se muestra la evolución del peso semanal promedio, GMT, GMD e ICA de los terneros evaluados según tratamientos. En la figura 2 se observa el incremento de la talla de los terneros HC evaluados durante ocho semanas, según tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticas ($p>0.05$) entre tratamientos para los indicadores de crecimiento; sin embargo, existen tendencias ($P=0.096$) de mejor peso corporal en la segunda semana a favor del tratamiento LE, del mismo modo se observó una mejor GMT y GMD a favor del tratamiento LE, seguido de LR-LDMC y con menor ganancias de peso los terneros del tratamiento LR-LDINC. En cuanto al ICA y talla final de los terneros HC no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos ($P>0.05$).

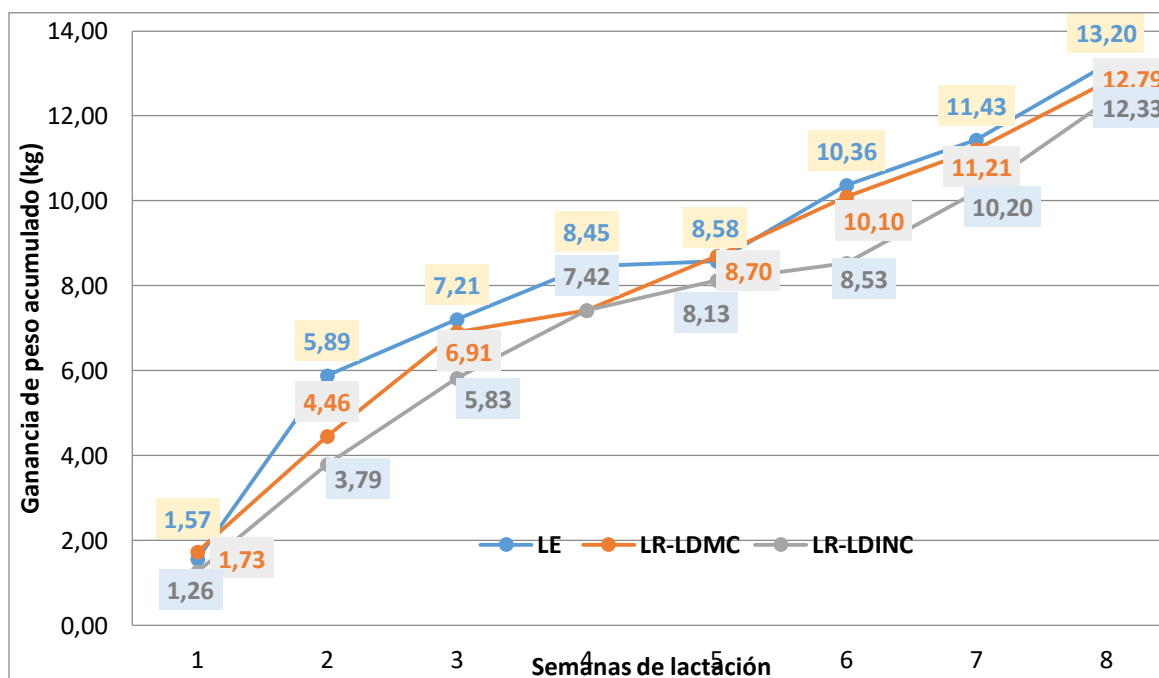


Figura 1. Ganancia de peso acumulado ($p<0.05$) de terneros Holstein cruzados evaluados durante ocho semanas, según tratamientos LE: leche entera, LR-LDMC: Leche descremada más manteca de cerdo y LR-LDINC: Leche descremada más ingredientes no convencionales.

Cuadro 6. Peso semanal promedio, ganancia media total (GMT), ganancia media diaria (GMD) e índice de conversión alimenticia (ICA) de los terneros evaluados según tratamientos

Tratamientos	Peso vivo por semana (kg)								GMT kg	GMD kg	ICA
	1	2	3	4	5	6	7	8			
LE ¹	35.12	39.44	40.76	42.00	42.13	43.91	44.98	46.75	13.20	0.236	3.41
LR-LDMC ²	35.45	38.18	40.63	41.14	42.42	43.82	44.93	46.51	12.79	0.228	3.54
LR-LDINC ³	34.94	37.47	39.51	41.10	41.81	42.21	43.88	46.01	12.33	0.220	3.67
SEM ⁴	0.15	0.574	0.399	0.294	0.177	0.553	0.359	0.217	0.251	0.004	0.075
P value ⁵	0.873	0.096	0.659	0.472	0.649	0.262	0.184	0.864	0.086	0.091	0.238

¹LE: Tratamiento con leche entera con 12.4% de materia seca

²LR-LDMC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 80% leche descremada más 20% manteca de cerdo

³LR-LDINC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 75% leche descremada más 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales.

