



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Sustitutos lácteos en el crecimiento de terneras lactantes Holstein

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autora

Maria Paz Rosario Vilca Huasupoma

Asesor

M(o). Rufino Maximo Maguiña Maza

Huacho – Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias Y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR (ES):		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Maria Paz Rosario Vilca Huasupoma	77821803	25 /04/ 2023
DATOS DEL ASESOR:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Rufino Maximo Maguiña Maza	15733560	0000-0001-7795-5727
DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CODIGO ORCID
Carlomagno Ronald Velasquez Vergara	08471692	0000-0001-7707-4591
Hilario Noberto Pujada Abad	15603577	0000-0003-4939-6774
Felix Esteban Airahuacho Bautista	40769786	0000-0001-7484-0449

SUSTITUTOS LÁCTEOS EN EL CRECIMIENTO DE TERNERAS LACTANTES HOLSTEIN

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.utc.edu.ec

Fuente de Internet

3%

2

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

www.biblioteca.usac.edu.gt

Fuente de Internet

1%

4

monografias.umcc.cu

Fuente de Internet

1%

5

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

6

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

7

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

1%

8

repositorio.unfleP.edu.ni

Fuente de Internet

1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**SUSTITUTOS LÁCTEOS EN EL CRECIMIENTO DE TERNERAS
LACTANTES HOLSTEIN**

Jurado Evaluador

Dr. CARLOMAGNO RONALD VELASQUEZ
VERGARA
PRESIDENTE

M(o). HILARIO NOBERTO PUJADA
ABAD
SECRETARIO

Dr. FELIX ESTEBAN AIRAHUACHO
BAUTISTA
VOCAL

M(o). RUFINO MAXIMO MAGUIÑA MAZA
ASESOR

HUACHO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Dios, quien me dio la fuerza, seguridad y es mi guía durante toda mi vida, ha sido mi fortaleza para lograr mis objetivos trazados, superando las adversidades que existen en todo momento.

A mis padres, que con su esfuerzo, trabajo y cariño fueron mi motivación para culminar mis estudios y convertirme en una profesional.

A mi hermana, que es un ejemplo para mí, que me aporta conocimientos, consejos y apoyo siempre.

Y a toda mi familia en general que confía en mí y que siempre es mi respaldo en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios y a mis padres por ser los principales promotores de que haya podido lograr mis objetivos de manera satisfactoria.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica de la Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho, por compartir sus conocimientos y su experiencia que han sido de gran utilidad en el desarrollo del trabajo de investigación.

Ing. Jaime Rosales Escudero y al Establo PIAMONTE S.A.C, por permitirme desarrollar mi trabajo de investigación, brindarme todos los recursos necesarios tanto económicos, cognitivos, humanos y también por haberme acogido como parte de su grupo de trabajo depositando su confianza en mí.

Ing. Rufino Maguiña Maza, por compartir sus conocimientos y alentarme a seguir desarrollando cada etapa de la investigación.

Y en general a todos a aquellos que me apoyaron a realizar el trabajo de manera correcta, oportuna y me facilitaron el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. Objetivos de la investigación.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación de la investigación.....	16
1.5. Delimitación del estudio.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes de la investigación.....	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.2. Bases Teóricas	20
2.2.1. Generalidades de la Alimentación de terneros.....	20
2.2.2. Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero	21
2.2.3. Fisiología de la digestión en Terneros.....	26
2.2.4. Requerimientos nutricionales de la Recría.....	29
2.2.5. Alimentación en terneras lactantes.....	31
2.2.6. Sanidad	37
2.2.7. Crecimiento y Desarrollo	38
2.2.8. Aspecto Económico de Recría	39
2.3. Definiciones de términos básicos	39
2.4. Hipótesis de investigación	40
2.4.1. Hipótesis general.....	40
2.4.2. Hipótesis específicas	40
2.5. Operacionalización de las variables	41
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. Gestión del experimento.....	42
3.1.1. Ubicación	42
3.1.2. Características del área experimental.....	42
3.1.3. Tratamientos.....	42
3.1.4. Diseño experimental.....	44

3.1.5. Variables a evaluar	44
3.1.6. Conducción del experimento.....	44
3.2. Técnicas para el procesamiento de la información	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	51
4.1 Influencia del tipo de alimentación líquida sobre los índices de crecimiento en terneras lactantes Holstein	51
4.2 Costo en la crianza.....	58
4.3 Morbilidad y mortalidad.....	59
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	61
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
Conclusiones	65
Recomendaciones.....	65
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS.....	66
ANEXOS.....	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Participación porcentual de los compartimientos del estómago de un rumiante al nacimiento y de adulto.....	20
Tabla 2: Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total	22
Tabla 3: Necesidades de energía metabolizable y proteína digestible aparente de terneras jóvenes	30
Tabla 4: Composición química de la leche entera	32
Tabla 5: Características nutricionales de los sustitutos lácteos (base MS)	34
Tabla 6: Consumo de agua en función a la edad	36
Tabla 7: Peso y talla de terneras Holstein del nacimiento a los 4 meses de edad.....	38
Tabla 8 : Operacionalización de las variables	41
Tabla 9 : Composición nutricional del sustituto lácteo A.....	43
Tabla 10: Composición nutricional del sustituto lácteo B	43
Tabla 11: Valores nutritivos de los alimentos.	45
Tabla 12: Composición nutricional de la leche de vaca Holstein	45
Tabla 13: Programa restringido diario de alimentación	46
Tabla 14: Métodos analíticos utilizados para la evaluación de los alimentos	48
Tabla 15: Medias y error estándar de los índices de crecimiento en terneras lactantes Holstein según tratamiento.	51
Tabla 16: Promedios de consumo de leche, alimento iniciador, ganancia de peso diario, relación entre peso destete y nacimiento y aumento de tamaño de las terneras Holstein por tratamiento. ...	57
Tabla 17: Consumo de alimento (alimento líquido más alimento iniciador, en base seca), ganancia de peso total y conversión alimenticia de las terneras Holstein por tratamiento.	58
Tabla 18: Costo de cada tratamiento utilizado por ternera	59
Tabla 19: Costo de alimento (concentrado + leche) por kilogramo de ganancia de peso vivo	59
Tabla 20: Registro de animales saludables y enfermos por tratamientos.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el peso al destete en terneras lactantes.	52
Figura 2. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el tamaño al destete en terneras lactantes.	52
Figura 3. Evolución de peso vivo según la edad de las terneras.	53
Figura 4. Evolución del tamaño según la edad de las terneras.	53
Figura 5. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el consumo de alimento en terneras....	54
Figura 6. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el consumo de agua en terneras lactantes.	54
Figura 7. Consumo de alimento iniciador según la edad de las terneras.....	55
Figura 8. Consumo de agua según la edad de las terneras.	55
Figura 9. Influencia del uso de sustituto lácteo sobre la ganancia de peso en terneras lactantes.	56
Figura 10. Evolución de la ganancia de peso según la edad de las terneras.....	57

RESUMEN

Objetivo: Se evaluó el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre los índices de crecimiento en terneras lactantes Holstein, en el Establo Piamonte S.A.C. **Métodos:** El diseño de la investigación fue de tipo experimental. Se eligieron 90 terneras lactantes Holstein, y fueron distribuidos al azar en tres tratamientos (T₁: leche entera, T₂: sustituto lácteo A y T₃: sustituto lácteo B), se suministró la leche/sustituto lácteo en dos tomas diarias bajo un programa restringido, alimento y agua *ad libitum*, realizándose el destete a los 63 días. Los datos obtenidos se analizaron utilizando el análisis de varianza de un diseño completamente al azar y el análisis de covarianza para el peso vivo y tamaño al destete. Para las comparaciones de medias se usó la prueba de Tukey. **Resultados:** Se encontró diferencias estadísticas para el peso vivo al destete y ganancia de peso, logrando mayor peso vivo y ganancia total en las terneras del T₃ (91.60 kg y 51.24 kg), en comparación con los T₁ (86.29 kg y 45.64 kg) y T₂ (85.27 kg y 44.82 kg), respectivamente, mientras que el tamaño al destete fue similar entre los tratamientos. Se encontraron diferencias significativas en los consumos de alimento y agua, las terneras alimentadas con sustitutos lácteos estimularon un mayor consumo de alimento, T₁ (15.43 kg y 77.40 L) vs T₂ (24.84 kg y 84.40 L) y T₃ (26.44 kg y 134.30 L). Las terneras alimentadas con leche lograron una conversión alimenticia más eficiente (1.41). **Conclusión:** Los sustitutos lácteos mejoran el peso vivo al destete, con mayores ganancias de peso, estimulan un mayor consumo de alimento y agua, mientras que las terneras alimentadas con leche logran una conversión alimenticia más eficiente.

Palabras clave: Sustitutos lácteos, terneras, crecimiento, ganancia, alimento.

ABSTRACT

Objective: The effect of supplying dairy substitutes on the growth rates of lactating Holstein calves at barn Piamonte S.A.C. **Methods:** The research design was experimental. 90 Holstein lactating calves were chosen, and they were distributed in three random treatments (T1: whole milk, T2: milk replacer A and T3: milk replacer B), the milk/milk replacer was supplied in two daily feedings under a program restricted, food and water ad libitum, weaning at 63 days. The data obtained were analyzed using the analysis of variance of a completely randomized design and the analysis of covariance for live weight and weaning size. Tukey's test was used for comparisons of means. **Results:** Statistical differences were found for live weight at weaning and weight gain, achieving higher live weight and total gain in T3 calves (91.60 kg and 51.24 kg), compared to T1 (86.29 kg and 45.64 kg) and T2 (85.27 kg and 44.82 kg), respectively, while weaning size was similar among the treatments. Significant differences were found in feed and water consumption, calves fed with milk replacer stimulated the highest feed intake, T1 (15.43 kg and 77.40 L) vs T2 (24.84 kg and 84.40 L) and T3 (26.44 kg and 134.30 L). Milk-fed calves achieve more efficient feed conversion (1.41). **Conclusion:** Dairy replacers improve live weight at weaning, with higher weight gains, stimulate higher feed and water intake, while milk-fed calves achieve more efficient feed conversion.

Keywords: milk replacer, calves, growth, gain, feed.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la realidad problemática

En los sistemas de producción de leche, la crianza de terneras de reemplazo tiene como fin garantizar el crecimiento y desarrollo óptimo de los animales, debido a que la vida productiva de la vaca se determina en las primeras semanas de vida. Para lo cual, se debe prestar atención en los detalles ya que de eso depende un exitoso plan de manejo de terneras, la cual se basa en los principios básicos de cría, nutrición, sanidad y la adecuada observación de los terneros y su comportamiento. Para ello una forma factible de lograr los objetivos de un destete oportuno, es reducir el impacto de los factores que inciden en mayor beneficio económico; una medida es reducir el índice de mortalidad de terneras, y disminuir los costos del proceso completo de crianza.

En el valle de Huaura, la ganadería está conformada en su gran mayoría por los pequeños y medianos ganaderos, siendo frecuente observar en terneras de reemplazo, un crecimiento y desarrollo retrasado, con vientres agrandados, baja condición corporal, debido a la falta o un inadecuado plan de manejo y la falta de aplicación de las buenas prácticas ganaderas. Algunos establos lecheros con planes de manejo muy rigurosos y que aplican tecnologías en la crianza de terneras, logran destetar animales con buenos índices de crecimiento en un tiempo más corto de lactancia.

Los resultados de varios estudios realizados durante los últimos años, muestran una fuerte correlación entre el crecimiento previo al destete y la producción total en la lactancia. Por ello, cuando nace una ternera aún no está determinado cómo será su vida productiva, debido a que el desarrollo del tejido de la ubre se determina en las primeras 8 semanas, por lo cual maximizar la nutrición de la ternera lactante es prioridad. Se demuestra que el crecimiento de las terneras depende aún más de la ingesta de alimento (leche o sustituto lácteo/ alimento iniciador) que otros factores relacionados con ella.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el crecimiento en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el peso vivo en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?
- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el tamaño en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?
- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el consumo de concentrado en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?
- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el consumo de agua en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?
- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el índice de conversión alimenticia en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?
- ¿El suministro de sustituto lácteo influirá sobre el costo de crianza en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre los índices de crecimiento en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el peso vivo, en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.
- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el tamaño en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.
- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el consumo de concentrado en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.
- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el consumo de agua en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.

- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el índice de conversión alimenticia en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.
- Evaluar el efecto del suministro de sustitutos lácteos sobre el costo de crianza en terneras lactantes *Holstein*, en el Establo Piamonte S.A.C.

1.4. Justificación de la investigación

- **Teórico.**

Los resultados obtenidos en la presente investigación contribuirán a mejorar los conocimientos sobre la alimentación en terneros lactantes, que posteriormente pueden servir como consulta por otros investigadores nacionales e internacionales.

- **Práctico.**

Los resultados de la investigación permitirán a los ganaderos contar con una nueva alternativa de alimentación para los terneros lactantes.

- **Social.**

Los resultados de la investigación contribuirán a una mejor crianza de las terneras, mejorando de esta manera los índices de crecimiento, generando mayores ingresos al productor.

1.5. Delimitación del estudio

- **Delimitación temporal**

Esta investigación se realizó entre los meses de abril hasta octubre del 2018, el estudio se desarrolla durante 6 meses aproximadamente.

- **Delimitación espacial**

Esta investigación se desarrollará en las instalaciones del establo Piamonte S.A.C ubicada en la Pampa de Jopto, Sector Guayabal, distrito de Santa María, Huacho.

- **Delimitación conceptual**

Se evaluará el efecto del suministro de sustitutos lácteos en las terneras lactantes *Holstein* sobre los índices de crecimiento desde su nacimiento hasta los 63 días de vida, aproximadamente, edad en la que se realizó el destete.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Araujo & Barberena (2017), en su investigación evaluaron dos sistemas de crianza en terneras; el sistema intensivo con leche entera y el sistema convencional con sustituto desde su nacimiento hasta el destete. El tipo de investigación realizado fue experimental. Se utilizaron 15 terneras en cada tratamiento. Cada tratamiento estaba determinado por el sistema de alimentación utilizado, el cual fue leche entera para el sistema de crianza intensiva y el sustituto Sprayfo violeta® para el sistema convencional. Para las variables ganancia diaria de peso, ganancia de peso total, ganancia de altura a la cruz y consumo de materia seca acumulada, los resultados fueron superiores ($P \leq 0.05$) con valores de 0.62 kg/día, 42.73 kg, 16.09 cm y 67.09 kg, respectivamente para las terneras con el sistema de crianza intensiva con leche entera. Sin embargo, el consumo de concentrado acumulado fue superior (35.44 kg) en el tratamiento de alimentación convencional con Sprayfo violeta®, ($P \leq 0.05$). No hubo diferencia ($p \geq 0.05$) en los días al destete entre los tratamientos. Asimismo, no hubo diferencia ($p \geq 0.05$) en el consumo diario de materia seca. Al realizar la evaluación de costos por ternera al destete, se obtuvo un menor costo (aproximadamente de 45.6%) en el sistema convencional con sustituto. Estos resultados reflejan el alto costo de la alimentación intensiva con leche entera en la crianza de terneras.

Ramos et al. (2013), compararon dos sustitutos de leche y el impacto de cada uno de ellos en los parámetros como: peso, altura y sexo. Para el estudio utilizaron un total de 66 hembras y 68 machos de raza Holstein, evaluaron en 2 grupos de 33 hembras y 34 machos para el uso del sustituto Hi-bloom, para compararlo con el sustituto de leche Calva-lac. Los registros de peso se realizaron semanalmente hasta el día 80, en el caso de la altura registraron el día 0 y el día 80. El grupo alimentado con sustituto de leche a base de cereales (Hi-bloom), presentaron un aumento de peso y altura no significativo a los alimentados con proteína láctea (Calva-lac), y con respecto al efecto del sexo independiente al tratamiento, se refleja de manera unificada las diferencias de peso y altura en machos y hembras, observándose mayor ganancia en los machos. Como conclusión, observaron un ligero aumento en la ganancia de peso y altura con el sustituto Hi-bloom; aunque se presentaron enfermedades respiratorias como la neumonía o problemas de broncoaspiración, mientras que con el sustituto Calva-lac presentaron enfermedades como úlceras gástricas y timpanismo elevando

el costo en el tratamiento de los terneros, por ello el primer sustituto resultó muy económico siendo una diferencia considerable al momento de buscar un sustituto de buena calidad y a mejor precio.

Saucedo et al. (2005), evaluó dos sustitutos comerciales de leche y leche entera en la alimentación de becerras de 21 a 60 días de edad durante la crianza, en la etapa predestete, se utilizaron 40 terneros Holstein. Estos consumieron 4 litros de calostro en las primeras 12 horas de nacidos y 4 litros de leche entera desde los 2 hasta los 20 días de edad. Los tratamientos son: A) 4 litros de leche entera por día; B) 4 litros de sustituto de leche de fabricación nacional por día, y C) 4 litros de sustituto de leche importado por día. El peso vivo a los 60 días fue mayor en el grupo A (62.29 ± 1.29 kg) que en los grupos B y C (53.13 ± 1.35 y 57.57 ± 1.35 kg, respectivamente), por lo que las medidas de estos dos últimos grupos fueron diferentes. La ganancia diaria de peso en el período completo (de 20 a 60 días) resultó superior en el grupo A (0.562 ± 0.032 kg), con respecto a los grupos B y C (0.333 ± 0.034 y 0.444 ± 0.034 kg, respectivamente), con diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estos dos últimos. El costo de alimentación líquida fue 31.89 y 41.91 % más económico en el grupo B con respecto al A, y 18.39 % más económico en el B con respecto al C. Estos resultados sugieren que el sistema de alimentación basado en leche entera fue mejor en cuanto al comportamiento de los terneros. Sin embargo, el sustituto de leche de fabricación nacional resultó ser el más económico.

Schmölz (2008), comparó los efectos productivos y metabólicos del uso de dos sustitutos lácteos comerciales en terneras criadas artificialmente durante 75 días. El tipo de investigación realizado fue experimental. Utilizaron 22 terneras, las cuales fueron asignadas al azar, a dos tratamientos de 11 animales cada uno: Tratamiento Control; sustituto lácteo Sprayfo Blue® (S) y Tratamiento Alternativo; sustituto lácteo de prueba (N). Ofreció un concentrado inicial para terneros, pellet de alfalfa y agua a libre disposición. Determinó el consumo de materia seca, peso vivo (PV) y eficiencia de conversión alimenticia (ECA) en forma individual, además, a la 1ª, 4ª y 11ª semana se tomaron muestras de sangre para determinar las concentraciones plasmáticas de glucosa, albúmina y urea. El peso fue registrado en forma semanal y los consumos de alimentos en forma diaria. A los 75 días las terneras bajo tratamiento N presentaron un peso vivo mayor al obtenido por el tratamiento control. El consumo de concentrado, así como el pellet de alfalfa en ambos periodos no presentó diferencias para los grupos control y alternativo. La eficiencia de conversión alimenticia fue similar en ambos tratamientos, indicando que los dos sustitutos lácteos aportan los nutrientes necesarios para un adecuado desarrollo. La concentración plasmática

de glucosa y de urea no presentó diferencias entre los dos tratamientos y mostró valores dentro de los rangos de referencia para la especie y edad mientras que la concentración plasmática de albúmina presentó valores por sobre los rangos de referencia, siendo mayor en las terneras con tratamiento N en ambas etapas. Concluye, que las terneras criadas con los dos sustitutos lácteos obtuvieron una respuesta productiva favorable con concentraciones plasmáticas de indicadores del metabolismo energético y proteico dentro de los rangos indicados para la especie y edad.