⁴ Error estándar de la media

⁵ Significancia estadística

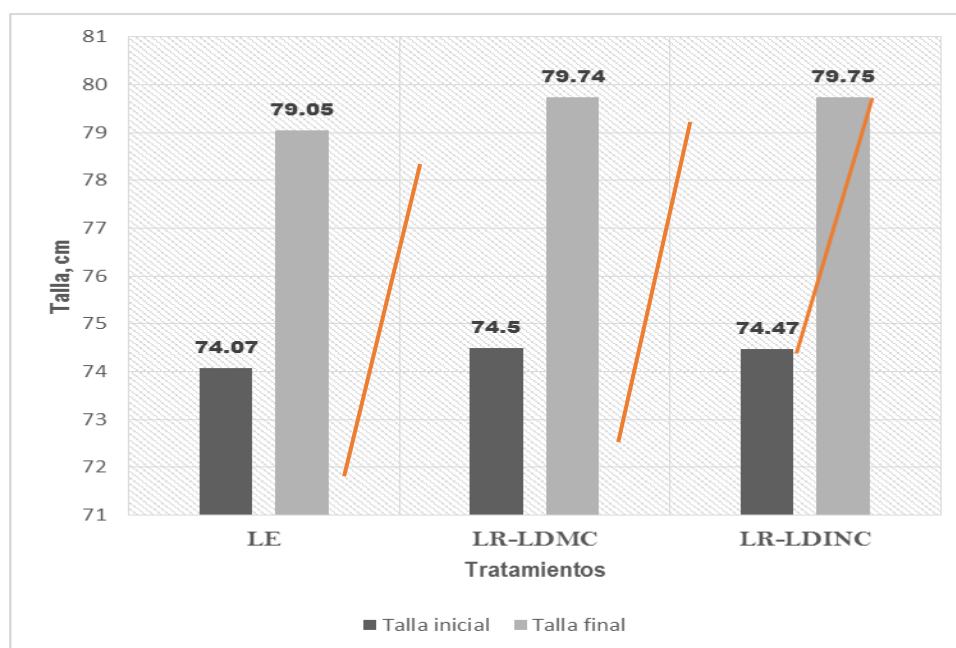


Figura 2. Talla inicial y final ($p>0.05$) de terneros Holstein cruzados evaluados durante ocho semanas, según tratamientos LE: leche entera, LR-LDMC: Leche descremada más manteca de cerdo y LR-LDINC: Leche descremada más ingredientes no convencionales.

Se observan pesos iniciales y GMD de los terneros HC bastante cercanos a los reportados para terneros criollos (Macareno, 2008) pero al mismo tiempo se tiene cierta similitud, aunque en 10% inferior al peso de nacimiento de algunos genotipos de terneros Holstein criados en la región Cajamarca (Cotrina, 2009; Gutiérrez, 2000) sin

embargo, el peso final dista en un 20% menos del peso que se reporta para terneros machos Holando Argentino destetados a los 65 días de edad (Bruno et al., 2009). Dicha diferencia es mayor en 50% cuando se compara el peso de deteste de los terneros HC del presente estudio con el de terneros Holstein americanos de 56 días de edad (Amado et al., 2019; Dennis et al, 2018; Raeth et al., 2016).

El ICA encontrado en nuestros terneros HC está por debajo de lo reportado para terneros americanos, que han obtenido entre 1.85 y 2.34 de conversión alimenticia (Dennis et al., 2018; Raeth et al., 2016; Hill et al., 2016). El ICA de terneros criados en la zona del valle de Cajamarca (Gutiérrez, 2000; Cotrina, 2009) también resultan ser mejores a los encontrados en nuestro estudio. En cuanto a talla, los terneros machos HC tuvieron un incremento de 4.98, 5.24 y 5.28 cm de altura a la cruz durante todo el experimento y para los tratamientos LE, LR-LDMC y LR-LDINC, respectivamente, lo cual dista con lo reportado por varios investigadores, así Huang et al. (2015) lograron incrementos de talla hasta de 10 cm y tallas promedio de 82.8 cm en terneros Holstein de 63 días de edad, alimentados con LR conteniendo proteínas de soya, trigo, maní y arroz.