Suárez & Cárdenas (2017), determinaron el efecto combinado entre el lactoreemplazador Sprayfo violeta® o leche entera en conjunto con los concentrados Nucalf® o Ternero nutreleche® en el desarrollo de terneros lactantes durante 60 días. El tipo de investigación realizado fue experimental. Se utilizaron 24 terneros de las razas Holstein, Jersey, Pardo Suizo y sus encastes. Estos fueron distribuidos homogéneamente en 4 tratamientos resultantes de la conjugación de los alimentos antes mencionados. Se midió peso corporal y altura al nacimiento y al destete. Las variables analizadas para este estudio fueron ganancia diaria de peso, consumo de concentrado, peso corporal al destete, altura a la cruz al destete y costo de alimentación. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con seis repeticiones y un Test LSD para la separación de medias con una probabilidad ≤ 0.05 . No se encontró diferencia en las variables ganancia diaria de peso, consumo de concentrado, peso corporal y altura a la cruz ($P > 0.05$). Sin embargo, si se encontró diferencia significativa en el costo de alimentación para los tratamientos de Leche entera + Nucalf® y Sprayfo violeta® + Ternero nutreleche®. El tratamiento Sprayfo violeta® + Ternero nutreleche® proporciona un potencial de desarrollo similar a los otros tres tratamientos sobre los terneros a un costo inferior durante un periodo de lactancia de 60 días.

Verdugo (2016), evaluó el efecto de dos sustitutos lácteos con similar contenido de proteína, sobre el desarrollo de becerras Holstein durante el periodo de lactancia. Para el estudio seleccionaron 16 becerras para cada tratamiento; suministraron por un periodo de 60 días una alimentación de 4L/día, a un grupo con el sustituto lácteo A (20% de PC, 20% de grasa, fibra 0.2%); y al otro grupo con el sustituto B (20% de PC, 20% de grasa, fibra 0.2%). Las variables estudiadas fueron peso y altura al nacimiento y destete; además se estimó la GPT (ganancia de peso total) y GDP (ganancia diaria de peso) y también se estimó el consumo de alimento. Para el análisis estadístico utilizaron el análisis de varianza en el programa SAS. Encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) con respecto al peso al destete, GPT y GDP entre los grupos estudiados. Concluye que a pesar de que la composición de los sustitutos era similar, se presentaron diferencias en la ganancia de peso, esto puede deberse a que el

sustituto A dentro de su composición contenía aditivos (antibióticos), recomiendan un análisis químico de los sustitutos para una mejor evaluación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Sipán (2000) evaluó la eficiencia biológica y económica de su sustituto de leche. Encontró menor respuesta a la ganancia de peso en terneras alimentadas con sustituto lácteo en comparación a leche entera, 23.1 vs 27.8 kg en 53 días y mayor consumo de alimento concentrado 0.66 vs 0.55 kg/día, respectivamente. Además, obtuvo un menor costo de alimentación en las terneras con sustituto lácteo (\$ 66.80 contra \$ 87.74), alcanzando una disminución del 23.9%.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Generalidades de la Alimentación de terneros.

En el sistema de producción lechero, criar y reemplazar terneras es importante para el crecimiento del hato lechero y la mejora de la productividad animal (Lanuza, 2008).

La alimentación del ternero en la primera etapa de vida consiste en una dieta líquida (agua y leche o sustituto lácteo), que proporcione del 60 y 70% de los requerimientos proteicos y energéticos para satisfacer sus necesidades de mantenimiento y crecimiento cuando están en un ambiente ideal (Conzolino, 2011).

Al nacimiento, el estómago del ternero se comporta como el de un monogástrico, alcanzando el 30% de contenido en el rumen como neonato (Tabla 1) y dependiendo del tipo de dieta líquida que se suministre, puede acelerar o retrasar el desarrollo del estómago compartimentalizado propio de un poligástrico, ocupando el rumen el 80% en el estado adulto (Lanuza, 2008).

Tabla 1

Participación porcentual de los compartimientos del estómago de un rumiante al nacimiento y de adulto.

Compartimientos	Nacimiento	Adulto
Rumen (<i>Panza</i>)	30%	80%
Retículo (<i>Bonete</i>)		5%
Omaso (<i>Librillo</i>)	70%	8%
Abomaso (<i>Cuajo</i>)		7%

Fuente. Tomado de Lanuza (2008).

Se estima que, entre los 6 y 8 meses de edad, la ternera completa el desarrollo de su sistema digestivo con lo cual está en condiciones de alimentarse con raciones basadas en forrajes o pastos de calidad; complementadas con la adición de vitaminas y minerales (premezclas). (Almeyda, 2012; p.5)

El éxito de un buen programa de alimentación y manejo de terneras, no solo se mide por los parámetros de crecimiento y desarrollo corporal, sino también debe ser evaluado de igual manera el potencial futuro de producir leche. Esta capacidad está en gran medida influenciada por el grado de desarrollo mamario. Almeyda (2012) afirma:

Que el estado nutricional desde antes de la pubertad hasta el inicio de la lactación es crítico para el desarrollo mamario, es decir, es muy importante no subalimentar ni sobrealimentar a la ternera. Ya que está comprobado que niveles altos de alimentación antes de la pubertad hasta el parto puede afectar negativamente el crecimiento del tejido secretor de la glándula mamaria. (p.5)

Por ello, Almeyda recomienda: “desarrollar un programa adecuado de alimentación que permita ganancias de peso de 800 g/día como indicador óptimo para la recría de terneras” (p.5).

2.2.2. Fundamentos anatómicos y fisiológicos del aparato digestivo del ternero

Cuando nace una ternera, el estómago anterior es similar de tamaño al abomaso. El desarrollo del estómago anterior comienza rápidamente después del nacimiento, pero el tipo de alimentación (dieta láctea) es un factor que influirá en la tasa de crecimiento del mismo (Cunningham, 1999).

En los primeros meses de vida, el estómago de una ternera se comporta como el de un animal monogástrico, esto se debe a que el compartimento retículo-rumen aún carece de funcionalidad y la dieta líquida (leche/sustituto lácteo) pasa directamente al abomaso. Para que el rumen se desarrolle adecuadamente es necesario estimular el consumo de concentrado iniciador durante los primeros siete días (Coverdale et al., 2004).

Para entender el desarrollo del estómago de los terneros que ingieren alimentos líquidos y sólidos, sean concentrados o forrajes, Fournier (1998) identifica y describe diferentes fases o etapas.

Fase de pre-rumiante: En esta fase, el abomaso es el principal compartimento del estómago lo cual se relaciona con el proceso de digestión, ya que en esta etapa la alimentación del ternero es líquida basándose en la ingesta de leche o sustituto lácteos, siendo esta dieta la base exclusiva para el aporte de nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento. Esta fase

inicia desde el nacimiento hasta las 2 o 3 semanas de vida, cuando el becerro inicia el consumo de alimentos sólidos, y la duración de esta etapa está relacionada con el periodo que no se ofrezca alimentos sólidos.

Fase de transición: En esta etapa se da inicio a un proceso llamado fermentación ruminal, debido a que el ternero ya inicio el consumo de concentrados, pero va a depender de algunos factores como el estado de salud, las tasas de ganancias, disponibilidad de agua y de la alimentación láctea empleada. El desarrollo del rumen depende de la producción de AGV (Ácidos Grasos Volátiles), junto al efecto físico de la dieta, el abomaso continúa siendo uno de los compartimentos importante en la digestión, pues aún en esta fase se continúa ofreciendo alimentos líquidos, que al igual a los alimentos concentrados constituyen los principales alimentos de esta etapa. Esta fase culmina con el destete del ternero, donde ya no se ofrece una dieta líquida.

Fase de rumiante: Esta fase se inicia con el destete del ternero y dura hasta el final de su vida. La única fuente de alimentación son los productos secos, junto al agua que constituyen un elemento imprescindible para que el proceso digestivo ruminal se realice adecuadamente. En esta etapa, el principal órgano del sistema digestivo es el rumen, produciendo elevadas cantidades de AGV y proteína microbiana por medio de la degradación de los alimentos ofrecidos, dependiendo de este proceso la producción de la mayor cantidad de energía y proteína que requiere el ternero, ya que algunos nutrientes no son degradados en el rumen y pasan al intestino, donde se segregan enzimas que ayudan con su degradación (Fournier, 1998).

En la tabla 2, se muestra un rápido crecimiento del retículo-rumen a medida que el ternero comienza a consumir una dieta sólida, durante la primera semana de vida. Por lo tanto, el abomaso disminuye su tamaño relativo. El omaso es el compartimiento que más demora en alcanzar su tamaño adulto.

Tabla 2

Crecimiento diferenciado de los distintos compartimientos del estómago de un rumiante como porcentaje total

Compartimientos %	Semanas			
	0	4	8	12
Retículo- Rumen	38	52	60	64
Omaso	13	12	13	14
Abomaso	49	36	27	22

Fuente. Tomado de Church (1988).

Cunningham (1999) afirma que cuando a los animales poligástricos jóvenes se les ofrece alimentos sólidos poco después de su nacimiento, el desarrollo de los otros compartimentos que conforman el estómago se realiza a una máxima velocidad, a la vez también identifica dos periodos en el desarrollo del estómago, un período no ruminal, que inicia desde la primera a la tercera semana y de un período transicional, que va de la tercera hasta la octava semana.

Cuando la base alimenticia de un ternero solo se centra en leche o sustituto lácteo, todos los compartimentos del estómago incrementan peso y tamaño a la misma velocidad que el resto del cuerpo, pero en estas condiciones sólo el abomaso es funcional, ya que el alimento líquido bloquea el paso por los pre-estómagos a través del canal reticular (Preston y Willis, 1970).

El consumo de concentrado es regulado por la cantidad, calidad y tiempo de suministro de la dieta láctea, así como los cambios funcionales de los compartimentos del estómago. La cantidad y calidad de la dieta líquida sea leche o sustituto lácteo afectará el desarrollo de los compartimentos del estómago, si el suministro de leche es restringido va a favorecer el temprano consumo de concentrado, como así también el desarrollo temprano del retículo-rumen (Plaza & Hernández, 1994).

Según Quinteros (2007), para entender mejor el uso de sustitutos lácteos en la alimentación del ternero, identifica y explica cuatro temas fundamentales:

- La gotera esofágica
- La formación del coágulo
- Desarrollo del rumen
- Fisiología de la digestión

La *gotera esofágica* inicia en los cardias y termina en el omaso. Está formada por un par de pliegues musculares que al cerrarse permite conducir los alimentos desde el esófago hacia el omaso. En los animales lactantes, esta estructura es muy importante y funcional.

Al recibir un estímulo, se produce una contracción muscular del surco, que da paso al acortamiento y retorcimiento. Cuando se produce la acción de retorcimiento provoca que los labios del surco se unan, formando casi un conducto que se extiende desde los cardias hasta el canal omasal. El cierre del surco es producido por la recepción de impulsos eferentes del tallo encefálico mediante el nervio vago. Previo a la acción de mamar abarca una estimulación central para el cierre de la escotadura reticular. El surco esofágico se encarga

de desviar el curso de la leche ingerida sobrepasando el estómago anterior dirigiéndolo hacia el abomaso (Cunningham, 1999).

Esta acción facilita que la leche llegue al abomaso sin perder sus propiedades nutricionales, asegurando la mayor absorción de nutrientes por parte del ternero (Silva, 1997).

Formación del coágulo

Inmediatamente después de la ingesta de leche se coagula entre 1 y 10 minutos gracias a la acción de la caseína o de la pepsina, después el suero se separa del coágulo y se dirige al duodeno, al igual que la caseína que no termino de digerirse. La escasez de cuajo como coagulante puede convertirse en una causa que predispone al ternero a padecer infecciones intestinales ocasionadas por *E. Coli* (Roy, 1974).

Un suceso importante es que para que se produzca la coagulación se requiere un pH ideal de 6.5 para la renina y 5.25 para la pepsina, en tanto para la degradación de proteínas el pH ideal es de 3.5 para la renina y 2.1 para la pepsina, esto favorece a que se produzca una digestión eficiente permitiendo la mayor absorción de nutrientes, ya que provoca la disminución de la velocidad del pasaje por el tracto digestivo, permitiendo que las enzimas intestinales puedan actuar a través de la hidrólisis de las moléculas complejas.

Además, al reducir la tasa de tránsito promueve la actividad de los complejos enzimáticos en el tracto digestivo de los terneros recién nacidos (Roy, 1980).

El pH del cuajar vacío se encuentra entre 2 – 2.8, pero después de media hora de la ingesta de leche tiende a elevarse rápidamente hasta obtener valores de 4.5 – 6.0 y a las tres horas y media comienza a disminuir hasta alcanzar los niveles de predigerida, sin embargo, existen factores que tienen un efecto en el pH como la edad, es decir, cuando el animal comienza a envejecer el pH tiende a ser más ácido. Pero hay que tener en cuenta que el pH ideal que debe tener el abomaso para que se produzca la coagulación es de 6.1. (Roy, 1980).

La coagulación se produce a nivel del abomaso por la reacción de la caseína y el calcio de la leche con la acción de las lacto proteinasas renina y pepsina, a un pH ideal de 6.1. El calcio es necesario para esta reacción, por lo que la digestión de la caseína es diferente cuando se le da en su forma primaria o básica al ternero (Yvon, 1987).

Además, la acción de coagulación es promovida por el movimiento del abomaso, que ayuda a liberar el suero que fluye hacia el intestino, que contiene grandes cantidades de lactosa, proteínas no coagulables (albúminas y globulinas) y minerales (Abarazúa, 1992).

La renina es una de las enzimas propias de las terneras lactantes, y su importancia se refleja en su actividad frente a la caseína. La renina facilita la coagulación de la caseína de la leche en el abomaso, que luego es descompuesta por acción de la propia renina y el ácido

clorhídrico, y la ausencia de esta enzima como coagulante parece ser el principal factor que predispone al ternero a padecer de infecciones ocasionadas por la *E. coli*. Llegando a la conclusión que la caseína se une al calcio lácteo y la renina, para formar paracaseinato de calcio en el abomaso con un pH de 6.1, que retiene o atrapa la grasa. El suero lácteo sale rápidamente del cuajo e ingresa en el intestino.

Desarrollo del rumen

El tiempo que demore que un animal pase de monogástrico a poligástrico (desarrollo del rumen) depende principalmente del tipo de dieta suministrada. Mientras el periodo de suministro de leche natural o artificial se alargue, el ternero no tendrá la necesidad de iniciar el consumo de concentrado (Roy, 1974).

En la pared interior del rumen menos los pilares, están revestidos de papilas adheridas en el epitelio las cuales presentan mayor desarrollo en contraste con las papilas ubicadas en los sacos ciegos y dorsal, ya que se cree que existe mayor acción absorbente de los productos obtenidos de la fermentación.

Un ternero recién nacido presenta papilas ruminales muy pequeñas, pero pueden crecer más rápido cuando se suministra concentrado o alimentos sólidos lo antes posible y logran alcanzar una longitud máxima (5 – 7mm) aproximadamente a la octava semana de edad y se al desarrollarse toman formas foliadas, filiformes o cónicas (Sisson & Grossman, 1974).

El desarrollo de las papilas está determinado por los productos resultantes de la fermentación ruminal, producida por la composición química de la dieta y el desarrollo de los músculos, también como por sus propiedades físicas, como por el contenido de fibra, presentación y tamaño de las partículas del alimento (Ruíz, 1975).

Según Plaza (1982) plantea, en terneros alimentados solo con leche, el desarrollo del rumen se logra a las 15 semanas de edad, pero cuando se alimentan desde la tercera semana de nacido con concentrado y forraje, el rumen está completamente desarrollado a las 9 semanas, esto demuestra que la disposición temprana del alimento seco tiene un efecto decisivo en el desarrollo ruminal. Los procesos fisiológicos que ocurren en la pared del rumen del ternero inician en la primera semana de vida y a partir de este momento la digestión y el metabolismo del animal se considera que están en un estado de transición, donde los procesos propios de un animal monogástrico van cambiando a funciones propias de un poligástrico. Algunos autores afirman que la digestión in Vitro del contenido ruminal va desde el 25 a 40% después de la primera semana de vida y duplica estos valores a las 18 semanas.

2.2.3. Fisiología de la digestión en Terneros

La digestión de las proteínas es realizada por las enzimas renina y pepsina, que son secretadas como precursores inactivos por las glándulas fúndicas de la mucosa gástrica, pero se activan rápidamente por capacidad acídicas del abomaso. En los recién nacidos, el nivel de HCl secretado por las células parietales del cuajo es baja, pero aumenta rápidamente. La coagulación se produce poco después de entrar en el abomaso, principalmente por la renina, aunque la pepsina también tiene un importante rol en la coagulación. Se comparó el contenido de pepsina y renina provenientes del abomaso de terneros alimentados con leche y/o proteína de suero, resultando que al alimentar con proteínas del suero parece reducir la producción de renina, mientras que la secreción de la pepsina no se ve afectada. (Smith, 2004).

La nutrición proteica de los terneros depende básicamente de la digestión y absorción de aminoácidos esenciales. Un estudio encontró que agregar metionina a un sustituto de leche que contiene proteína de soya ayudó a mejorar la productividad de los terneros. (Kanjapruhipong, 1998).

La digestión de las proteínas de la leche en los terneros lactantes se realiza principalmente por la acción de la renina, la pepsina y el ácido clorhídrico.

Roy (1980), afirma que los terneros lactantes pueden secretar renina y pepsina, aunque no se ha podido calcular el factor de secreción ya sea por la edad o por el origen de la dieta, pero en animales adultos sólo se secreta pepsina. El jugo pancreático del ternero contiene en gran cantidad enzimas proteolíticas, las cuales aumentan su secreción conforme el ternero crece.

Cuando se formula un sustituto lácteo, debe garantizar que el contenido proteico sea uno de los principales indicadores y de mayor exigencia tecnológica, al mismo tiempo eso se debe a su mayor participación y a su importancia biológica. Cuando se utilizan fuentes no lácteas en los sustitutos lácteos, su uso se debe determinar por la edad, asegurando la presencia de un volumen óptimo de enzimas proteolíticas necesarias para la digestión de estos, conforme la proporción de producto a utilizar. Al ofrecer sustitutos lácteos tempranamente, deben usar sustitutos lácteos que contengan más del 60% de productos lácteos, y al cumplir el mes de edad pueden usar de 30%. Pero también es muy importante la calidad de las fuentes no lácteas, siendo comúnmente usado la proteína de soya, aunque esta contiene elementos antinutricionales (inhibidores de la proteasa, lecitinas, oligosacáridos), por ello se debe someter a tratamientos térmicos como el tratamiento con agua + etanol, extrusión y

fermentación con fluido ruminal. Así que para lograr buenos resultados similares a los obtenidos cuando se alimenta a los terneros con leche, solo se debe reemplazar como máximo la mitad de la proteína láctea con proteína no láctea. Posiblemente, las terneras de reemplazo cuyos consumos de leche/ lactoreemplantes y ganancia sean menores, deba proporcionárseles mayor cantidad de sustitutos lácteos e incluso iniciar su suministro a una edad más temprana.