La diferencia en el contenido de macronutrientes de los LR y LE en estudio se observa en el cuadro 4, y está dada por el déficit de grasa y mayor contenido proteico del LR-LDINC, lo que supone diferencias en los indicadores de crecimiento, debido a que la grasa de la leche es la fuente principal de energía para el ternero recién nacido; lo cual no fue así en nuestro estudio, pudiendo explicarse los resultados obtenidos en las adaptaciones metabólicas que se da en el organismo a partir de precursores gluconeogénicos del esqueleto carbonado de aminoácidos que mantienen concentraciones de glucosa equilibradas (Gil, 2017), por lo que el rendimiento de los terneros HC fue similar en los tres tratamientos en estudio. Esta respuesta podría confirmar que en efecto el LR-LDINC aportó proteína disponible para el aporte energético, toda vez que el planteamiento inicial de formular un LR con más proteína estuvo basado en el principio nutricional indicado por Pond et al. (2004) quienes sostienen que el aprovechamiento neto de proteínas (ANP) depende de la fuente alimenticia, así el suero de la leche y la leche deshidratada tienen un ANP de 82 y 75% respectivamente, mientras que la harina de linaza y el gluten de trigo sólo tienen un ANP de 55.8 y 37%, respectivamente.

Aunque no se evaluó terneros de genética cárnica, los cuales alcanzan una GMD en esta etapa de alrededor de 900 g (Liu et al., 2015), y tampoco se evaluó un ternero Holstein de alto rendimiento, sino un animal Holstein con influencia de Ganado Criollo; se pudo determinar que la inclusión de ingredientes alimenticios no convencionales en el LR no afectó el crecimiento de los terneros HC en relación a los animales que consumieron LE; por lo que bajo estas condiciones de crianza y para este genotipo de terneros la inclusión de una mezcla con lupino, vicia, linaza y trigo en 25% del LR en base a LD resulta bastante alentador y sobre todo con un programa alimenticio en el cual se buscó el suministro mínimo de LE. Además, se debe considerar que no se presentaron disturbios gastroentéricos atribuibles a la inclusión de PM-INC, por cuanto las diarreas presentadas fueron en los tres tratamientos y en igual número de terneros por lote experimental. Cabe analizar que el bajo desempeño de los terneros HC también está relacionado con pesos bajos al nacimiento, lo que no sólo podría atribuirse al factor genético si no también al factor nutricional, por cuanto los terneros procedieron de vacas que al final de la gestación pastan sobre praderas nativas que resultan en insuficientes aportes de glucosa a la vaca y al feto, lo que afecta directamente al peso de la cría al nacimiento (Mc Donald et al., 2011); sin embargo, el peso logrado de los terneros machos HC a los 56 días de crianza bajo condiciones altoandinas y régimen alimenticio propuesto en esta investigación se acerca al peso inicial de 50 kg que propone FEDNA (2008) como peso de entrada para iniciar la etapa de cebo de terneros machos de la raza Frisona hasta alcanzar los 480 kg de PV de salida.

Costos de alimentación

En el cuadro 7 se indican los costos de alimentación promedio por ternero lactante, según tratamientos. El costo del primer alimento suministrado durante el experimento, LE o LR, es menor en S/. 13.67 en el tratamiento LR-LDINC respecto de los tratamientos LE y LR-LDMC; sin embargo, el costo de alimento iniciador por ternero resulta mas elevado en el tratamiento LR-LDINC en S/. 0.32 respecto del costo más bajo, lo cual no implica mayores variaciones en el costo total. Lo mismo sucede con las diferencias de costo en el consumo de HA que no sobrepasa los S/. 0.03 entre el mayor y menor costo. Estos costos de alimentación disgregados por tipo de alimento permiten que el costo total por concepto de alimentación del ternero en la fase de cría con suministro mínimo de LE o LR sea menor, precisamente a favor del tratamiento con LR-LDINC, lo cual estaría en concordancia con la reflexión que hace la FAO (2011) en

relación al uso de LR en animales lactantes, para intentar reducir la alimentación de leche entera utilizando leche descremada suplementada con alimentación de arranque y buscando disminuir el uso de ingredientes lácteos en el LR.

Pese a ello el costo de LE o LR representó en el presente estudio el 71.85, 71.80 y 69.90% del costo de alimentación del ternero en lactación durante 56 días, respectivamente para los tratamientos LE, LR-LDMC y LR-LDINC, habiéndose logrado una mínima reducción del costo de alimento lácteo con la formulación de LR conteniendo principalmente lupino, vicia, linaza y trigo, en relación a un programa de lactación con suministro de LE, que expresado en unidades monetarias significa un ahorro de S/. 13.37 ó 6.02% menos respecto del costo de alimentación del ternero en la fase de cría; asimismo un ahorro de S/. 13.51 menos respecto del tratamiento LR-LDMC.

Cuadro 7. Costos de alimentación promedio por ternero lactante bajo régimen alimenticio a base de leche entera (LE) o lacto reemplazante (LR), alimento iniciador y heno de alfalfa (HA), según tratamientos

	Tratamientos		
	LE	LR-LDMC	LR-LDINC
Costo/l de LE o LR, S/.	1.20	1.20	1.10
Costo de leche descremada		1.00	0.94
Costo de manteca de cerdo		0.05	
Costo de pre mezcla de INC			0.06
Preparación de LR (10% adicional)		0.15	0.10
Consumo de LE o LR, l/ternero/fase	133.00	133.00	133.00
Costo de LE o LR/ternero/fase, S/.	159.60	159.60	145.93
Consumo de iniciador, kg/ternero/fase	29.90	29.96	30.06
Costo de iniciador/ternero/fase, S/.	59.80	59.92	60.12
Consumo de HA, kg/ternero/fase	2.48	2.50	2.47
Costo de HA/ternero/fase, S/.	2.73	2.75	2.72
Costo promedio de alimentación/ternero, S/.	222.13	222.27	208.76

¹Tratamientos:

LE: Tratamiento con leche entera con 12.4% de materia seca

LR-LDMC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 80% leche descremada y 20% manteca de cerdo

LR-LDINC: Tratamiento con LR con 12.5% materia seca formulado a base de 75% leche descremada y 25% pre mezcla con ingredientes no convencionales.

V. CONCLUSIONES

- El ternero macho Holstein cruzado de la zona altoandina de Cajamarca responde satisfactoriamente al suministro de un lactoreemplazante conteniendo 75% leche descremada más 25% mezcla alimenticia de harina de semillas de lupino, vicia, linaza y trigo, no observándose diferencias en los indicadores de crecimiento respecto de los tratamientos con LE y LR-LDMC.
- El suministro de LR-LDINC a terneros machos generó un 6% menos en costo de alimentación en fase de lactación durante 56 días respecto de los otros dos tratamientos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Amado L, Berends H, Leal LN, Wilms J, Van Laar H, Gerrits WJJ, Martín-Tereso J. 2019. Effect of energy source in calf milk replacer on performance, digestibility, and gut permeability in rearing calves. *J. Dairy Sci.* 102:3994–4001 <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15847>
2. Azevedo RA, Machado FS, Campos MM, Furini PM, Rufino SRA, Pereira LGR, Tomich TR, Coelho SG. 2016. The effects of increasing amounts of milk replacer powder added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99:8018–8027 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10457>.
3. Bruno JJ, Gange JM, Seró C, Vittone S, Otero G, Monje A, Geraci J. 2009. Experiencia de Engorde de Terneros Macho Holando. EEA INTA Concepción del Uruguay. Argentina. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-experiencia-de-engorde-de-terneros-macho-holando.pdf>
4. Castañeda B, Manrique R, Gamarra F, Muñoz A, Ramos F, Lizaraso F, Martínez J. 2008. Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi). *R. Acta Med Per* 25(4): 210-215.
5. Castro JJ, Hwang GH, Saito A, Vermeire DA, Drackley JK. 2016. Assessment of the effect of methionine supplementation and inclusion of hydrolyzed wheat protein in milk protein-based milk replacers on the performance of intensively fed Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 99:6324–6333 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10639>.
6. Chapman CE, Erickson PS, Quigley JD, Hill TM, Bateman II HG, Suarez-Mena FX, Schlotterbeck RL. 2016. Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients with age of the dairy calf. *J. Dairy Sci.* 99:2740–2747 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10372>
7. Cotrina W. 2009. Estudio comparativo de dos programas de alimentación en terneras Holstein desde el nacimiento hasta el destete en el centro piloto demostrativo Polloquito Nuevo San José – Namora – Cajamarca. Tesis. Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Cajamarca. 91p.
8. Cozzi G. 2007. Present situation and future challenges of beef cattle production in Italy and the role of the research. *Ital. J. Anim. Sci.* 6 (Suppl. 1):389–396.
9. Dal Zotto R, Penasa M, De Marchi M, Cassandro M, López-Villalobos N, Bittante G. 2009. Use of crossbreeding with beef bulls in dairy herds: Effect on age, body weight, price, and market value of calves sold at livestock auctions. *J. Anim. Sci.* 87:3053–3059 doi:10.2527/jas.2008-1620.
10. Dennis TS, Suarez-Mena FX, Hill TM, Quigley JD, Schlotterbeck RL, Hulbert L. 2018. Effect of milk replacer feeding rate, age at weaning, and method of reducing milk replacer to weaning on digestion, performance, rumination, and activity in dairy calves to 4 months of age. *J. Dairy Sci.* 101:268–278 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13692>
11. De Palo P, Maggiolino A, Centoducati P, Tateo A. 2013. Effects of two different packaging materials on veal calf meat quality and shelf life. *J. Anim. Sci.* 2013.91:2920–2930 doi:10.2527/jas2012-5292.
12. FAO. 2011. Rearing young ruminants on milk replacers and starter feeds. Animal Production and Health Division FAO, Rome, Italy. 82 p.
13. FEDNA. 2008. Necesidades nutricionales para rumiantes de cebo. Fundación española para el desarrollo de la nutrición animal. 54p.
14. Floren HK, Sicho WM, Crudo C, Moore DA. 2016. Use of a digital and an optical Brix refractometer to estimate total solids in milk replacer solutions for calves. *J. Dairy Sci.* 99:7517–7522. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10834>.
15. Foster DM, Smith GW. 2009. Pathophysiology of diarrhea in calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 25:13–36.
16. Geiger AJ, Ward SH, Williams CC, Rude BJ, Cabrera CJ, Kalestch KN, Voelz BE. 2014. Effects of increasing protein and energy in the milk replacer with or without direct-fed