Digestión de los Carbohidratos: La capacidad para utilizar carbohidratos en terneros lactantes es limitada, debido a que el bovino no secreta la enzima amilasa salival, y la actividad de la amilasa pancreática es muy baja en los terneros neonatos y se mantiene así hasta el mes y medio de edad. La enzima lactasa en los terneros se encuentra en grandes cantidades, pero comienza a disminuir conforme el ternero va creciendo, también se ve afectada por el tipo de dieta, pero si se alimenta con lactosa puede mantenerse por un mayor tiempo (Otterby, 1981).

En los terneros lactantes se da una eficiente digestión de lactosa, glucosa y galactosa, y una menor digestión de almidón y maltosa. La fructosa es absorbida en pequeñas cantidades y la sacarosa no se digiere. La glucosa o galactosa son absorbidas por el duodeno, considerándose la principal fuente de carbohidratos, pero al suministrarse juntas, la glucosa es absorbida en mayor cantidad (Church, 1988).

Cuando se utiliza el almidón como la principal fuente de energía en los sustitutos lácteos no se obtienen buenas respuestas productivas, esto se asocia a varios factores que afectan la utilización de los carbohidratos, entre las cuales se menciona que puede deberse a la menor cantidad de la amilasa pancreática y de maltasa en el intestino, otro factor es que el almidón se asocia al coágulo de caseína en el cuajo, llegando a ser la principal causante de la baja concentración de glucosa en la sangre (glicemia) observado en terneros que consumieron sustitutos lácteos que usan almidón como única fuente de energía (García, 1985).

La sacarosa se metaboliza como principal efecto de la actividad microbiana que están presentes en una parte baja del sistema digestivo, por eso no se recomienda su uso en terneros que presentan diarreas. Los monosacáridos como glucosa, galactosa y xilófaga se absorben eficazmente en el intestino delgado, a diferencia de la fructosa que no llega a absorberse (Cacuango, 2011).

Para la digestión de las grasas; se necesita de la presencia y acción de la enzima lipasa salival también conocida como estearasa pregástrica, la cual es secretada por las glándulas salivares palatinas y en el cual está presente en un corto tiempo, para después ser reemplazada por la enzima lipasa pancreática desde la segunda o tercera semana de edad. Su

principal función se da en el abomaso, ya que el paso del alimento es muy rápido en la primera parte del tracto digestivo. Generalmente las grasas son altamente digeribles con un 93% y 97 % de digestibilidad, sin embargo, esto ocurre cuando el método de incorporación al sustituto lácteo es muy eficiente, logrando glóbulos de 3 a 4 micras, aún el tamaño del glóbulo decrece conforme crece el ternero (Roy, 1980).

Se considera a las grasas como el principal proveedor de energía, ya que brinda ácidos grasos polinsaturados necesarios para el desarrollo del ternero, y esto se debe a que el ternero no tiene la capacidad de sintetizarlos biológicamente, el contenido de grasa varía de 3 a 24 %, siendo recomendable entre 12 y 18 % (Craplet, 1970).

Es importante la función de la grasa, en la reducción de presentación de diarreas, mejora la apariencia del ternero y constituye una barrera ante el estrés. Pero un contenido de grasa mayor al 20 % no da mejores resultados. Estudios realizados concluyeron que se produce un efecto colateral negativo por el menor del consumo de MS del alimento iniciador previo al destete, también como bajas ganancias antes y después del destete cuando se compararon sustitutos con un contenido alto (21.6 %) y bajo (15,6 %) de grasa.

En la fase pre-rumiante, la hidrólisis de las grasas se inicia en el abomaso gracias a la acción de la lipasa salival la cual es secretada por las glándulas salivares y otras partes de la cavidad oral del ternero y después, la enzima que sigue el proceso es la lipasa pancreática ya en el intestino delgado (Smith, 2004).

En un ternero recién nacido, se secreta una gran cantidad de la enzima lipasa llegando a ser la enzima más importante, ya que esto se debe al bajo contenido de lipasa pancreática.

García (1985) señala que previo a llegar al abomaso, alrededor del 20% de las grasas lácteas son hidrolizadas. En un ternero neonato, la enzima lipasa pancreática presenta tienen menor funcionalidad en el intestino, triplicándose su actividad al término de la primera semana, y permanece relativamente constante en los siguientes días (García, 1985).

Las sales biliares actúan como emulsificador, ya que su mecanismo de acción se basa en incrementar la tasa de actividad de la enzima lipasa pancreática, que, en conjunto con la formación del coágulo, permiten que el paso de las grasas por el intestino delgado sea más lento, logrando una degradación eficiente de lípidos que permite una mejor absorción de estos nutrientes, ya que la capacidad lipolítica de esta enzima no se verá excedida y saturada (Orskov & Ryle, 1992).

Los lípidos presentan una digestibilidad alrededor del 90% en los terneros recién nacidos y puede llegar hasta el 95% de digestibilidad a la quinta semana de vida. García (1985) afirma

que para que se realice la absorción de ácidos grasos de cadena larga a nivel intestinal va a depender de que sean solubilizados en las micelas de las sales biliares.

2.2.4. Requerimientos nutricionales de la Recría

2.2.4.1. Energía

Este nutriente es necesario para la termorregulación y para el desarrollo de las funciones de los órganos del ternero, además un nivel de energía óptimo favorece el crecimiento y deposición de masa muscular y grasa (Miller, 1989).

Las necesidades energéticas no solo varían con la edad y el peso vivo del animal, sino también varía según la concentración energética de los alimentos; aquellos alimentos que tienen un alto aporte energético son más eficientes que los de baja energía, ya que un ternero tiene un consumo constante y sus requerimientos para mantenimiento también son constantes, así que si la concentración energética de la ración total es mayor favorece a la ganancia óptima de peso (Thickett et al., 1989).

Las principales fuentes de energía provienen de carbohidratos o de las grasas, siendo estas últimas 2.25 veces más energéticas por su alto contenido de carbono e hidrógeno (Miller, 1989).

Según la National Research Council (1989), los niveles de energía en la ración de inicio deben ser alta con un nivel de 80% de NDT en base seca o un mínimo de 72% de NDT en base fresca. Linn (2001) menciona que las “terneras alimentadas sólo con leche o reemplazante lácteo, la eficacia de conversión de la energía metabolizable a energía neta de mantenimiento y ganancia de peso es de un 86 y 69%, respectivamente”.

2.2.4.2. Proteína

Es el nutriente más importante que se debe tener en cuenta en la ración de animales jóvenes, ya que permite el crecimiento de tejidos, debido a que la mayor parte es de naturaleza proteica (Barreno, 1979).

Las proteínas son desdobladas durante la digestión y son absorbidas por el intestino delgado para luego pasar al torrente sanguíneo (Universidad de Minnesota, 1992).

Según Miller (1989), los terneros deben recibir mediante la dieta los aminoácidos esenciales. Al respecto, Thickett et al. (1989), menciona que la primera fase de crecimiento, la composición del alimento iniciador debe compararse con la composición de la leche de la vaca.

Según la National Research Council (1989) citado por Pajuelo (2003), los niveles de proteína para la ración de inicio, debe ser 20 a 22% y 18 a 20% de proteína cruda respectivamente.

Las necesidades de energía y proteína en terneros alimentados con leche y con una combinación de leche con pienso de arranque se muestran en la Tabla 3. Las necesidades proteicas están expresadas en proteína digestible aparente (PDA).

2.2.4.3. Fibra

Los requerimientos de fibra en los terneros lactantes son nulos, esto se debe a que la utilización de la fibra se realiza en el rumen y al no estar desarrollado no se puede dar la fermentación microbiana, cobrando mayor importancia al destete del ternero ya que en esta etapa permite satisfacer necesidades energéticas, colabora con el desarrollo del rumen, mantiene constante un pH óptimo al estimular la rumia (Thickett et al., 1989).

Tabla 3

Necesidades de energía metabolizable y proteína digestible aparente de terneras jóvenes

Peso ternera, kg	Ganancia de peso kg/d	Consumo de MS, kg/d	EM, Mcal/d	PDA, kg/d
Solo leche o reemplazante lácteo				
24.9	0.41	0.41	2.0	0.11
39.9	0.41	0.54	2.6	0.12
49.9	0.41	0.64	3.0	0.12
Leche/reemplazante lácteo y pienso sólido				
39.9	0.59	0.82	3.4	0.13
49.9	0.59	0.95	3.9	0.13
59.8	0.59	1.04	4.3	0.13

Fuente. Adaptado de Linn (2001)

2.2.4.4. Vitaminas y Minerales

Los requerimientos de vitaminas son similares a los monogástricos, incluye vitamina K y complejo B, encontradas en el calostro y en la leche entera, también requiere vitamina A, D y E en menor cantidad (Tabla 4), y no requiere de vitamina C ya que se sintetiza en el tejido del ternero por eso no se requiere en la dieta (Heinrich, 1999).

Thickett et al. (1989), indica que calcio y fósforo son los 2 principales minerales que se requieren en mayor cantidad, necesaria para la formación del esqueleto del ternero, y; Miller (1989) menciona que la falta de estos minerales provoca raquitismo, reducción de apetito.

Otros minerales que se requieren en mayor cantidad son: magnesio, sodio, potasio y cloro, los cuales deben estar presentes en la ración (Thickett et al., 1989). Existen otros elementos

traza de gran importancia como el yodo (necesaria para la función de la tiroide), zinc, hierro, cobre (Miller, 1989).

2.2.5. Alimentación en terneras lactantes

La alimentación de las terneras lactantes se basa principalmente en una dieta líquida, conformada por el primer alimento y el más importante que es el calostro suministrado hasta el tercer día de vida, después se reemplaza con la leche entera de vaca o sustitutos lácteos. También se ofrece concentrado o alimento iniciador que conforma la alimentación seca o sólida.

2.2.5.1. Calostro

El calostro es el primer y más importante alimento que deben consumir los terneros, ya que es la principal fuente de nutrientes. Cuando nacen los terneros tienen una mínima o nula defensa, lo cual hace que sean susceptibles a enfermedades, ya que la sangre del ternero recién nacido no contiene anticuerpos, debido a esto la inmunidad la adquiere absorbiendo inmunoglobulinas del calostro, lo cual es vital para garantizar que sobreviva el ternero (Blood & Henderson, 1969).

Esto se debe a que los bovinos tienen una placenta de tipo epiteliocorial, lo que impide totalmente el paso de Igs desde la madre hacia el feto, provocando que los terneros dependan de los anticuerpos recibidos mediante del calostro. Los terneros que no toman calostro o si absorben cantidades bajas de Igs, están más propensos a enfermarse de infecciones bacterianas como septicemia, enteritis, y enterotoxemia (Casas & Canto, 2015).

Casas & Canto (2015) menciona que el calostro atiende tres funciones básicas:

- a) Proteger al recién nacido durante los primeros días de vida frente a las posibles enfermedades, gracias a su contenido de inmunoglobulinas (Igs), ya que es la primera línea de defensa contra los agentes patógenos.
- b) Principal fuente de energía para evitar la hipotermia, debido a su alto contenido energético.
- c) Ayuda a facilitar el tránsito intestinal, ya que contiene en altas cantidades sales de magnesio que actúan como laxante, ayudando a la ternera a expulsar el meconio (materia fecal fetal).

Casas & Canto (2015), recomienda que la concentración de inmunoglobulinas (principalmente IgG) presente en el calostro que va ingerir el ternero, debe ser superior a 50 g de IgG/L y que idealmente debe ser administrado dentro de las primeras 2 horas de vida, con volumen de calostro óptimo, que debe ser el 10% del peso vivo del ternero en su primera toma. La segunda toma se debe suministrar entre 6 a 8 horas posteriores.

Quigley (1997) también recomienda ofrecer calostro inmediatamente después del nacimiento de ternero y 12 horas posteriores, se debe obtener un mínimo de 10 gramos de IgG/l de suero y el volumen proporcionado es el 10% de su peso corporal.

Heinrich (1999), señala al suministrarse tardíamente el calostro hay mayor exposición del intestino a los patógenos, ya que ingresan antes que los anticuerpos y desarrollan enfermedades.

2.2.5.2. Generalidades de la leche entera

La leche entera es el principal alimento para un animal por niveles de nutricionales (Tabla 4); sin embargo, la demanda de la leche para el consumo humano ha provocado la utilización de sustituto lácteos, con el fin de reducir el costo de alimentación en la etapa de recría, lograra mejores respuestas en la ganancia de peso y rentabilidad económica (Saucedo-Quintero et al., 2004).

Tabla 4

Composición química de la leche entera

Componentes	Leche normal
Grasa %	3.45 - 4
Proteína %	3.5 - 3.61
Caseína g/L	27.9
Proteína del suero mg/ml	8.7
Albúmina del suero mg/ml	0.24
Lactosa %	4.85 - 5
Na mg/100 ml	57
Cl mg/100 ml	91
Ca mg/100 ml	129.8
Mg mg/100 ml	12.1
P mg/100 ml	6.65

Fuente. Tomado de Infoservet (intranet, UNAH) y FAO.

La leche es un líquido blanco o amarillo pálido que es ligeramente más espeso que el agua a la vista o al tacto. La leche fresca tiene leve aroma lechoso único, que absorbe muy fácilmente los olores ambientales (heces, medicamentos, etc.). Su sabor es ligero, dulce, agradable y refrescante, característico de este alimento (Soto, 1986).

En un recuento normal de células somáticas, se debe encontrar principalmente células epiteliales con solo una pequeña cantidad de glóbulos blancos y linfocitos. En el caso del

calostro al realizar el recuento somático rara vez supera los 300 – 400 mil / ml, y en las muestras tomadas directamente de la ubre suelen ser inferiores a 100 – 150 mil / ml. El recuento tiende a ser más baja en vacas jóvenes o vacas en el pico de lactación que en la leche de vacas adultas o al principio o al final de la lactancia (Thomas, 1971).

2.2.5.3. Sustitutos lácteos

Quintero (2007) define el término sustituto lácteo o lactoreemplazante como un producto que imita la leche que se le brinda al ternero. Se debe complementarse siempre de un alimento seco que cuando se reconstituye, se diluye o mantiene en suspensión sus componentes, pueda reemplazar a la leche de vaca con excelentes resultados. Según investigaciones realizadas, las razones para su uso son necesarias y económicas.

En los años 50 se comenzó a elaborar los primeros sustitutos lácteos, utilizando como materias primas la leche descremada en polvo, suero en polvo, grasa láctea y grasa de origen animal. Al inicio su uso fue muy escaso, ya que el contenido en grasa era muy bajo (10% respecto al 30% de la leche entera) y debido a que el sistema que existía para extraer la leche descremada era muy básico provocó patologías digestivas en los terneros, ya que no poseían enzimas para digerir las proteínas desnaturalizadas producto de la aplicación de esos tratamientos (Moreno, 2004).

Según Delgado (2001), el sustituto lácteo es leche en polvo en diferentes presentaciones, la masificación de su uso se debe al bajo precio del producto, reduciendo el costo de alimentación. Teniendo en cuenta el contenido nutricional de las diferentes marcas de sustitutos de leche, debería ser una buena opción para la alimentación de los terneros.

El sustituto de leche es un excelente alimento para terneros antes del destete, formulado con un suministro adecuado de nutrientes para estimular un precoz consumo de concentrado con el objetivo de lograr un crecimiento óptimo de los terneros (Ramos et al., 2013)

Stobo & Roy (1978) y Alomar (1980) indican que un buen sustituto lácteo debe tener las siguientes características principales:

- Debe tener la misma composición que la leche y contener todos los aminoácidos esenciales.
- El sustituto debe ser altamente palatable para el ternero.
- El precio del sustituto lácteo debe ser inferior al de la leche.
- Polvo hidrosoluble a temperatura de bebida (37°C).
- Permanecer suspendido en el agua para que no se asiente en el recipiente.

Se han utilizado métodos como la coagulación de renina para determinar la calidad de la fórmula. La prueba implica la adición de renina, que reacciona con la caseína para formar un coágulo, cuanto más firme sea el coagulo, mejor será la calidad del sustituto lácteo (Quigley, 1998c). Otro método es la medir la fibra cruda (FC), que es directamente proporcional al contenido de proteína vegetal del producto. Según lo anterior, existen 3 rango de calidades, el primero de 0 a 0.15% de FC (sin proteínas vegetales); el segundo, de 0.15 a 0.5% de FC (contenido bajo o moderado); y el tercero sobre un 0.5% de FC (alto contenido de proteínas vegetales) (Quigley, 1998c).

Tabla 5

Características nutricionales de los sustitutos lácteos (base MS)

Nutrientes	Rango
Proteína, %	20 – 22
Grasa, %	14 - 20
Fibra cruda, %	<0.1 – 0.6
Lactosa, %	38 – 48
EM, Mcal/kg MS	3.8 – 4.6
Vitamina A, UI/kg	10000 – 50000
Vitamina D, UI/kg	2200 – 10000
Vitamina E, UI/kg	60 – 200

Fuente: Tomado de Garzón (2008).

2.2.5.4. Agua

El agua representa el 87.5% del peso vivo del ternero, este porcentaje puede descender hasta niveles de 76.6 % cuando se presentan diarreas (Phillips y Knox, 1969).

El agua es el único nutriente que se requiere en mayor cantidad por los animales. Alrededor del 60% del cuerpo está compuesto por agua. Los animales necesitan agua para la mayoría de las funciones metabólicas, termorregulación, movilización de los nutrientes en los tejidos del cuerpo, la eliminación de desechos metabólicos, producción de leche, para el crecimiento

y la reproducción. Para el crecimiento se necesita una gran cantidad de agua, ya que los músculos contienen 75% de agua.

Un animal bebe en promedio 4 veces tanta agua como la que consumen alimento. Este equilibrio puede verse afectada por varios factores, como el estado de salud, la edad, la nutrición y el medio ambiente. Los animales enfermos requieren más agua que los sanos. El aumento de la demanda de agua se da en animales que presentan fiebre o diarreas. (Vermeer, 2018; p.1)

Los animales lactantes también requieren agua, ya que a pesar que la leche contiene una gran cantidad de agua, deben tener libre acceso al agua potable. Las principales razones por la cual un ternero necesita agua son para hidratación principalmente en un lugar cálido e incrementar el consumo de alimento seco o concentrado. (Vermeer, 2018)

Besse (1987) y Vermeer (2018) nos sugiere, que si queremos realizar un destete precoz es vital suministrar agua a los terneros, ya que favorece el comienzo de la fermentación microbiana en el rumen durante los 28 días de vida, ya que es esencial para el desarrollo de la flora microbiana que requiere de un ambiente acuoso, de igual manera determina el cierre de la gotera esofágica lo que favorece al destete.