- microbial supplementation on growth and performance of preweaned Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 97 :7212–7219 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7000>
17. Gil, A. 2017. *Tratado de Nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición.* 3ª ed. Madrid: Panamericana. 644 p.
 18. Greenwood RH, Morrill JL, Titgemeyer EC, Kennedy GA. 1997. A new method of measuring diet abrasion and its effect on the development of the forestomach. *J. Dairy Sci.* 80:2534–2541.
 19. Gutiérrez, W. 2000. Efecto de un plan alimenticio sobre el crecimiento de hembras Holstein Friesian, desde el nacimiento hasta un mes post destete. Tesis. Médico Veterinario. Universidad Nacional de Cajamarca. 82p.
 20. Hill TM, Quigley JD, Suarez-Mena FX, Bateman II HG, Schlotterbeck RL. 2016. Effect of milk replacer feeding rate and functional fatty acids on dairy calf performance and digestion of nutrients. *J. Dairy Sci.* 99:6352–6361 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10812>
 21. Huang K, Tu Y, Si B, Xu G, Guo J, Guo F, Yang C, Diao Q. 2015. Effects of protein sources for milk replacers on growth performance and serum biochemical indexes of suckling calves. *J. Animal Nutrition* 1: 349-355. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.11.012>.
 22. INEI. 2013. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 47 p.
 23. Knaus W, Wetscherek W, Lettner F. 1994. Use of soy protein concentrate in combination with potato protein in milk replacers for veal calves. *J. Animal Feed Science and technology* 48: 111-119
 24. Lecuona de Prat T. 2012. Alternativa de aprovechamiento del ternero macho Holando argentino desechado en los tambos argentinos. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Proyecto final de Ingeniería Industrial. 155p.
 25. Liu T, Mays AR, Turner KE, Wu JP, Brown MA. 2015. Relationships of milk yield and quality from six breed groups of beef cows to preweaning average daily gain of their calves. *J. Anim. Sci.* 93:1859–1864 doi:10.2527/jas2014-8220 .
 26. Mc Donald P, Edwards R, Morgan CA, Greenhalgh JFD, Sinclair LA, Wilkinson RG. 2010. *Animal Nutrition.* 7th ed. London: Pearson. 692 p.
 27. Macareno, CF. 2008. Determinación de la curva de crecimiento predestete en terneros de las razas criollas colombianas Romosinuano y Costeño con cuernos en un hato del departamento de Córdoba. Trabajo de Grado de la Universidad La Salle, Colombia. 119p. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6679/T13.08%20M118d.pdf?sequence=1>
 28. Matamala N. 2014. Evaluación en terreno de la calidad del calostro en vacas de lechería de alta producción, medido a través de dos métodos. Memoria para optar el título profesional de Médico Veterinario. Universidad de Chile. 45 p.
 29. MINAGRI. 2018. Situación Actual. Importancia de la crianza de vacunos para la producción de carne. <http://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-produccion/304-vacunos-de-doble-proposito>.
 30. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
 31. Perulactea. 2018. Pequeños Ganaderos del Perú han visto cómo los precios por su leche fresca no han aumentado desde el 2001. Noticia posteada el 24 de mayo, 2018. <http://infolactea.com/peru/>
 32. Pond WG, Church DB, Pond KR, Schoknecht PA. 2004. *Basic Animal Nutrition and Feeding,* 5th ed. USA: Wiley. 608 p.
 33. Radostits OM, Blood DC. 1993. *Sanidad del ganado. Manejo sanitario y productivo del ganado.* Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L., Uruguay.
 34. Raeth M, Chester-Jones H, Ziegler D, Schimek D, Cook DL, Golombeski G, Grove AV. 2016. Pre and postweaning performance and health of dairy calves fed milk replacers with differing protein sources. *J. The Professional Animal Scientist* 32: 833-841; <http://dx.doi.org/10.15232/pas.2016-01536>
 35. Relling A, Mattioli, G. 2013. *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes.* 1ª edición. Universidad Nacional de la Plata, Argentina. 104p.

36. SAS Institute Inc. 2006. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
37. Svensson C, Lundborg K, Emanuelson U, Olsson S. 2003. Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. *J. Prev. Vet. Med.* 58:179–197.
38. Suarez-Mena FX, Heinrichs AJ, Jones CM, Hill TM, Quigley JD. 2015. Digestive development in neonatal dairy calves with either whole or ground oats in the calf starter. *J. Dairy Sci.* 98 :3417–3431 <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9193>
39. Todd CG, Millman ST, McKnight DR, Duffield TF, Leslie KE. 2010. Nonsteroidal anti-inflammatory drug therapy for neonatal calf diarrhea complex: Effects on calf performance. *J. Anim. Sci.* 88:2019–2028 doi:10.2527/jas.2009-2340.
40. USDA. 2012. Dairy Heifer Raiser, 2011. #613.1012. USDA-APHISVS-CEAH-NAHMS, Fort Collins, CO.
41. Vasquez KM, Morrison SY, Campbell JM, Drackley JK. 2017. Plasma protein and supplemental isoleucine in milk replacers for dairy calves. *J. Dairy Sci.* 100:293–304 <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11480>.
42. Verdu M, Bach A, Devant M. 2017. Effect of amount of milk replacer for first two weeks after farm arrival on concentrate consumption and performance in milk-fed Holstein calves. *J. Animal Science* 95(4): 293, <https://doi.org/10.2527/asasann.2017.598>

ANEXOS

ANEXO 1. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 2

Repetición	T1	T2	T3
1	178	175	178
2	165	183	184
3	179	185	183
4	182	175	182
5	182	174	173
6	183	173	174
7	183	180	172
8	180	184	174
Sumatoria	1432	1429	1420
Promedio	179	178.625	177.5
DE	5.95	4.93	4.90

ANEXO 2. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-2

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	9.75	4.875	0.17473864	3.47	5.78
Error	21	585.875	27.8988095			
Total	23	595.625				

CV	2.96
-----------	-------------

ANEXO 3. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 3

Repetición	T1	T2	T3
1	288	290	288
2	289	286	286
3	270	288	289
4	275	275	285
5	284	275	290
6	285	288	285
7	290	288	270
8	278	286	274
Sumatoria	2259	2276	2267
Promedio	282.375	284.5	283.375
DE	7.27	6.00	7.33

ANEXO 4. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-3

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	18.0833333	9.04166667	0.19030318	3.47	5.78
Error	21	997.75	47.5119048			
Total	23	1015.83333				

CV	2.43
-----------	-------------

ANEXO 5. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 4

Repetición	T1	T2	T3
1	385	370	400
2	370	385	400
3	390	390	350
4	385	390	390
5	385	400	388
6	400	390	388
7	400	385	392
8	389	385	380
Sumatoria	3104	3095	3088
Promedio	388	386.875	386
DE	9.59	8.43	15.96

ANEXO 6. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-4

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	16.0833333	8.04166667	0.05773751	3.47	5.78
Error	21	2924.875	139.279762			
Total	23	2940.95833				

CV	3.05
-----------	-------------

ANEXO 7. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 5

Repetición	T1	T2	T3
1	600	596	600
2	580	598	580
3	584	600	584
4	596	584	593
5	574	592	594
6	582	584	582
7	590	584	600
8	594	590	596
Sumatoria	4700	4728	4729
Promedio	587.5	591	591.125
DE	8.93	6.59	8.03

ANEXO 8. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-5

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
				0.5418451		
Tratam	2	67.75	33.875	9	3.47	5.78
			62.517857			
Error	21	1312.875	1			
Total	23	1380.625				

CV	1.34
-----------	-------------

ANEXO 9. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 6

Repetición	T1	T2	T3
1	712	724	685
2	735	698	743
3	740	712	726
4	735	734	735
5	735	745	724
6	720	714	746
7	712	721	756
8	743	750	735
Sumatoria	5832	5798	5850
Promedio	729	724.75	731.25
DE	12.44	17.49	21.43

ANEXO 10. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-6

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
		174.33333	87.166666			
Tratam	2	3	7	0.284195	3.47	5.78
			306.71428			
Error	21	6441	6			
		6615.3333				
Total	23	3				

CV	2.40
-----------	-------------

ANEXO 11. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 7

Repetición	T1	T2	T3
1	745	785	743
2	764	765	756
3	734	794	765
4	769	765	768
5	768	754	785
6	784	754	790
7	750	739	745
8	786	763	786
Sumatoria	6100	6119	6138
Promedio	762.5	764.875	767.25
DE	18.38	17.58	18.51