Vermeer (2018) también indica que a medida que un animal joven se desteta más temprano requiere adaptarse a una alimentación a base alimento seco tan rápido con sea posible, ya que, en caso contrario, los animales disminuirán el consumo de concentrado y también se afectara la digestión ruminal, indicando que la cantidad requerida es de 1 a 10 litros de agua. Según investigaciones realizadas, muestran que los terneros que consumen agua adicional en su dieta, ganan peso en menor tiempo. Se reportan ganancias adicionales en 2.5kg de peso vivo y un incremento del 19% más de consumo de concentrado iniciador en comparación a terneros que no se le ofreció agua hasta el primer mes de edad (Owen y Appleman, 1974), citado por (Ayala, 1990).

Según Torrery, (1997) suministrar agua a los terneros hasta el primer mes de edad, incrementa la ganancia de peso y el consumo de concentrado, además reduce la incidencia de diarreas; si se restringe el agua puede provocar la disminución del consumo de alimento, hay mayor retención de nitrógeno, perdida de nitrógeno mediante las heces y aumenta la eliminación de urea por la orina (Ávila, 1984).

Olcese, (1982); señala que las necesidades de agua están en función a la edad del animal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6

Consumo de agua en función a la edad

Edad	Litros /día
0-2m	2
3-4m	7
5-10m	16
11-16m	22
17m – al parto	38

Fuente: Tomado de Olcese (1982)

2.2.5.5. Alimento de inicio

Heinrich (1999), indica que la ingesta de alimento iniciador estimula el desarrollo de la población bacteriana en el rumen, siendo los granos los que favorecen su rápido crecimiento y permiten la producción de ácidos grasos volátiles, lo cual permite el desarrollo de las papilas ruminales; concluyendo que el consumo de alimento sólido o seco es un factor determinante en el desarrollo del ternero.

Gadner (1967), menciona que, si se incentiva el consumo de concentrado, no solo facilita un destete precoz sino también garantiza un correcto crecimiento del ternero, cuando el consumo de energía es limitado.

La calidad del alimento de inicio debe ser el principal indicador a considerar, considerándose un buen concentrado aquel que contiene granos toscamente molidos y un nivel de 5 a 8% de melaza, utilizado para hacer más apetecible por el ternero, aunque se ha obtenido una mayor eficiencia con las mezclas simples que con aquellas mezclas que contienen aditivos (Heinrich y Swartz, 1988).

Behnke (1992), menciona que al utilizar alimento peletizado tiene beneficios sobre el rendimiento del animal, esto se debe que al prensar el alimento se le agrega calor, lo cual permite la degradación de los almidones en azúcares y los vuelve más digeribles, y también el animal consume una mayor cantidad de alimento con un igual gasto energético, hay menor merma, disminuye la alimentación selectiva, mejora la densidad, es más manejable y además el tratamiento de calor al que es sometido el alimento destruye organismos dañinos.

Barrantes (2000), indica que al alimentar a los terneros lactantes con alimento peletizado, logró mayores consumos de alimento y mayor ganancia de peso que con los alimentos más groseros, observándose esto desde las primeras semanas de vida del ternero.

Miller (1989), menciona que el concentrado de inicio debe contener en MS, un mínimo de 16% de proteína, 80% de NDT, 0.60% de calcio y 0.42% de fósforo. Ávila (1984), señala que el consumo de alimento iniciador en los primeros días de vida es bajo (200g/d) pero aumenta gradualmente.

Según el National Research Council (1989), indica que un alimento iniciador debe contener 18% proteína, 80% de NDT, 0.60% de calcio y 0.40% de fósforo.

2.2.6. Sanidad

En una explotación lechera intensiva en la región costa, las enfermedades en los primeros meses de vida del ternero son muy importantes ya que en esta etapa ocurren mayores pérdidas, principalmente la incidencia de diarreas y neumonías.

Limitar la incidencia y gravedad de patologías que puedan afectar el crecimiento y desarrollo de las terneras, puede lograrse aplicando pautas de manejo, confort, detección y un tratamiento adecuado.

2.2.6.1. Diarrea

Anselmo (2002) indica que la diarrea en terneros recién nacidos es una enfermedad multifactorial compleja y puede presentarse a las 12 horas de nacido hasta los 35 días de vida.

Wattiaux (1998), señala que los signos clínicos que se presentan en casos de diarrea dependen del grado de severidad, como inapetencia o disminución del consumo de alimento, las heces son de consistencia aguada, presentan signos de deshidratación, las extremidades son frías al tacto, dificultad para levantarse y moverse, fiebre. También menciona que el incorrecto suministro de calostro ya sea por la baja cantidad y calidad de calostro, o el suministro tardío de este, debilita el sistema inmune de la ternera volviéndola más susceptible a desarrollar esta enfermedad, también se da por la alta exposición de la ternera en ambientes con alta carga bacteriana, estrés térmico, también se presenta diarrea nutritiva causada por factores nutricionales (sobre alimentación con sustitutos de leche o leche de mala calidad y por la composición inadecuada de los reemplazantes) que son menos severas y de bajo de mortalidad.

También hay otros factores que pueden aumentar el riesgo de diarrea, condiciones higiénicas subóptimas (mamas o alimentadores incorrectamente limpiados), alimentar con leche a temperaturas bajas, alimentar con leche procedente de una vaca con mastitis, cambios repentinos en la fuente de leche, tiempos de alimentación irregulares, preparación incorrecta del sustituto lácteo, suministrar una gran cantidad de leche de una sola vez.

Anselmo (2002), menciona que hay agentes etiológicos que se encuentran presentes dentro de poblaciones bovinas, pero solo bajo ciertas circunstancias pueden causar infecciones severas y producir lesiones y diarreas.

Wattiaux (1998), menciona que los principales organismos causantes de la diarrea son las bacterias (*E. coli*, salmonela, *Clostridium perfringens*), virus (rotavirus, coronavirus, adenovirus) y parásitos (criptosporidio, coccidio).

2.2.6.2. Neumonía

Batch et al. (1987), indica que la neumonía es una de las principales causas de mortalidad de terneros, debido a que se presentan repentinamente, además se puede asociar con otras enfermedades como la diarrea infecciosa. La neumonía se presenta entre los 40 y 50 días de vida, ya que en ese periodo la concentración de anticuerpos en la sangre que constituye la inmunidad pasiva disminuye, siendo el ternero más susceptible a desarrollar esta enfermedad. También hay otros factores que afectan la resistencia del ternero, la alimentación (grandes cantidades de leche o sustituto lácteo como elevada concentración de MS), instalaciones con camas húmedas, incorrecta ventilación o con alto contenido de amoníaco u otros gases que irritan los pulmones predisponiendo a sufrir esta enfermedad.

Wattiaux (1998), menciona que los signos clínicos que se observan son variables: descargas nasales, tos seca, respiración acelerada, disnea, fiebre y diarreas.

2.2.7. Crecimiento y Desarrollo

2.2.7.1. Peso y Tamaño

El peso y el tamaño, son los principales indicadores de crecimiento y desarrollo, también reflejan el estado nutricional del ternero, porque muy independiente del grado de deposición de grasa o crecimiento del esqueleto, siendo lo ideal un desarrollo coordinado para lo cual, la ganancia de peso y de tamaño son indicadores útiles. (Maynard et al, 1981).

Tabla 7

Peso y talla de terneras Holstein del nacimiento a los 4 meses de edad

Edad (meses)	Peso promedio (kg)	Talla promedio (cm)
0	42.2	60
1	63.11	75
2	83.99	85
3	109.87	90
4	135.29	97

Fuente. Adaptado de Hoffman (1997).

Según Almeyda (2000), se debe pesar y medir el tamaño de los terneros después del nacimiento y realizar mediciones periódicas posteriores hasta el destete, ya que, gracias al registro de los datos de ganancia de peso, consumo de concentrado y la apariencia externa del ternero se tomarán decisiones del destete. El mismo autor recomienda monitorear el ritmo de crecimiento posterior al destete.

2.2.8. Aspecto Económico de Recría

Según Bailey (1998), en todo proceso productivo, el manejo de un hato lechero está conformada por egresos o gastos realizados, siendo los principales gastos: costo de alimentación, mano de obra, gastos de ganado, sanidad, gastos de comercialización, mantenimiento, generales y administrativos, para lo cual se clasifica en costos directos e indirectos.

Garzón (2007), indica que elegir entre utilizar leche entera o un sustituto en un sistema de producción es muy importante. Para ello se debe tener en cuenta que al usar un sustituto lácteo disminuye el costo de alimentación en unas 4 veces.

2.3. Definiciones de términos básicos

- **Ácidos grasos volátiles.** Subgrupo de ácidos grasos con cadenas carbonadas de menos de seis carbonos.
- **Albúmina.** Es una proteína que se encuentra en gran proporción en el plasma sanguíneo, siendo la principal proteína de la sangre. Se sintetiza en el hígado.
- **Caseína.** Es una proteína de la leche del tipo fosfoproteína que se separa de la leche por acidificación y forma una masa blanca. Las caseínas son las principales proteínas de la leche. Se sintetizan exclusivamente en la glándula mamaria, y en la leche se encuentran en su mayor parte formando agregados multimoleculares conocidos como “micelas de caseína”.
- **Crecimiento.** Aumento del tamaño o peso, producto del incremento de tejidos similares en constituciones originales, esta puede darse por hipertrofia o hiperplasia, el crecimiento muscular propiamente se debe a una hipertrofia muscular, ya que se nace con un número de miocitos musculares lo cual supone un aumento de tamaño de las fibras musculares y por lo tanto del músculo y a la hiperplasia aumentando de tamaño de un órgano o de un tejido, debido a que sus células han aumentado en número.

- **Escotadura reticular.** Estructura anatómica de los terneros, corderos, cabritos u otras especies de rumiantes, cuya máxima funcionalidad se manifiesta en la etapa de lactante (Orlando, 2012).
- **Fermentación ruminal.** Es la actividad metabólica de los microorganismos (M.O.) presentes en el rumen.
- **Inmunoglobulina.** Glicoproteínas que actúan como anticuerpos.
- **Morbilidad.** Proporción de animales que enferman en un sitio y tiempo determinado.
- **Paracaseinato.** Resultado de la acción del enzima sobre la caseína y el calcio disuelto en la leche, comúnmente llamado cuajo.
- **Pepsina.** Es una poderosa enzima presente en el jugo gástrico que ayuda en la digestión de las proteínas. Se trata en realidad de una endopeptidasa cuya tarea principal es desintegrar las proteínas alimenticias en pequeñas partes conocidas como péptidos, las cuales son absorbidas luego por el intestino o degradadas por enzimas pancreáticas.
- **Renina.** También llamada angiotensinogenasa, es una proteína (enzima) secretada por las células yuxtglomerulares del riñón.
- **Solubilidad.** Es la capacidad de una sustancia de disolverse en otra llamada solvente.
- **Sustituto lácteo.** son productos que simulan la leche de vaca.

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis general

El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* influye en los índices de crecimiento.

- **Ho:** El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* no influye en los índices de crecimiento.
- **Ha:** El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* influye en los índices de crecimiento.

2.4.2. Hipótesis específicas

- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* influye sobre el peso vivo, en el Establo Piamonte S.A.C.
- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* influye sobre el tamaño, en el Establo Piamonte S.A.C.
- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes *Holstein* influye sobre el consumo de concentrado, en el Establo Piamonte S.A.C.

- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes Holstein influye sobre el consumo de agua, en el Establo Piamonte S.A.C.
- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes Holstein influye sobre el índice de conversión alimenticia, en el Establo Piamonte S.A.C.
- El suministro de sustitutos lácteos en terneras lactantes Holstein influye sobre el costo de crianza, en el Establo Piamonte S.A.C.

2.5. Operacionalización de las variables

Tabla 8

Operacionalización de las variables

Variable	Función	Tipo de variable	Indicador	Índice
X: Leche:	Independiente	Cuantitativa continua	Cantidad de líquido	1
X ₁ : Leche entera				
X ₂ : Sustituto lácteo A				
X ₃ : Sustituto lácteo B				
Y: Crecimiento en la cría	Dependiente	Cuantitativa continua	Peso vivo	kg
Y ₁ : Peso vivo al destete			Altura	cm
Y ₂ : Tamaño al destete			Cantidad de alimento	kg
Y ₃ : Consumo de concentrado al destete			Cantidad de agua	l
Y ₄ : Consumo de agua al destete			Ganancia de peso	kg
Y ₅ : Índice de Conversión alimenticia al destete			Consumo/peso	kg/kg
Y ₆ : Costos de crianza al destete			Costo	\$

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Gestión del experimento

El presente estudio formo parte de un convenio entre Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión y el ESTABLO PIAMONTE S.A.C. y correspondió a la evaluación y discusión de los resultados de un proyecto sobre el uso de sustitutos lácteos en la crianza de terneras lactantes Holstein.

3.1.1. Ubicación

El presente trabajo se realizó en las instalaciones del Establo Piamonte S.A.C, Pampa de Jopto, Sector Guayabal, distrito de Santa María, Huacho (Alt. Km. 152 Pan. Norte/de Av. Perú 3 Km. aprox). Ubicación geográfica UTM 18 L 220758 este – 8774518 norte a una altura de 124 m.s.n.m.

3.1.2. Características del área experimental

El área experimental en el mes de abril al inicio del proyecto tuvo un registro de temperatura y humedad relativa (HR) promedio al día de 24.2 °C y 67.9% y en el mes de octubre, se tuvo un registro de temperatura y HR promedio al día fue 22.4 °C y 70.6%.

3.1.3. Tratamientos

Para el estudio se consideró un periodo de adaptación de 3 días en que las terneras dispusieron de calostro como único alimento.

Las terneras se asignaron al azar a los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1 (T₁): 30 terneras alimentadas con leche entera – Control.
- Tratamiento 2 (T₂): 30 terneras alimentadas con sustituto lácteo A.
- Tratamiento 3 (T₃): 30 terneras alimentadas con sustituto lácteo B.

Tabla 9

Composición nutricional del sustituto lácteo A

Análisis Típico	
Humedad	3.5%
Ceniza cruda	8.2%
Proteína Cruda	22.0%
Grasa Cruda	18.0%
Fibra Cruda	0.0%
Lisina	2.2%
Metionina	0.7%
Calcio	0.8%
Fósforo	0.6%
Composición	
Productos lácteos	
Aceite vegetal (palma/coco)	
Vitaminas y minerales	
Probióticos (<i>Bacillus licheniformis</i> DSM 5749 y <i>Bacillus subtilis</i> DSM 5750)	
Aminoácidos sintéticos	
Acidificantes	
Agentes antiaglomerantes	
Saborizante	

Fuente. Tomado de <http://www.joosten.nl>

Tabla 10

Composición nutricional del sustituto lácteo B

Constituyentes analíticos		
Proteína cruda	mín.23.0%	máx.25.0%
Grasa cruda	mín.19.0%	máx.21.0%
Ceniza cruda	mín.7.0%	máx.9.0%
Fibra cruda	mín.0.0%	máx.0.3%
Composición		
Suero de leche en polvo		
Aceite vegetal (palma/coco 60/40)		
Concentrado proteico de suero de leche		
Leche en polvo		
Proteína de trigo concentrado (Hidrolizada)		
Premezcla		

Fuente. Tomado de <http://www.nukamel.com/animals/calves/products/nukamel-yellow>

3.1.4. Diseño experimental

Los datos se analizaron mediante el diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y 30 unidades experimentales por tratamiento. El peso vivo y tamaño al destete se analizó estadísticamente mediante el análisis de covarianza, considerando el peso vivo y tamaño al nacimiento como la covarianza. Las demás variables respuestas se analizaron mediante el DCA.

El modelo estadístico será:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la observación del i-ésimo tratamiento en la repetición j-ésima.

μ = media general.

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento (dieta líquida).

E_{ij} = error aleatorio.

3.1.5. Variables a evaluar

Variables Independientes (X)

X1: Suministro de leche entera

X2: Suministro de sustituto lácteo A.

X3: Suministro de sustituto lácteo B.

Variables Dependientes (Y)

Y1: Peso vivo al destete.

Y2: Tamaño al destete

Y3: Consumo de concentrado

Y4: Consumo de agua

Y5: Índice de conversión alimenticia

Y6: Costos de crianza

3.1.6. Conducción del experimento

Valor nutritivo de los alimentos: Antes de dar inicio el experimento, se tomaron muestras de los insumos para el análisis respectivo. El análisis se realizó en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la UNALM. Los resultados de los análisis de composición nutricional se presentan en la tabla 11.

Tabla 11

Valores nutritivos de los alimentos.

Muestra	Sustituto A	Sustituto B	Pelletizado
Humedad, %	4.90	4.72	10.35
Proteína Total (n x 6.25), %	21.09	22.97	19.00
Grasa, %	2.12	7.29	4.16
Fibra, %	2.47	3.28	5.96
Ceniza, %	7.89	5.89	5.12
ELN ¹ , %	61.53	55.85	55.41
EN _L ² , Mcal/kg MS	2.0578	1.0318	1.8997

¹ ELN = Extracto libre de nitrógeno. ² EN_L = Energía neta de lactación

Para determinar el contenido de MS de la leche entera de vaca Holstein, se utilizó el contenido de sólidos totales (12.5%) que se presentan en la tabla 12.

Tabla 12

Composición nutricional de la leche de vaca Holstein

Componentes	Valores
Grasas, %	3.5 - 4
Proteína, %	3.5
Lactosa, %	5
Ceniza, %	0.5- 1
Solidos totales, %	12.5- 13.5

Fuente. FAO, (2022) y IFAPA, (2020)

La etapa de campo duró 25 semanas, iniciando en el mes de abril y culminando fines del mes de octubre.

Se utilizaron 90 terneras Holstein recién nacidas, que se fueron asignando, a un diseño completamente al azar de tres tratamientos con 30 unidades experimentales cada uno. Las terneras recién nacidas fueron llevadas del corral de paridas al área de terneraje. En este momento se realiza el primer pesaje y medición de tamaño. En el área de terneraje del establo se le desinfectó el cordón umbilical con tintura de yodo al 10%, se le suministró calostro (10% de peso vivo) en mamilas, en la primera toma, dentro de las primeras 6 horas y en las siguientes tomas se le ofreció 2 litros por turnos, con un periodo de consumo de calostro de 3 días.

Las terneras fueron distribuidas en cunas individuales de madera con piso de arena previamente desinfectadas, provistas de comederos para el concentrado iniciador y bebederos para la leche/sustituto y agua. En esta instalación se mantuvieron hasta cumplir el mes y posteriormente fueron llevados a cunas de piso de cemento hasta cumplir los 63 días de vida.

Identificación: Los animales se identificaron individualmente en cartillas y para la identificación de tratamiento se escribió el código de la ternera en la cuna con tizas de colores según cada tratamiento. En la ficha o cartilla individual por ternera se colocó los siguientes datos: código de la ternera, código de la madre, fecha de nacimiento, tipo de parto.