ANEXO 12. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-7

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
				0.1368139		
Tratam	2	90.25	45.125	9	3.47	5.78
			329.82738			
Error	21	6926.375	1			
Total	23	7016.625				

CV	2.37
-----------	-------------

ANEXO 13. CONSUMO DE ALIMENTO INICIADOR SEMANA 8

Repetición	T1	T2	T3
1	802	814	845
2	843	837	805
3	825	823	824
4	813	815	826
5	830	837	868
6	845	849	837
7	850	864	867
8	836	845	872
Sumatoria	6644	6684	6744
Promedio	830.5	835.5	843
DE	16.59	17.44	24.42

ANEXO 14. ANAVA- CONSUMO INICIADOR S-8

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	633.33333	316.66666	0.8080194	4	3.47
Error	21	8230	391.90476	2		5.78
Total	23	8863.3333	3			

CV	2.37
-----------	-------------

ANEXO 15. CONSUMO DE HENO DE ALFALFA SEMANA 6

Repetición	T1	T2	T3
1	50	48	45
2	43	56	46
3	57	58	48
4	58	48	56
5	36	64	59
6	59	62	46
7	60	64	48
8	52	61	56
Sumatoria	415	461	404
Promedio	51.875	57.625	50.5
DE	8.58	6.55	5.55

ANEXO 16. ANAVA- CONSUMO HENO DE ALFALFA S-6

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
		228.58333	114.29166	2.3285229		
Tratam	2	3	7	2	3.47	5.78
			49.083333			
Error	21	1030.75	3			
		1259.3333				
Total	23	3				

CV	13.14
-----------	--------------

ANEXO 17. CONSUMO DE HENO DE ALFALFA SEMANA 7

Repetición	T1	T2	T3
1	65	60	75
2	84	45	82
3	73	85	84
4	65	82	93
5	84	95	73
6	75	94	61
7	85	77	63
8	90	75	82
Sumatoria	621	613	613
Promedio	77.625	76.625	76.625
DE	9.53	16.98	10.86

ANEXO 18. ANAVA- CONSUMO HENO DE ALFALFA S-7

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
		5.3333333	2.6666666	0.0160936		
Tratam	2	3	7	9	3.47	5.78
			165.69642			
Error	21	3479.625	9			
		3484.9583				
Total	23	3				

CV	16.73
-----------	--------------

ANEXO 19. CONSUMO DE HENO DE ALFALFA SEMANA 8

Repetición	T1	T2	T3
1	178	190	186
2	189	186	184
3	190	184	192
4	194	176	210
5	176	185	202
6	184	184	176
7	184	189	174
8	195	182	181
Sumatoria	1490	1476	1505
Promedio	186.25	184.5	188.125
DE	6.98	4.34	12.56

ANEXO 20. ANAVA- CONSUMO HENO DE ALFALFA S-8

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	52.583333	26.291666	0.3498059		
Error	21	1578.375	75.160714	7	3.47	5.78
Total	23	1630.9583	3			

CV	4.65
-----------	-------------

ANEXO 21. PESO CORPORAL-S-1

Repetición	T1	T2	T3
1	32	32.8	30.5
2	38	35.5	35.5
3	34.5	36.9	37.9
4	38	36.4	35.6
5	32	35.5	34.8
6	36.8	34.8	34.2
7	34	34.6	34.9
8	35.7	37.1	36.1
Sumatoria	281	283.6	279.5
Promedio	35.125	35.45	34.9375
DE	2.42	1.41	2.11

ANEXO 22. ANAVA. PESO CORPORAL-S-1

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
		1.0758333	0.5379166	0.1315142		
Tratam	2	3	7	3	3.47	5.78
			4.0901785			
Error	21	85.89375	7			
		86.969583				
Total	23	3				

CV	5.75
-----------	-------------

ANEXO 21. PESO CORPORAL-S-2

Repetición	T1	T2	T3
1	36	34.6	36.8
2	43	38.2	41
3	40	39.2	42.2
4	36.5	39	34
5	38.8	38.7	35.6
6	42.2	37.2	35
7	39.2	38.2	37.4
8	39.8	40.4	37.8
Sumatoria	315.5	305.5	299.8
Promedio	39.4375	38.1875	37.475
DE	2.44	1.72	2.85

ANEXO 22. ANAVA. PESO CORPORAL-S-2

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
		15.790833	7.8954166	1.3886120		
Tratam	2	3	7	5	3.47	5.78
			5.6858333			
Error	21	119.4025	3			
		135.19333				
Total	23	3				