Alimentación base: La alimentación láctea a partir del cuarto día de vida consistió en 6 litros/día de sustituto lácteo / leche hasta la cuarta semana y 8 litros/día desde el día 29 hasta la octava semana, en la última semana se realizó un destete gradual de una reducción de medio litro por día, como se observa en la Tabla 12.

Preparación del sustituto lácteo: Para preparar 1L de sustituto lácteo de una ternera, se diluye 145 gramos de sustituto en polvo en 0.64 litros de agua a 50 °C, y se mezcla con 0.21 litros de agua fría para que al momento de suministrarse se encuentre en 40 °C aproximadamente. Para la preparación correcta se utilizó un termómetro digital manual. Se administró la mitad del total de litros/día en la mañana y la otra mitad en la tarde.

Además, se ofreció una ración base consistente en concentrado iniciador peletizado y agua a libre disposición a partir del día 4 de vida de la ternera. Las terneras se destetaron a los 63 días de edad y fueron llevados a corrales colectivas.

Tabla 13

Programa restringido diario de alimentación

Semana 1 ^{ra} a 4 ^{ta}	Semana 5 ^{ta} a 8 ^{va}	9 ^{na} semana (días)						
(Día 4 - día 28)	(Día 29 - día 56)	57	58	59	60	61	62	63
6 litros/ día	8 litros/ día	7 L	6L	5L	4L	3L	2L	1L

Fuente: Elaboración propia

Sanidad: las terneras recibieron al primer mes la vacuna CATTLEMASTER® 4 para la prevención de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina causada por el Virus de la Rinotraqueítis Infecciosa Bovina (IBR), la Diarrea Viral Bovina causada por la Virus de la Diarrea Viral Bovina (BVD) tipo 1, la enfermedad causada por el Virus de la Parainfluenza3 (PI3) y el

Virus Sincitial Respiratorio del Bovino (BRSV). Posteriormente recibieron aproximadamente previo al destete la vacuna bacteriana ULTRACHOICE® 8 que es un toxoide que contiene antígenos clostridiales para ayudar a proteger a la ternera del patógeno Clostridium.

Mediciones:

a. Medición de peso y tamaño

El peso vivo y el tamaño se realizaron controles al nacimiento, y semanalmente hasta el destete, se pesaron con una balanza electrónica de capacidad de 1.0 t, con un indicador de peso modelo 315 PlusLCD, para efectos del pesado de los animales. Para la medición del tamaño de las terneras se utilizó un tallador de madera con unidad en centímetros, a la altura de la cruz.

b. Consumo de alimento y de agua

La medición del consumo de alimento se realizó en un solo turno, todas las mañanas a las 5 a.m. y la medición del consumo de agua se realizó en dos turnos: a las 5 a.m. y 1 p.m. registrado en un formato propio. Se realizaron las mediciones con una balanza gramera digital CAMRY de capacidad máxima de 5 kg para el determinar el consumo del alimento iniciador y una balanza análoga KAMBOR de capacidad de 20 kg que permitió el pesaje del sustituto lácteo a preparar.

Para el consumo de agua y leche se utilizó jarras medidoras de capacidad de un litro. El agua previamente a ser suministrado a las terneras era tratado con Aquazix® Plus, que es un biocida que higieniza completamente el agua frente a bacterias, virus, hongos, esporas, protozoos y es 100% biodegradable. Se realizó el tratamiento en un cilindro de una capacidad de 200 L. Para determinar el consumo se mide el contenido residual de agua con las jarras medidoras previó al inicio del siguiente turno de suministro de leche.

$$\text{Consumo} = \text{alimento ofrecido} - \text{alimento residual}$$

c. Morbilidad y mortalidad

Se utilizó los registros diarios del área de terneros, evaluados por el personal veterinario de la empresa.

3.2. Técnicas para el procesamiento de la información

a. Peso y tamaño

El primer pesaje y toma de medida del tamaño de las terneras se realizó al momento del nacimiento, al inicio del tratamiento y las siguientes mediciones se efectuaron semanalmente

hasta el momento del destete. Fueron registradas en campo en un registro manual, y luego fueron procesadas en el programa de EXCEL.

b. Consumo de alimento y de agua

La toma de datos se realizó diariamente en las primeras horas del día para el caso del alimento, y en caso del agua se realizó en dos turnos (5 am y 1 pm), registrando el consumo completo del día anterior. Los datos se recolectaron diariamente y se almacenaron en una base de datos en el programa EXCEL. La evaluación de los datos se realizó de forma individual para reajustar su consumo de acuerdo al estado de las terneras.

Para la determinación de la calidad de nutrientes los alimentos (sustitutos lácteos) y pellet PURINA, se tomó una muestra representativa para su respectivo análisis en el laboratorio (Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos – LENA de la UNALM).

Tabla 14

Métodos analíticos utilizados para la evaluación de los alimentos:

Determinación	Método
a. Humedad, %	*AOAC (2005), 950.46
b. Proteína Total, %	*AOAC (2005), 984.13
c. Grasa, %	*AOAC (2005), 2003.05
d. Fibra, %	*AOAC (2005), 962.09
e. Ceniza, %	*AOAC (2005), 942.05

*Association of Official Analytical Chemists.

c. Índice de Conversión Alimenticia

Para determinar el ICA se ha realizado los siguientes cálculos. El consumo de alimento en base materia seca (kg) es determinada con el consumo de alimento líquido (leche o sustituto lácteo) más alimento iniciador (pellet).

– Determinación del consumo de alimento líquido

Leche entera, se tomó el contenido de sólidos totales estándar de vacas Holstein (12.5%) como equivalente al contenido de materia seca de la leche.

$$\text{Consumo de leche (kg), MS} = \text{litros totales consumidos} * 12.5\%$$

Sustitutos lácteo A, se utilizó el contenido de humedad (4.9%) para hallar el contenido de MS.

$$\text{MS, \%} = 100\% - \text{humedad\%}$$

Obteniendo 95.10% de contenido de MS del sustituto A, se multiplica a los kg de producto utilizado para la preparación del sustituto lácteo que es 0.145 kg.

$$\text{Consumo de sustituto A (kg), MS} = 0.145 \text{ kg} * 95.10\%$$

Obteniendo 0.1379 kg de sustituto utilizado para obtener 1 litro de sustituto lácteo, con este dato se multiplica por consumo total en litros del sustituto A.

$$\text{Consumo de sustituto A (kg), MS} = \text{litros total consumido} * 0.1379 \text{ kg}$$

Sustitutos lácteo B, se utilizó el contenido de humedad (4.72%) para hallar el contenido de MS.

$$\text{MS, \%} = 100\% - \text{humedad\%}$$

Obteniendo 95.28% de contenido de MS del sustituto B, se multiplica por los kg de producto utilizado para la preparación del sustituto lácteo que es 0.135kg.

$$\text{Consumo de sustituto B (kg), MS} = 0.145 \text{ kg} * 95.28\%$$

Obteniendo 0.1382 kg de sustituto utilizado para obtener 1 litro de alimento líquido, con este dato se multiplica por consumo total en litros del sustituto B.

$$\text{Consumo de sustituto B (kg), MS} = \text{litros total consumido} * 0.1382 \text{ g}$$

– **Determinación del consumo de alimento iniciador**

Se utilizó el contenido de humedad del alimento en pellet, para determinar el contenido de MS.

$$\text{MS, \%} = 100\% - \text{humedad\%}$$

Luego se obtuvo 89.65% de contenido de MS del alimento iniciador pelletizado, después se procede a multiplicar el dato obtenido por el consumo total de alimento.

$$\text{Consumo de alimento iniciador (kg), MS} = \text{kg total consumido} * 89.65\%$$

Posterior a hallar el consumo en base seca del alimento líquido (kg) y consumo de alimento iniciador peletizado en base seca, se procede a sumar ambos datos según el tratamiento correspondiente.

– **Determinación del índice de conversión alimenticia (ICA)**

Con los datos determinados se calculó el ICA con la siguiente fórmula:

$$I. C. A. = \frac{\text{consumo total de alimento}}{\text{ganancia de peso total}}$$

d. Costos en la crianza

Para el **costo total**, se tuvo en cuenta el precio del alimento (leche/ sustituto lácteo por litro y el precio por kg de alimento iniciador) y los consumos respectivos durante toda la lactación hasta el destete.

Para el **costo por kg ganado**, se tuvo en cuenta el precio del alimento (leche/sustituto lácteo más concentrado) y el índice de conversión alimenticia por tratamiento.

e. Morbilidad y mortalidad

Se llevaron registros diarios de animales enfermos y muertos, siendo las principales afecciones diarreas y neumonías, midiéndose en la cantidad de días que permanecen los animales con el problema.

Procesamiento de datos

Para el procesamiento diario de los datos se utilizó el software Microsoft Excel y los datos obtenidos de las evaluaciones realizadas en el experimento, se analizaron las medias acompañadas de una medida de dispersión (Error estándar, SE) y la suma de cuadrados empleando el diseño completamente al azar (DCA), utilizando el programa estadístico MINITAB y para la comparación de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al nivel de $\alpha = 0,05$ previamente se aplicará el análisis de covarianza (ANCOVA) para determinar el efecto del peso y tamaño al nacimiento de la ternera sobre las variables de peso y tamaño al destete.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Influencia del tipo de alimentación líquida sobre los índices de crecimiento en terneras lactantes Holstein

Las medias ajustadas del peso vivo al destete y tamaño al destete y, las medias del consumo de alimento, consumo de agua y la ganancia de peso total de las terneras, según el tratamiento, se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15

Medias y error estándar de los índices de crecimiento en terneras lactantes Holstein según tratamiento.

Variables	T ₁	T ₂	T ₃	
	Media ± Error estándar			
Peso vivo al destete, kg	86.29 ± 1.18 ^b	85.27 ± 1.20 ^b	91.60 ± 1.18 ^a	(p<0.05)
Tamaño al destete, cm	92.99 ± 0.484 ^a	92.27 ± 0.496 ^a	92.46 ± 0.492 ^a	N.S.
Consumo de alimento, kg	15.43 ± 1.35 ^b	24.84 ± 1.85 ^a	26.44 ± 2.03 ^a	(p<0.01)
Consumo de agua, l	77.40 ± 5.88 ^b	84.40 ± 5.61 ^b	134.30 ± 7.66 ^a	(p<0.01)
Ganancia de peso total, kg	45.64 ± 1.18 ^b	44.82 ± 1.20 ^b	51.24 ± 1.18 ^a	(p<0.01)

Nota. ^{a,b,c} = superíndices diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas. Tratamientos; T₁ = leche, T₂ = sustituto A; T₃ = sustituto B.

4.1.1 Peso al destete

En la tabla 15, se muestra el promedio del peso vivo al destete de las terneras por tratamiento encontrándose diferencias significativas (p<0.05). En la figura 1, se observa que el peso vivo al destete fue mayor en las terneras alimentadas con el sustituto lácteo B, en comparación con las terneras alimentadas con leche y sustituto A.

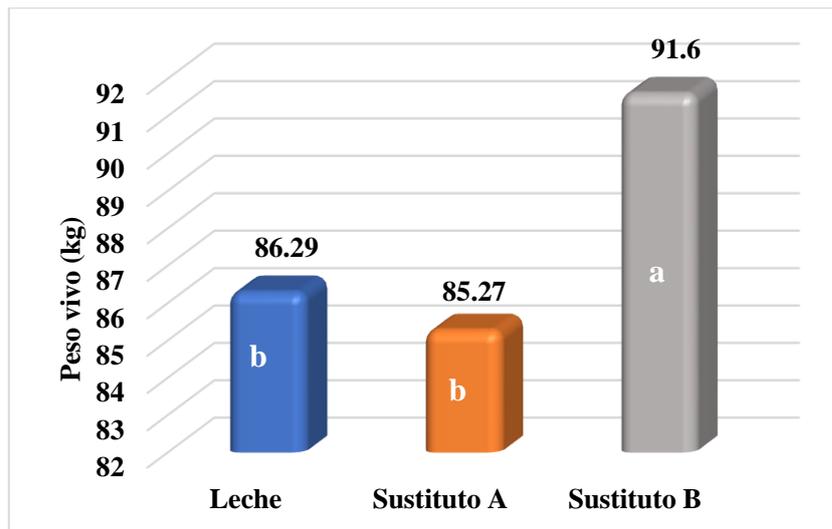


Figura 1. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el peso al destete en terneras lactantes.

4.1.2 Tamaño al destete

En la tabla 15, muestra el promedio del tamaño al destete de las terneras, donde no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$). En la figura 2 se observa el tamaño al destete similar de las terneras por tratamientos.

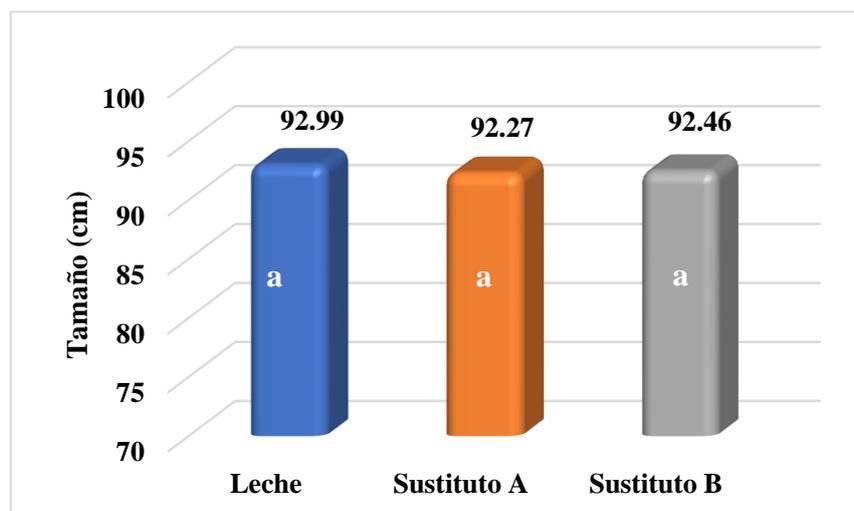


Figura 2. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el tamaño al destete en terneras lactantes.

La figura 3 muestra la evolución del peso vivo de las terneras; donde se observa que el peso al nacimiento es similar entre los tratamientos, a los 21 días el peso vivo de las terneras del T₁ fueron mayores, pero en las siguientes fases de crecimiento las terneras del T₃ muestran tendencias alcanzar mayores pesos; mientras en la figura 4 muestra la evolución del tamaño de las terneras similar entre los tratamientos.

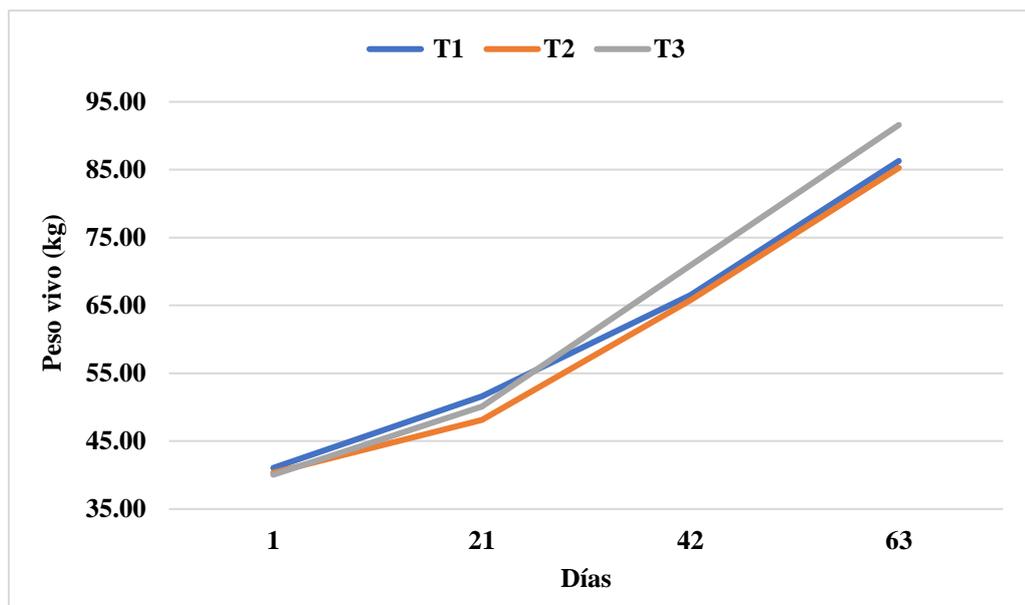


Figura 3. Evolución de peso vivo según la edad de las terneras.

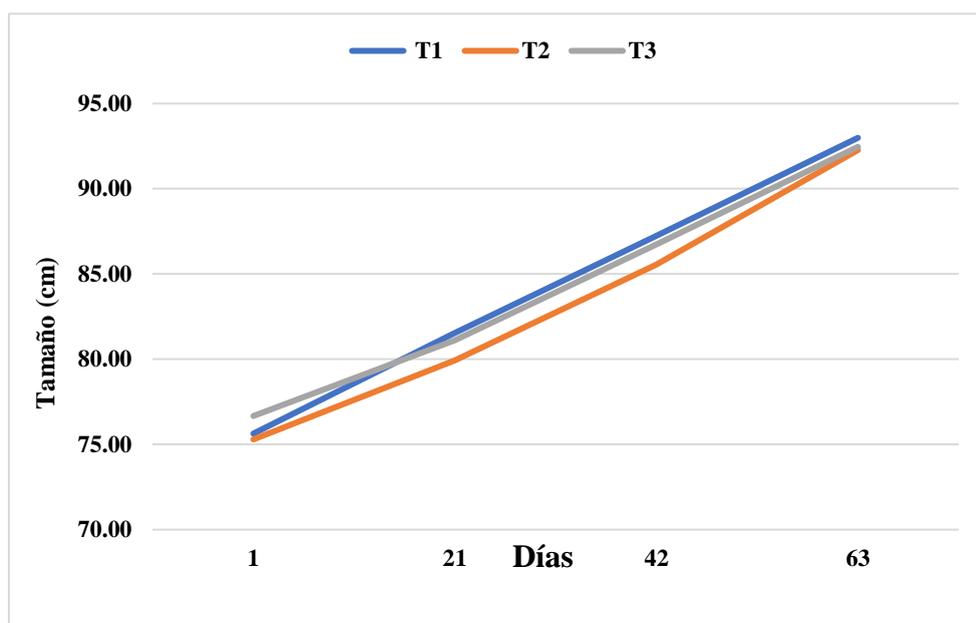


Figura 4. Evolución del tamaño según la edad de las terneras.

4.1.3 Consumo de alimento total

En la tabla 15, se muestra el promedio del consumo de alimento total de las terneras por tratamiento, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$). En la figura 5 se observa que el consumo de alimento iniciador total fue significativo en las terneras alimentadas con sustituto lácteo, en comparación con el promedio del consumo de alimento de las terneras alimentadas con leche entera.