CV	6.22
-----------	-------------

ANEXO 23. PESO CORPORAL-S-3

Repetición	T1	T2	T3
1	35	37.1	41.6
2	41.45	40.8	40.2
3	42.2	42.5	43.1
4	36.6	41.8	34.1
5	42	41	40
6	47.2	39.6	38.1
7	40.9	40.2	39.5
8	40.8	42.1	39.5
Sumatoria	326.15	325.1	316.1
Promedio	40.76875	40.6375	39.5125
DE	3.70	1.73	2.65

ANEXO 24. ANAVA. PESO CORPORAL-S-3

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
				0.4820228		
Tratam	2	7.629375 166.19218	3.8146875 7.9139136	8	3.47	5.78
Error	21	8	9			
		173.82156				
Total	23	3				

CV	6.98
-----------	-------------

ANEXO 24. PESO CORPORAL-S-4

Repetición	T1	T2	T3
1	37.2	37.1	47
2	39.1	40.8	37.6
3	42.4	42.5	45
4	41.6	41.8	34.6
5	41.4	41	44.4
6	48.5	39.6	38.2
7	43	42	40.8
8	42.8	44.3	41.2
Sumatoria	336	329.1	328.8
Promedio	42	41.1375	41.1
DE	3.30	2.13	4.21

ANEXO 25. ANAVA. PESO CORPORAL-S-4

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
				0.1878893		
Tratam	2	4.1475	2.07375	1	3.47	5.78
		231.7787	11.037083			
Error	21	5	3			
		235.9262				
Total	23	5				

CV	8.02
-----------	-------------

ANEXO 26. PESO CORPORAL-S-5

Repetición	T1	T2	T3
1	33.6	38	48
2	37.2	41.6	37
3	43.2	44.2	43.6
4	44.2	43.2	34.4
5	43.2	43	45
6	47.2	40.5	40.2
7	44	43	42.8
8	44.5	45.9	43.5
Sumatoria	337.1	339.4	334.5
Promedio	42.1375	42.425	41.8125
DE	4.45	2.40	4.41

ANEXO 27. ANAVA. PESO CORPORAL-S-5

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	1.5025	0.75125	0.05007022	3.47	5.78
Error	21	315.0825	15.0039286			
Total	23	316.585				

CV	9.20
-----------	-------------

ANEXO 28. PESO CORPORAL-S-6

Repetición	T1	T2	T3
1	34.8	39.5	42.8
2	39.2	42.9	38.2
3	51.1	46	47.5
4	47.6	44.8	34.2
5	45	43.8	43
6	42.6	41.8	42.6
7	45.1	45	44.5
8	45.9	46.8	44.9
Sumatoria	351.3	350.6	337.7
Promedio	43.9125	43.825	42.2125
DE	5.05	2.38	4.17

ANEXO 29. ANAVA. PESO CORPORAL-S-6

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	14.6608333	7.33041667	0.45253144	3.47	5.78
Error	21	340.1725	16.1986905			
Total	23	354.833333				

CV	9.29
-----------	-------------

ANEXO 30. PESO CORPORAL-S-7

Repetición	T1	T2	T3
1	42.6	40.7	48.6
2	43.8	44.2	45.2
3	45	46.3	42.4
4	43.6	46.5	34.5
5	48.2	45.1	44.4
6	42.4	43.2	43.2
7	46.7	46.2	46.1
8	47.6	47.3	46.7
Sumatoria	359.9	359.5	351.1
Promedio	44.9875	44.9375	43.8875
DE	2.26	2.17	4.27

ANEXO 31. ANAVA. PESO CORPORAL-S-7

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	6.17333333	3.08666667	0.3296442	3.47	5.78
Error	21	196.63625	9.36363095			
Total	23	202.809583				

CV	6.86
-----------	-------------

ANEXO 32. PESO CORPORAL-S-8

Repetición	T1	T2	T3
1	51.2	42.3	48.4
2	47.4	45.7	46
3	44.4	48.3	47.2
4	34.8	48.1	41
5	52.6	46.5	46.2
6	45.2	44.9	45.2
7	48.7	47.4	46.9
8	49.7	48.9	47.2
Sumatoria	374	372.1	368.1
Promedio	46.75	46.5125	46.0125
DE	5.58	2.18	2.24

ANEXO 33. ANAVA. PESO CORPORAL-S-8

FV	GL	SC	CM	Fcal	F0.05	F0.01
Tratam	2	2.2675	1.13375	0.08324228	3.47	5.78
Error	21	286.0175	13.619881			
Total	23	288.285				

CV	7.95
-----------	-------------

ANEXO 34. PROMEDIO DE TALLAS (cm) INICIALES Y FINALES

	Talla inicial	Talla final
LE	74.07	79.05
LR-LDMC	74.5	79.74
LR-LDINC	74.47	79.75

ANEXO 35. OTROS