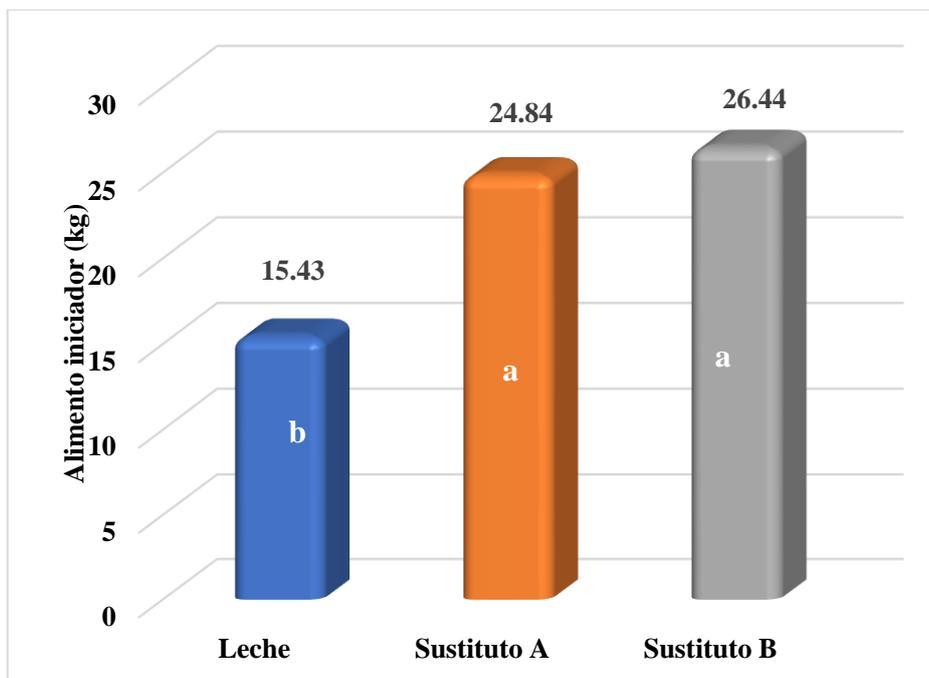


Figura 5. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el consumo de alimento en terneras.

4.1.4 Consumo de agua

En la tabla 15, se muestra el promedio del consumo de agua, mostrando diferencias estadísticas significativa ($p < 0.01$). En la figura 6, se observa que el consumo de agua de las terneras lactantes alimentadas con el sustituto B fue mayor en comparación con los otros tratamientos.

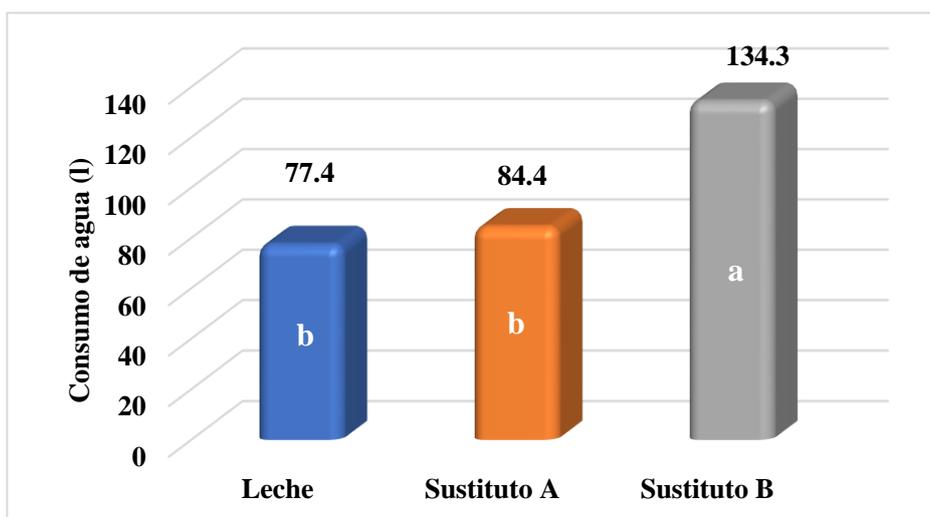


Figura 6. Efecto del uso de sustituto lácteo sobre el consumo de agua en terneras lactantes.

En la figura 7, se observa que el consumo de alimento iniciador en la fase inicial fue mayor en el T₃ y T₂, manteniendo en las siguientes fases de crecimiento la tendencia a mayores consumos de alimento iniciador en las terneras alimentadas con sustitutos lácteos. Asimismo, en la figura 8 se observa que, al inicio de la investigación hay un mayor consumo de agua en las terneras alimentadas con sustitutos lácteos en comparación con las terneras alimentadas con leche, a los 42 días se observa tendencias a mayores consumos de agua en el T₃ que se mantendrá hasta siguientes fases de crecimiento de las terneras, mientras que el consumo de agua en los otros tratamientos fue similar.

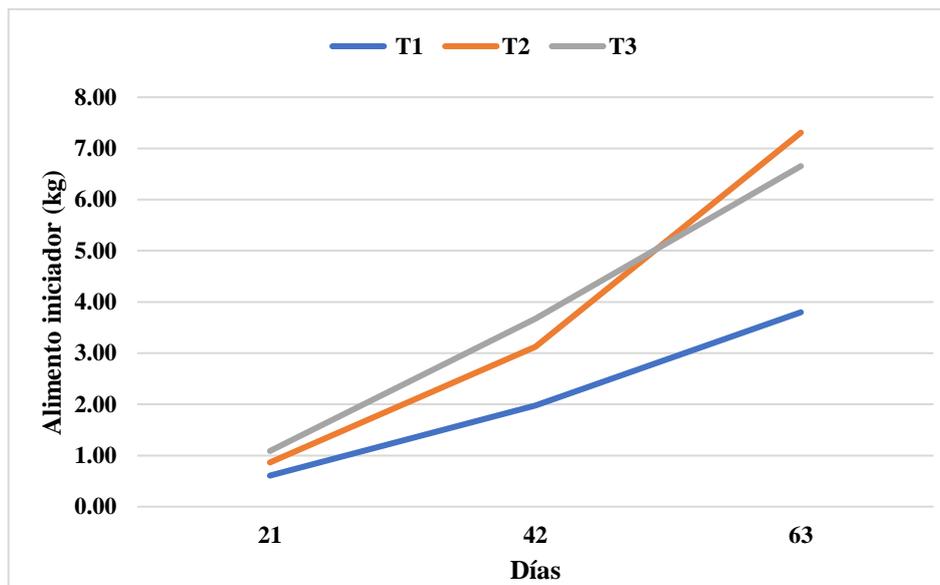


Figura 7. Consumo de alimento iniciador según la edad de las terneras.

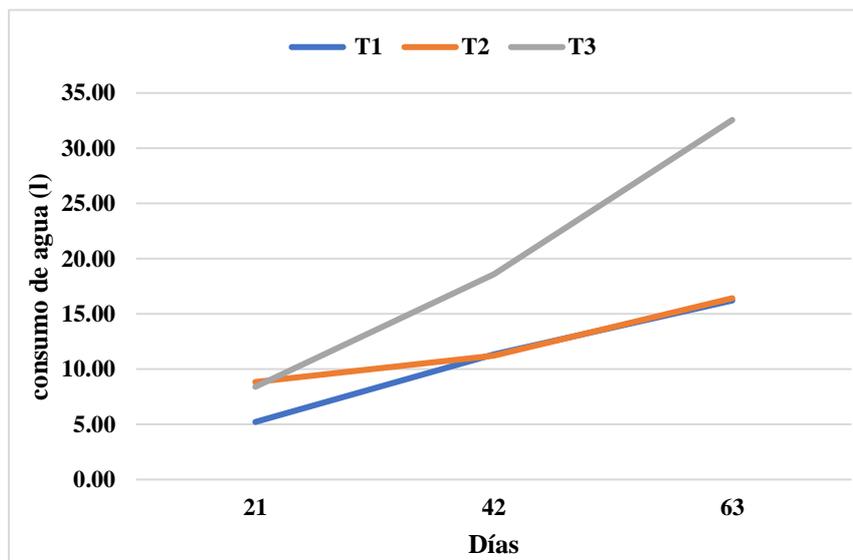


Figura 8. Consumo de agua según la edad de las terneras.

4.1.5 Ganancia de peso

Como muestra la figura 9, las terneras alimentadas con el sustituto B registraron la mayor ganancia de peso al finalizar el trabajo de investigación. Los promedios de ganancia de peso de las terneras alimentadas con leche y sustituto A fueron similares entre sí y menores con respecto al otro tratamiento, encontrándose diferencias estadísticas significativa ($p < 0.01$).

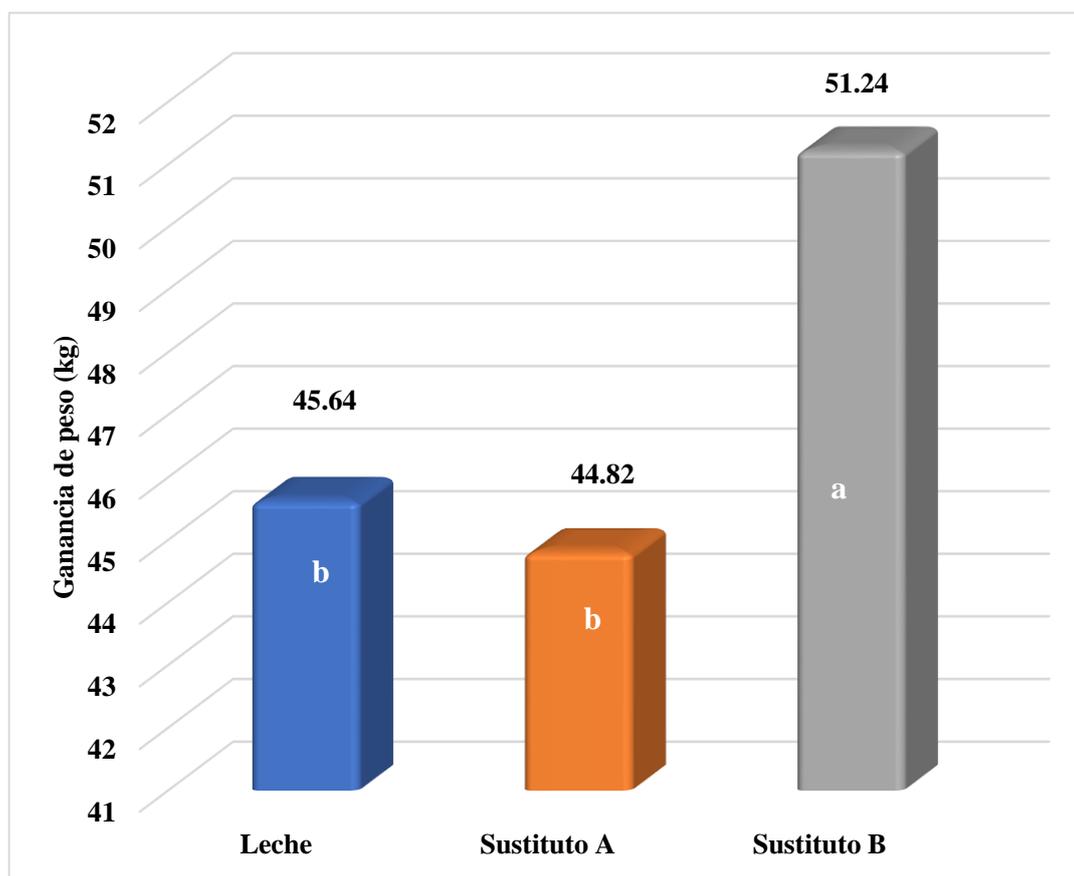


Figura 9. Influencia del uso de sustituto lácteo sobre la ganancia de peso en terneras lactantes.

En la Figura 10 se observa la evolución de la ganancia de peso, desde la primera semana hasta la tercera, la ganancia de peso de las terneras del T₂ fue menor, a partir de la quinta semana se obtienen mayores ganancias en las terneras alimentadas con sustitutos lácteos, pero se mantiene esta ganancia hasta el destete, sin embargo, en las terneras alimentadas con leche pasa lo contrario ya que presentan mayores ganancias de peso superando a la de los otros tratamientos en la novena semana.

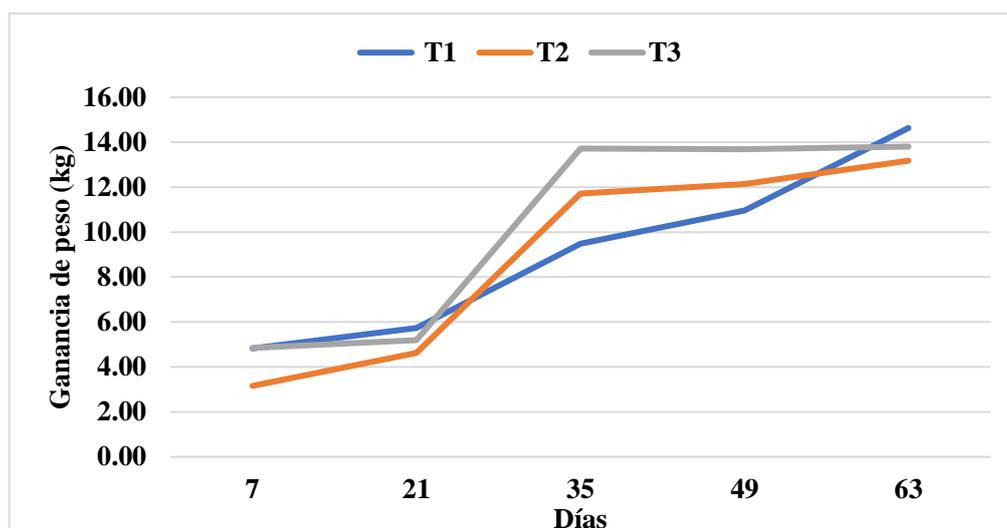


Figura 10. Evolución de la ganancia de peso según la edad de las terneras.

Tabla 16

Promedios de consumo de leche, alimento iniciador, ganancia de peso diario, relación entre peso destete y nacimiento y aumento de tamaño de las terneras Holstein por tratamiento.

Variables	T ₁	T ₂	T ₃	
	Media ± Error estándar			
Consumo de leche, l/d	6.61± 0.009 ^a	6.58±0.016 ^a	6.61± 0.014 ^a	N.S.
Consumo de alimento iniciador, kg/d	0.262± 0.023 ^b	0.421± 0.031 ^a	0.448 ± 0.034 ^a	(p<0.01)
Ganancia de peso día, kg/d	0.724± 0.022 ^b	0.711± 0.018 ^b	0.813± 0.016 ^a	(p<0.01)
Relación peso destete/nacimiento	2.12± 0.039 ^b	2.11± 0.032 ^b	2.28± 0.031 ^a	(p<0.01)
Aumento de tamaño, cm	17.2 ± 0.420 ^a	16.6 ± 0.650 ^a	16.3 ± 0.432 ^a	N.S.

Nota. ^{a,b,c} = superíndices diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas. Tratamiento; T₁ = leche, T₂ = sustituto A; T₃ = sustituto B.

El promedio diario de consumo de leche y el aumento de tamaño fue estadísticamente similar en los tres tratamientos ($p>0.05$), mientras que el consumo de alimento iniciador fue mayor en los terneros alimentados con sustitutos lácteos ($p<0.01$), y se obtuvo mayor ganancia de peso al día al igual que una mejor relación peso destete/nacimiento en las terneras alimentadas con el sustituto lácteo B ($p<0.01$).

Tabla 17

Consumo de alimento (alimento líquido más alimento iniciador, en base seca), ganancia de peso total y conversión alimenticia de las terneras Holstein por tratamiento.

Variables	T ₁	T ₂	T ₃	
	Media ± Error estándar			
Consumo de alimento, kg	63.41 ± 1.23 ^b	76.86 ± 1.67 ^a	78.52 ± 1.85 ^a	($p<0.01$)
Ganancia de peso total, kg	43.89 ± 1.38 ^b	42.43 ± 1.07 ^b	48.72 ± 1.01 ^a	($p<0.01$)
ICA, kg/kg	1.41 ± 0.04 ^c	1.72 ± 0.03 ^a	1.54 ± 0.03 ^b	($p<0.01$)

Nota: ^{a,b,c} = Superíndices diferentes en la misma fila, indican diferencias significativas. Tratamientos; T₁ = leche, T₂ = sustituto A; T₃ = sustituto B; ICA = Índice de conversión alimenticia.

En el consumo de alimento (alimento líquido más alimento iniciador) en base materia seca total y la ganancia de peso total se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p<0.01$), siendo las terneras alimentadas con sustitutos lácteos las que tuvieron un mayor consumo de alimento en comparación con las alimentadas con leche entera, y en cuanto a la ganancia de peso, el T₃ fue superior en comparación con los otros tratamientos, sin embargo, el índice de conversión alimenticia más eficiente estadísticamente se obtuvo con terneras alimentadas con leche entera ($p<0.01$).

4.2 Costo en la crianza

Estos datos descriptivos, muestran en cuanto al costo total por ternera, se obtuvo un menor costo en las terneras alimentadas con el sustituto lácteo A en comparación con los otros dos tratamientos.

Tabla 18

Costo de cada tratamiento utilizado por ternera

Tratamientos	Lácteos	Alimento iniciador	Costo total (\$)
Leche entera	396.60	15.43	134.94
Sustituto A	57.40**	24.84	123.12
Sustituto B	57.53**	26.44	161.03

Nota. Costo de alimento concentrado iniciador = \$ 0.52/ kg; leche entera = \$ 0.32/litro; Sustituto A = \$ 1.92/kg; Sustituto B = \$ 2.56/kg. **En el caso de los sustitutos lácteos se ha considerado solamente la cantidad de sustituto consumido x 0.145 kg de producto usado.

Tabla 19

Costo de alimento (concentrado + leche) por kilogramo de ganancia de peso vivo

Tratamientos	Costo (\$)
Leche entera	2.96
Sustituto A	2.75
Sustituto B	3.14

En cuanto al costo por kg ganado, las terneras alimentadas con leche y el sustituto A fueron más eficientes, ya que necesitan \$ 2.96 y 2.75 para ganar un kg de peso vivo, en comparación con las terneras alimentadas con sustituto B que requieren más de \$ 3.00 para obtener un kg de peso vivo.

4.3 Morbilidad y mortalidad

En el siguiente cuadro se muestra el registro de animales enfermos y sanos, con su respectivo porcentaje, como se observa en los tres tratamientos hubo una alta incidencia de terneros enfermos con diarrea y solo en el tratamiento 1 se registró dos casos de neumonía.

Tabla 20

Registro de animales saludables y enfermos por tratamientos.

Tratamiento	Animales sanos (%)	Diarrea	Duración (días)	Neumonía	Duración (días)	Total (%)
Tratamiento 1	4 (13%)	25*	2.3	2*	3	26 (87%)
Tratamiento 2	5 (17%)	25	3.6	0		25 (83%)
Tratamiento 3	15 (50%)	15	2.5	0		15(50%)

Nota. *En el tratamiento 1 se registró a la misma ternera en animales enfermos dos veces ya que presentó tanto diarrea como neumonía.

Se registró una ternera muerta del T₂, la causa de muerte fue ahorcamiento en la cuna de cemento a la sexta semana.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1 Peso vivo al destete

Saucedo et al. (2005) compararon dos sustitutos de leche en la crianza de becerras Holstein, encontrando diferencias estadísticas en el peso vivo. Estos autores reportan mayor peso vivo promedio a los 60 días en las terneras alimentadas con leche, 62.29 kg, en comparación con las terneras alimentadas con sustituto lácteos, grupo B (53.13 kg) y grupo C (57.57 kg).

Araujo & Barberena (2017), evaluaron dos sistemas de crianza, el sistema intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con sustituto lácteo, donde encontraron diferencias significativas entre tratamientos, obteniendo un mayor peso vivo y ganancia diaria de peso con el sistema intensivo sobre el convencional siendo los resultados 72.90 y 0.62 kg y 58.80 y 0.44 kg, respectivamente.

Dong et al. (2007) investigó métodos de alimentación y asignación de espacio en el crecimiento, comportamientos individuales y sociales en terneros Holstein, no encontró diferencias estadísticas para las variables de peso vivo y ganancia diaria promedio. Estos autores reportan 71.10 kg y 0.55kg de peso corporal y ganancia de peso promedio, respectivamente, en terneras alimentadas con sustituto lácteo hasta los 56 días de edad

El efecto de los tratamientos sobre el peso vivo final y ganancia de peso en el presente estudio difieren a los reportados por los autores anteriormente mencionados, ya que si se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.05$), reportando mayor peso vivo y ganancia de peso al destete en terneras alimentadas con el sustituto lácteo B (91.60 kg y 0.813 kg) en comparación con el tratamiento de leche (86.29 kg y 0.724) y tratamiento del sustituto A (85.27 kg y 0.711), durante los 63 días. Esto podría deberse a la calidad del sustituto lácteo con un mayor contenido de proteína 22.97% pero principalmente al contenido de grasa 7.29%, debemos tener en cuenta que se obtuvieron ganancias superiores a 800 g/ día, por ello debemos monitorear no sólo el peso vivo sino también la condición corporal para evitar sobrealimentar a la ternera, lo cual podría afectar negativamente el crecimiento del tejido secretor de la glándula mamaria (Almeyda, 2012).

5.2 Tamaño al destete

El desarrollo de las terneras debe también ser evaluado con medidas del crecimiento esquelético como el tamaño, en el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en esta variable. Resultados similares encontraron Suárez & Cárdenas (2017), quienes determinaron el efecto combinado entre sustituto o leche entera con dos tipos de concentrado, donde no observó diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), estos autores reportan altura a la cruz de 92.3 y 86.0 cm para las terneras alimentadas con leche y 89.2 y 85.5 cm para las terneras alimentadas con sustitutos lácteos, a los 60 días. También, Sipán (2000) encontró similares tallas (82.62 vs 83.00 cm).

Araujo & Barberena (2017), reportan que al comparar el sistema intensivo con leche y el convencional con sustituto lácteo, no se encontró diferencias estadísticas en la ganancia de altura a la cruz al destete. Estos autores reportan ganancias de altura para el sistema intensivo y sistema convencional, 16.1 cm y 11.3 cm, respectivamente, similares a las obtenidas en el presente estudio, donde el aumento de tamaño fue similar entre tratamientos, para las terneras alimentadas con leche 17.2 cm y para las alimentadas con sustitutos lácteos 16.6 cm y 16.3 cm.

Gutiérrez et al. (2021), reporta resultados de 88.62 y 86.99 cm al día 60, en terneras alimentadas con sustitutos lácteos, no encontrando diferencias estadísticas. Esto se debe a que en la etapa de iniciación de las terneras adquieren más peso que talla, debido a que los tejidos como el músculo y órganos internos se empiezan a desarrollar y transformar en órganos totalmente funcionales y posteriormente se da el desarrollo en la talla (Ganong, 2010; Marino et al., 2011).

5.3 Consumo de alimento

En la evaluación de esta variable se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.01$), registrando mayor consumo de alimento (28.84kg y 26.44 kg) en las terneras alimentadas con sustitutos lácteos en comparación con las alimentadas con leche entera (15.43kg).

Se encontraron resultados similares por Araujo & Barberena (2017), quienes reportaron consumos de concentrado acumulado de 35.4 kg y 26.2 kg en terneras alimentadas con sustitutos lácteos y leche entera, respectivamente. Estos autores mencionan que hay una tendencia de menor consumo de alimento iniciador en un sistema intensivo con leche, ya que al aumentar el consumo de leche entera las terneras reducen su consumo de concentrado. Similar resultado obtuvo Sipán (2000), logrando mayor de consumo de alimento en terneras alimentadas con sustituto (30.20 vs 25.31 kg) a los 53 días de destete.

Algunos autores señalan, que los animales bajo un sistema de alimentación de menor contenido energético aumentan su consumo de concentrado para satisfacer sus requerimientos energéticos (Jaster et al., 1992; Hill et al., 2008), esto podría explicar el mayor consumo en las terneras alimentadas con el sustituto A ya que a pesar de tener un consumo de alimento estadísticamente similar que las terneras alimentadas con Sustituto B, no lograron obtener mayor peso vivo al destete.

En el consumo de materia seca acumulada, se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.01$), entre los tratamientos, los cuales son similares a Juliano et al. (2016) quienes con un sistema intensivo de leche entera y uno convencional de sustituto, obtuvieron un consumo de materia seca total de 46.4 y 52.3 kg, respectivamente, pero difieren al consumo de materia seca acumulada obtenido por Araujo & Barberena (2017), quienes reportan 67.1kg y 59.7 kg en un sistema intensivo de leche y uno convencional de sustituto lácteo.

5.4 Consumo de agua

Los terneros tuvieron libre acceso al agua, a pesar de ello en la evaluación de esta variable se encontró diferencias estadísticas ($p < 0.01$), registrando mayor consumo de agua en las terneras alimentadas con el sustituto lácteo B (134.30 L) en comparación con las alimentadas con leche entera (77.39 L) y con sustituto lácteo A (84.40 L).

La ingesta de alimento de agua está directamente relacionada con el consumo de materia seca. Los terneros requieren cuatro veces más agua que el consumo de materia seca, una proporción 4:1. Los terneros reciben agua a través del sustituto lácteo o leche, pero no suficiente para estimular el consumo de alimento iniciador (Kert, 2014). En las terneras alimentadas con el sustituto B, se podría explicar el alto consumo de agua debido al mayor consumo de materia seca y a la mayor ganancia de peso, aunque además se debe puede relacionar a la concentración de nutrientes en la formulación del sustituto lácteo.

5.5 Índice de conversión alimenticia

En el presente estudio, el índice de conversión alimenticia más eficiente la mostraron terneras alimentada con leche entera.

Se encontrados resultados similares por Juliano et al. (2016) quien reporta conversiones de 2.03 y 1.57 en terneras alimentadas con sustitutos lácteos y leche entera, respectivamente.

La mejor eficiencia encontrada en terneras alimentadas con leche entera podría explicarse en la calidad proteica de los sustitutos lácteos. Estos productos podrían contener proteínas de origen vegetal, que se asocia con una menor disponibilidad de nutrientes esenciales. Se tiene que tener en cuenta, que los terneros requieren la formación de coagulo en el abomaso por acción de la quimosina en presencia de caseína, la proteína animal. Si la proteína es de

origen vegetal, el coagulo no se formará y la tasa de pasaje del alimento líquido será mayor y con una menor eficiencia de utilización (Juliano et al., 2016). Esto explicaría el mayor consumo de alimento y la menor eficiencia de conversión alimenticia encontrada en terneras del presente estudio alimentadas con sustitutos lácteos.

5.6 Costos en la crianza

Saucedo et al. (2005), en su estudio evaluó económicamente los tres tratamientos de 20 a 60 días en becerras Holstein, indicando que el grupo de becerras que se alimentaron con el sustituto nacional tuvieron un costo de alimentación líquida más económico (316 \$) en comparación con las alimentadas con leche (788.8\$) y las alimentadas con sustituto importado (386.4\$), siendo los costos obtenidos en ese estudio mayores a los obtenidos en el presente estudio; donde las terneras alimentadas con el sustituto lácteo B (161.03\$) tuvieron mayor costo de alimentación en comparación con el T1 leche (134.94\$) y T2 sustituto A (123.12 \$), a pesar que los sustitutos lácteos utilizados también son importados su costo es menor, y el costo de la leche entera en nuestro país tiene un menor precio en comparación con el precio de la leche en México.

Araujo & Barberena (2017), obtuvo similares costos de alimentación total por ternera, siendo más barato producir con el sistema convencional con lactoreemplazador ya que al utilizar el sistema intensivo con leche se requiere de un aumento en 102.42\$, en el presente estudio realizado se obtuvo un menor costo en las terneras alimentadas con el sustituto lácteo A, ya que con respecto a alimentar a las terneras con leche se requiere un aumento 11.82\$ y si queremos alimentar con sustituto lácteo B se requiere un aumento de 37.91\$. Estos autores también evaluaron el costo por kg ganado, donde el sistema intensivo con leche requiere 1.41\$ más por kg ganado que con el sistema convencional a base de sustituto lácteo, esto se debe a la mejor eficiencia de conversión alimenticia del sustituto lácteo, estos datos son similares con los obtenidos por este estudio donde se obtuvo un menor costo por kg ganado en las terneras alimentadas con el sustituto A (2.75\$) y con leche (2.96 \$), ahorrándose 0.4\$ y 0.19\$, con respecto al T3, respectivamente.

Con los resultados obtenidos con respecto al costo no se puede definir qué sistema es mejor, ya que se debe evaluar el impacto que los grupos de terneras tendrán en su primera lactancia, de esta manera se puede saber con certeza que sistema es más rentable (Araujo & Barberena, 2017).

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Las terneras alimentadas con el sustituto lácteo B lograron mayor peso vivo al destete.
- El tamaño de las terneras destetadas fue similar en todos los tratamientos.
- Las terneras alimentadas con sustitutos lácteos tuvieron un mayor consumo de alimento iniciador peletizado.
- El consumo de agua fue mayor en las terneras alimentadas con el sustituto B.
- La mayor ganancia de peso al destete, se encontró en terneras alimentadas con el sustituto lácteo B.
- El índice de conversión alimenticia más eficiente se obtuvo con terneras alimentadas con leche.
- El menor costo total por ternera destetada y por kilogramo de peso vivo ganado se logró con las terneras alimentadas con el sustituto A

Recomendaciones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio se proponen las siguientes recomendaciones:

- Evaluar el valor nutricional y la calidad higiénica de la leche entera.
- Realizar una evaluación nutricional completa incluyendo el contenido de caseína de los sustitutos lácteos y de la leche entera.
- Realizar un experimento similar, evaluando estadísticamente la composición nutricional de la leche y los sustitutos lácteos.
- Realizar otras investigaciones con leche no comercializable pasteurizada, determinando el costo económico de la cría.
- Realizar investigaciones evaluando el consumo de agua en diferentes sistemas de alimentación.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS

- Abarazúa, A. (1992). *Evaluación de un hidrolizado de un pescado (H-75) como fuente proteica en la fabricación de sustitutos lácteos*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Recuperado de <http://repositorio.ucv.cl/handle/10.4151/75802>
- Aguilar, A. (2011). *Alimentación de becerros holstein con suero de leche*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México. Recuperado de <http://ninive.uaslp.mx/jspui/bitstream/i/3455/2/IAZ1ALI01101.pdf>
- Almeyda, J. (2000). *Manual de alimentación y manejo de ganado lechero*. Facultad de Zootecnia. Programa de Investigación y Proyección Social en Leche, UNALM.
- Almeyda, J. (2012). *Producción de ganado vacuno lechero en sierra*. Agrobanco. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-d-ganado.pdf>
- Alomar, D. (1980). *Crianza de terneros y reemplazos*. En: Curso FAO-INDAP, Producción de Leche. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp. 251-263.
- Anselmo, C. (2002). *Diarrea neonatal de los terneros. Etiopatogenia, Tratamiento y Control*. Grupo de Sanidad Animal Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/infecciosas/bovinos_en_general/35-diarrea_neonatal_de_terneros.pdf
- Araujo, S. & Barberena, R. (2017). *Evaluación del sistema de crianza intensivo de terneras con leche entera y el sistema convencional con lactoreemplazador*. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/daa0dfcf-69ef-4759-8518-5b5ffe7ce166/content>
- Ayala, A. (1990). *Uso de calostro como reemplazante parcial de leche en la alimentación de terneros*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Ávila, S. (1984). *Producción intensiva de ganado lechero*. México: Editorial Continental S.A.
- Bath, D., Dickinson, F., Tucken, A y Appleman, R. (1982). *Ganado lechero: Principios, práctica, problemas y beneficios*. México: Interamericana.

- Bailey, J. y Kleiboeker, C. (1998). Determine sus costos de producción para saber con exactitud las utilidades de la granja. *Revista Hoard's Dayrman, en español*. Noviembre, 664 páginas.
- Barrantes, A. (2000). *Influencia de la forma de presentación física del alimento y el uso de insumos granos sobre la performance de terneros Holstein en crianza* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Barreno, J. (1979). *Evaluación biológica nutricional de tres concentrados de crecimiento en terneros Holstein*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Besse, J. (1981). *La alimentación del ganado*. Madrid, España: Ed. Mundi prensa.
- Behnke, K.C. (1994). *Factors affecting pellet quality*. In: Proceedings of Maryland Nutrition Conference. Dept. of Poultry Science and Animal Science, College of Agriculture, University of Maryland, College Park.
- Blood, D.C. (1987). *Medicina Veterinaria*. México. Editorial Interamericana.
- Casas, M. y Canto, F. (2015, 2 de diciembre). La Importancia del Calostro en el Bovino. *Engormix*. Recuperado de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-calostro-bovino-t31646.htm>
- Church, C. (1988). *El Rumiante*. In. *Fisiología digestiva y nutricional*. Zaragoza, España. Ed. Acribia.
- Conzolino, G. (2011). Bienestar en la crianza de terneros. *Charlas Técnicas de ExpoSuipacha*. Conferencia llevado a cabo por Producir XXI y Sociedad Rural de Suipacha. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/21-bienestar.pdf
- Coverdale, A., Tyler, D., Quigley III, D. Brumm A. (2004). Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science* 87(8): 2554-2562. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204733809>
- Craplet, C. (1970). *El ternero*. La Habana, Cuba: Instituto del Libro.
- Cunningham, G. (1999). *Fisiología Veterinaria*. México, Edición McGraw-Hill. Recuperado de [http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_libros/591%202647%20Fisiolog%C3%ADa%20Veterinaria-Cunningham\(4ta%20Ed\)-20100906-104049.pdf](http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_libros/591%202647%20Fisiolog%C3%ADa%20Veterinaria-Cunningham(4ta%20Ed)-20100906-104049.pdf)

- Delgado, A. (2001). Manejo de Terneraje. *Rev Inv Vet Perú*, 12(2), 33-35. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v12n2/a07v12n2.pdf>
- FAO. (2011). IDF *International Symposium on Sheep, Goat and other non-Cow Milk*. Athens, Greece. Recuperado de <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>
- Ganong, F. (2010). *Fisiología Médica*. Primera edición en español por McGRAW-HILL Interamericana. D.F. México.
- García, F. (1985). Alimentación del ganado lechero (1ª parte). *Tecnología y Agricultura*, 7(33), 27-31 p. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/58873>
- Gardner, W. (1967). Acceptability and nutritional response comparison between calf starters. *Journal of dairy science*. Vol 50. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030267875027>
- Garzón, B. (2007). Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. *REDVET*, VIII(5), 1-39. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612669002.pdf>
- Ghezzi, M., Lupidio, M. C., Castro, A. N. C., Gómez, S. A., Bilbao, G. N., & Landi, H. G. (2000). Desarrollo Morfológico del Estómago en terneros alimentados con dos sustitutos lácteos. *Rev. Chil. Anat.*, 18(1), 19-26. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-98682000000100003>
- Gutiérrez, F., Rochin, F., Díaz, L., Ramírez, J. (2021). Evaluación productiva de dos sustitutos de leche en becerras Holstein en la cuenca lechera de Torreón, Coahuila. *Investigación Científica*, 15(1). Recuperado de <https://revistas.uaz.edu.mx/index.php/investigacioncientifica/article/view/1329>
- Heinrich, J. & Swartz, A. (1988). Managements of dairy heifer. *Pennsylvania State University*. Recuperado de <https://animalscience.psu.edu/files/pdf/385.pdf>
- Heinrich, J. & Swartz, A. (1999). Feeding the Newborn Dairy Calf. *College Agriculture and Cooperative Extension Penn State, Pennsylvania State University*. Recuperado de <https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf>
- Hill, M., Bateman II, G., Aldrich, M. & Schlotterbeck, L. (2008). Effect of consistency of nutrient intake from milk and milk replacer on dairy calf performance. *Prof. Anim. Sci.*, 24(1), 85-92. DOI: [10.15232/S1080-7446\(15\)30679-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30679-3)
- Hoffman, P.C. (1997). Optimum body size of Holstein replacement heifers. *Journal of Animal Science*. 75(3), 836-845. <https://doi.org/10.2527/1997.753836x>

- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera [IFAPA]. (2020). *Composición de la leche: Cabra, Oveja y Vaca*. Recuperado de <https://dominioagricola.com/composicion-de-la-leche-cabra-oveja-y-vaca/>
- Jaster, H., McCoy, C., Spanski, S., Tomkins, T. (1992). Effect of extra energy as fat or milk replacer sólida in diets of young dairy calves on growth during cold weather. *J. Dairy Sci.* 75(9), 2524-2531. DOI:[10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78014-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78014-X)
- Juliano, N., Danelon, J, Fattore, R., Cantet, J., Martínez, R., Miccoli, F., Palladino, R. (2016). Crianza artificial de terneros de tambo utilizando sustitutos lácteos de distinto contenido energético. *Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA*, 42(1), 87-92. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/864/86445998016.pdf>
- Kanjanapruthipong, J. (1998). Supplementation of milk replacers containing soy protein with threonine, methionine, and lysine in the diets of calves. *Journal of Dairy Science*. 81(11), 2912–2915. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030298758527>
- Kertz, A.F. (15 de junio del 2017). How much water should dairy calves drink? *Revista Hoard's Dairyman* Recuperado de <https://hoards.com/article-21117-how-much-water-should-dairy-calves-drink.html>
- Lanuza, F. (2008). Crianza de Terneros y Reemplazos de lechería. *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Boletín INIA N° 148. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33844.pdf>
- Linn, J. (2001). Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero: resumen de las normas del NRC (2001). *Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal FEDNA*, 1, 1-26. Recuperado de <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/01CAPI.pdf>
- Maynard, L. K., Looly, H., Hintz & R. Warner. (1981). *Nutrición Animal*. 7ma edición. McGraw Hill. México. 640pp.
- Miller, J. (1989). *Nutrición y alimentación del ganado vacuno lechero*. Editorial Acribia Zaragoza 459 pp.
- National Research Council [NRC]. (1989). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6ta Edición National Academy Press, Washintong D.C.
- National Research Council [NRC]. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7ma Edición National Academy Press, Washintong D.C. Recuperado de <https://profsite.um.ac.ir/~kalidari/software/NRC/HELP/NRC%202001.pdf>

- Olcese, M. (1982). *Características y diseño para un establo lechero en condiciones de costa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 203 pp.
- Orlando, L.C. (23 de octubre del 2012). *Gotera esofágica. México* Recuperado de <https://es.slideshare.net/xtian1987/gotera-esofagica>
- Orskov, E.R. & Ryle, M. (1990). *Energy nutrition in ruminants*. Elsevier Applied Sciences, London and New York. 160 p.
- Otterby, D. y Linn, J. (1981). Advances in nutrition and management of calves. *Agricultural Extension Service. University of Minnesota. 1 – 6*. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030281827099>
- Pajuelo, F. (2003). *Evaluación Técnica Económica de la Recría de Vacunos en el Establo San Isidro- Cañete*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Phillips, W. & Knox, L. (1969). Water kinetics in enteric disease of neonatal calves. *Journal of Dairy Science. Vol: 52(10). 1664-1668*. Recuperado de [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(69\)86810-4/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(69)86810-4/fulltext)
- Plaza, J. & Hernández, J. (1994). Effect of the feeding system on calf performance. *Cuban Journal of Agricultural Science, 28, 169-173*. Recuperado de <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU9600083>
- Preston, R. & Willis, B. (1970). *Producción intensiva de carne*. Edición: Instituto del Libro. La Habana. Cuba. Recuperado de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.002142>
- Quintero, G. (2007). *Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros*. Revista electrónica de veterinaria. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507/050701.pdf>
- Quigley, J. (1997). *Energy Requirement for Calves fed Milk or Milk replacer*. Notes Octubre. Recuperado en <https://www.calfnotes.com/pdf/CN071.pdf>
- Quigley, J. (1998). *Calf Notes. Measures of milk replacer quality*. Recuperado de <http://www.americanprotein.com/calf/calfnotes/APCCN33.htm>
- Ramos, J., Figueroa, C., Enríquez I., Quinteros, I. & Trillo, V. (2013). Comparación de dos sustitutos de leche en la sala de crianza de un establo comercial. *Cultura Científica y Tecnológica CULCyT, (49)*. Recuperado de <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/136>
- Roy, JHB. (1974). *El Ternero: Nutrición y Patología. II tomo*. La Habana. Editorial Organismos. 13 – 26 p.

- Roy, JHB. (1980). *The calf studies in the agricultural and food sciences*. Butterwerths. London. Inglaterra. I Nutrición. 201 p.
- Sandoval, M. & Tierras, H. (2011). *Evaluación de dos dietas nutritivas frente a la tradicional con dos frecuencias de desparasitación en el levante de terneras en la Parroquia Olmedo*. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/226>
- Saucedo, J., Avendaño, L., Álvarez, F., Rentería, T., Moreno, J., Montaña, M., Medina, G. y Gallegos de la Hoya, M. (2004). Evaluation of four feeding systems for holstein calves in the Mexicali valley, Mexico. Proceedings, western section, *American Society of Animal Science*, vol. 55.
- Saucedo, J., Avendaño, L., Álvarez, F., Rentería, T., Moreno, J. y Montaña, M. (2005) Comparación de dos sustitutos de leche en la crianza de becerras Holstein en el valle de Mexicali, B.C. Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017845003.pdf>
- Schmölz, M. (2008). *Comparación de los efectos productivos y metabólicos del uso de dos sustitutos lácteos comerciales en terneras criadas artificialmente*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fvs456c/doc/fvs456c.pdf>
- Silva, P. (1997). *Factores fisiológicos y nutricionales que influyen en la utilización de sustitutos lácteos en terneros pre-rumiantes*. (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 135 p. Chile
- Sisson, S. y Grossman, D. (1974). *Anatomía de los animales domésticos*. Ed. Rev. (4ta ed.).
- Smith, J. (2004). *Evaluación de un sistema de alimentación integrado de terneros neonatos en una lechería de la zona central*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de https://books.google.com.pe/books/about/Evaluaci%C3%B3n_de_un_sistema_de_alimentaci.html?id=WIQmHQAACAAJ&redir_esc=y
- Sipán, R. (2000). *Utilización de sustituto de leche en terneras Holstein*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú. 79 p.
- Soto, E. (1986). *Manual de prácticas de tecnología de la leche y sus derivados*. Ediciones del ISCAH. 25 – 28 p.
- Stobo, U. y Roy, J.H.B. (1978). *Empleo de proteínas no lácteas en los sucedáneos de la leche para terneros*. *Revista Mundial de Zootecnia* (FAO). 25:18-24.

- Suárez, E. y Cárdenas, S. (2017). *Determinación del efecto combinado entre lactoreemplazador o leche entera con dos tipos de concentrado en terneros de ganado lechero*. (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/items/fd45ad6a-3519-4a93-b630-acc3dea1eb38>
- Thickett, B., Michael, D. y Hallows, B. (1989). *Cría de terneros*. Zaragoza. España. Editorial Acribia S.A. 153pp. Recuperado de https://www.editorialacribia.com/libro/cria-de-terneros_54087/
- Thomas, B. (1971). *Técnicas bacteriológicas para el control lactológico*. Zaragoza: Acribia. 109-110 p. Recuperado de <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.002463>
- Verdugo, J. (2016). *Evaluación de becerras lactantes alimentadas con sustitutos lácteos con igual contenido de proteína*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7935>
- Vermeer, K. (2018). *Water: the most important nutrient*.
- Wattiaux, M. (1998). *Crianza de terneras del nacimiento al destete y diarrea neonatal*. Recuperado de <https://lebascom.files.wordpress.com/2018/02/31-diarrea-neonatal.pdf>
- Yvon, M., Pelissier, J. (1987). Characterization and kinetics of evaluation of peptides resulting from casein hydrolysis in the stomach of the calf. *J. of Agric. And Food. Chemistry*. 53-145. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00073a032>

Otras publicaciones en:

- Joosten Products B.V. Joosten milk elite. <http://www.joosten.nl/>
- Nukamel. Nukamel Yellow. <http://www.nukamel.com/calves/>

ANEXOS

ANEXO 01

Composición nutricional del alimento iniciador CriaVaquina M- PURINA

Composición Nutricional:

Humedad	14.00% máx.
Proteína Cruda	18.00% mín.
Grasa Cruda	2.50% mín.
Ceniza cruda	8.00% mín.
Fibra Cruda	10.00% mín
Monensina	Por cada kg contiene 85 mg

Ingredientes:

Granos molidos, subproductos de granos, subproductos agroindustriales, harina de alfalfa, harina o torta de oleaginosas, aceite de origen vegetal y/o pollo, aminoácidos (lisina, metionina, treonina, triptófano), cloruro de sodio, bicarbonato de sodio, carbonato de calcio, fosfato de calcio. Vitaminas: A, D, E, B12, tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, ácido fólico, biotina, cloruro de colina. Minerales: cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, selenio, zinc.

Aditivos: coccidiostato, antifúngicos, antioxidantes y saborizantes.

Fuente: Agribrands Purina Perú S.A.

ANEXO 02

Resultados de análisis de laboratorio efectuados por el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos (LENA) de la UNALM.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICO

CÓDIGO	AQ18-0432/01	AQ18-0432/02	AQ18-0432/03	AQ18-0432/04	AQ18-0432/05
MUESTRA	(Sustituto 1)	(Pelletizado)	(Sustituto 2)	(Alimento)	(Heno alfalfa)
Peso (gramos)	424	854	874	816	156
a.- HUMEDAD,%	4.90	10.35	4.72	10.03	17.33
b.- PROTEINA TOTAL (N x 6.25), %	21.09 <i>24</i>	19.00 <i>21.64</i>	22.97 <i>26.16</i>	21.58 <i>24.57</i>	18.74 <i>21.34</i>
c.- GRASA, %	2.12 <i>2.41</i>	4.16 <i>4.74</i>	7.29 <i>8.3</i>	3.30 <i>3.76</i>	1.76 <i>2.00</i>
d.- FIBRA CRUDA, %	2.47 <i>2.81</i>	5.96 <i>6.7</i>	3.28 <i>3.3</i>	4.83 <i>5.50</i>	19.45 <i>22.15</i>
e.- CENIZA, %	7.89	5.12	5.89	8.56	8.03
f.- ELN ¹ , %	61.53	55.41	55.85	51.70	34.69
g.- FIBRA DETERGENTE NEUTRO - FDN ; %	----	----	----	----	28.86
h.- FIBRA DETERGENTE ACIDO - FDA ; %	----	----	----	----	22.03

ELN ⇒ *2.0578* *1.8997* *1.0368* *1.7931* *1.29*
88.8 *82.4* *47.01* *70.086*

ELN¹ = EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO

NuKamel Yellow # 2.57 + IGO. (# 64 x 25 kg).
doosten Premium # 1.92 + IGO. (# 48 x 25 kg).



Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
 Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE ZOOTECNIA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE NUTRICION
LABORATORIO DE EVALUACION NUTRICIONAL DE ALIMENTOS

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

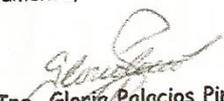
INFORME DE ENSAYO LENA N° 0432/2018

CLIENTE : ESTABLO PIAMONTE S.A.C.
NOMBRE DEL PRODUCTO : 05 muestras
(Denominación responsabilidad del cliente)
MUESTRA : PROPORCIONADA POR EL CLIENTE
FECHA DE RECEPCIÓN : 30-04-2018
FECHA DE ANÁLISIS : Del 30/04/18 al 22/05/18
CANTIDAD DE MUESTRA : Indicado en tabla
PRESENTACION : Muestras en bolsas de polietileno
IDENTIFICACION : AQ18-0432/01-05

Métodos utilizados:

- a.- AOAC (2005), 950.46
- b.- AOAC (2005), 984.13
- c.- AOAC (2005), 2003.05
- d.- AOAC (2005), 962.09
- e.- AOAC (2005), 942.05
- g.- ANKOM (2005) Neutral Degerteng Fiber in Feeds. Filter bags technique
- h.- ANKOM (2005) Acid Degerteng Fiber in Feeds. Filter bags technique

Atentamente,


Ing. Gloria Palacios Pinto
Jefe del Laboratorio de Evaluación
Nutricional de Alimentos



La Molina, 22 de Mayo del 2018

Av. La Molina s/n Lima 12. E-mail: lena@lamolina.edu.pe
Teléfonos: 614-7800 Anexo: 266 / Directo 348-0830

ANEXO 03

Cuadro descriptivo de las variables evaluadas para el índice de crecimiento.

Nº de ternera	Código de la ternera	Tratam.	Peso al nac. kg	Tamaño al nac cm	Peso al destt kg	Tamaño al destt cm	Consumo de alimento kg	Cons. de agua, l	Ganancia de peso total (kg)	I.C.A	Consumo de leche/día (l)	Consumo de alimento iniciador, kg/d	Ganancia de peso día, kg/d	Relación Peso dest/nac	Aumento de tamaño (cm)
1	5464	1	40	73	95	90	15.77	107.00	55	1.16	6.63	0.267	0.873	2.38	17.00
2	5466	1	39	73	97.6	93	29.72	107.55	58.6	1.30	6.62	0.504	0.930	2.50	20.00
3	5467	1	37	70	85.8	88.5	22.12	84.75	48.8	1.42	6.63	0.375	0.775	2.32	18.50
4	5469	1	45	80.5	82.4	95	9.98	54.41	37.4	1.55	6.56	0.169	0.594	1.83	14.50
5	5470	1	45	75	101.2	98	32.40	121.10	56.2	1.40	6.61	0.549	0.892	2.25	23.00
6	5473	1	44	76	84.2	93	5.38	70.24	40.2	1.33	6.50	0.091	0.638	1.91	17.00
7	5474	1	50	77	93	93	6.01	59.91	43	1.28	6.61	0.102	0.683	1.86	16.00
8	5475	1	41.5	76	91.1	96	19.71	56.25	49.6	1.35	6.60	0.334	0.787	2.20	20.00
9	5481	1	39	75	89.8	92	14.27	103.45	50.8	1.22	6.55	0.242	0.806	2.30	17.00
10	5482	1	41.5	78	89.7	95	11.31	88.80	48.2	1.24	6.63	0.192	0.765	2.16	17.00
11	5483	1	37.5	75	78.6	94	8.13	26.45	41.1	1.39	6.66	0.138	0.652	2.10	19.00
12	5484	1	38	74	82.4	91	12.02	82.55	44.4	1.36	6.64	0.204	0.705	2.17	17.00
13	5488	1	43	77	85.8	98	9.82	41.85	42.8	1.38	6.70	0.167	0.679	2.00	21.00
14	5490	1	39	76	74.3	92	4.84	49.65	35.3	1.53	6.60	0.082	0.560	1.91	16.00
15	5491	1	38.2	77	83.5	93	13.80	145.33	45.3	1.35	6.50	0.234	0.719	2.19	16.00
16	5492	1	37.9	76.5	89.8	94	17.06	69.30	51.9	1.25	6.58	0.289	0.824	2.37	17.50
17	5493	1	42.1	77	76.4	89.5	15.22	65.15	34.3	1.85	6.64	0.258	0.544	1.81	12.50
18	5495	1	45.1	77	91.7	94	27.12	68.81	46.6	1.60	6.70	0.460	0.740	2.03	17.00
19	5499	1	42	74	80.6	90	3.76	20.80	38.6	1.37	6.63	0.064	0.613	1.92	16.00
20	5500	1	41.1	74	84	91.5	12.70	69.17	42.9	1.42	6.62	0.215	0.681	2.04	17.50

21	5501	1	41.1	81.5	100.2	97	25.83	104.11	59.1	1.23	6.61	0.438	0.938	2.44	15.50
22	5503	1	39.7	75	83	92.5	12.60	35.00	43.3	1.40	6.58	0.214	0.687	2.09	17.50
23	5504	1	40.8	73	87.9	92	20.85	106.85	47.1	1.45	6.63	0.353	0.748	2.15	19.00
24	5505	1	39.1	73	67.2	88	15.45	91.20	28.1	2.25	6.58	0.262	0.446	1.72	15.00
25	5506	1	39	77	90.3	93	21.82	76.35	51.3	1.35	6.66	0.370	0.814	2.32	16.00
26	5507	1	39.6	73.5	89.1	89.5	19.67	59.05	49.5	1.36	6.61	0.333	0.786	2.25	16.00
27	5508	1	36.9	73	92.1	93.5	20.49	98.55	55.2	1.24	6.67	0.347	0.876	2.50	20.50
28	5511	1	41.1	74	83.1	93	9.36	30.25	42	1.39	6.67	0.159	0.667	2.02	19.00
29	5513	1	49.1	79	86.3	93.5	15.98	146.70	37.2	1.71	6.55	0.271	0.590	1.76	14.50
30	5514	1	39.4	79	84.8	92.5	9.85	81.40	45.4	1.28	6.57	0.167	0.721	2.15	13.50
31	5418	2	41.1	75	88.9	92.5	26.97	65.36	47.8	1.66	6.64	0.457	0.759	2.16	17.50
32	5419	2	46	81	95.8	91.5	24.81	63.51	49.8	1.54	6.59	0.421	0.790	2.08	10.50
33	5422	2	43	71	86.8	90	16.56	50.49	43.8	1.59	6.23	0.281	0.695	2.02	19.00
34	5425	2	38	74	82.7	88	14.85	49.86	44.7	1.51	6.53	0.252	0.710	2.18	14.00
35	5427	2	38	77	90.1	93	25.58	86.13	52.1	1.48	6.56	0.433	0.827	2.37	16.00
36	5430	2	42	78	87.6	94	29.85	77.89	45.6	1.79	6.62	0.506	0.724	2.09	16.00
37	5432	2	42	75	87.3	87	23.86	117.50	45.3	1.68	6.63	0.404	0.719	2.08	12.00
38	5434	2	39	78	87.9	88	17.28	61.96	48.9	1.43	6.59	0.293	0.776	2.25	10.00
39	5435	2	39	71.5	78.1	88	19.36	68.48	39.1	1.84	6.61	0.328	0.621	2.00	16.50
40	5436	2	40	71.5	88	89	23.57	67.75	48	1.59	6.66	0.400	0.762	2.20	17.50
41	5437	2	40	75	70.6	88.5	8.30	90.74	30.6	2.03	6.60	0.141	0.486	1.77	13.50
42	5439	2	40	76.5	83.2	90	24.84	29.30	43.2	1.80	6.70	0.421	0.686	2.08	13.50
43	5440	2	40	78.5	82	95	23.77	41.00	42	1.83	6.70	0.403	0.667	2.05	16.50
44	5441	2	36	70	68.9	85.5	11.38	100.50	32.9	1.97	6.62	0.193	0.522	1.91	15.50
45	5442	2	42	76	78.6	91.5	11.18	101.27	36.6	1.77	6.60	0.190	0.581	1.87	15.50
46	5443	2	37	71.5											
47	5444	2	41	78	92.4	100	42.54	118.54	51.4	1.81	6.65	0.721	0.816	2.25	22.00
48	5445	2	40	74	87.3	91	26.64	90.63	47.3	1.66	6.61	0.452	0.751	2.18	17.00
49	5446	2	37	73	79.9	85	14.64	73.89	42.9	1.57	6.56	0.248	0.681	2.16	12.00

50	5447	2	36	70	79.1	90	18.75	120.79	43.1	1.65	6.56	0.318	0.684	2.20	20.00
51	5448	2	44	74	83.8	90	20.78	52.95	39.8	1.80	6.43	0.352	0.632	1.90	16.00
52	5452	2	49	82	89.5	95	22.25	71.75	40.5	1.85	6.64	0.377	0.643	1.83	13.00
53	5453	2	41	77	86.9	96	33.64	84.78	45.9	1.65	6.59	0.570	0.729	2.12	19.00
54	5454	2	36	77.5	90.7	99	39.73	120.90	54.7	1.87	6.58	0.673	0.868	2.52	21.50
55	5455	2	37	75	78	92	16.67	36.80	41	1.83	6.59	0.283	0.651	2.11	17.00
56	5457	2	39	74	82.6	94.5	36.11	110.56	43.6	1.40	6.63	0.612	0.692	2.12	20.50
57	5458	2	44	76	100.2	98	43.54	132.89	56.2	1.34	6.58	0.738	0.892	2.28	22.00
58	5459	2	37	76	92.1	100	42.08	109.10	55.1	1.39	6.59	0.713	0.875	2.49	24.00
59	5460	2	46	76	94	93	39.59	136.00	48	1.71	6.53	0.671	0.762	2.04	17.00
60	5462	2	37	73	76.9	90	21.26	116.40	39.9	1.56	6.53	0.360	0.633	2.08	17.00
61	5536	3	38.1	79	88.5	95	17.49	135.15	50.4	1.53	6.63	0.297	0.800	2.32	16.00
62	5541	3	37	75	84.4	90	11.65	193.15	47.4	1.39	6.40	0.198	0.752	2.28	15.00
63	5542	3	37.8	79	88	97	15.77	90.63	50.2	1.60	6.70	0.267	0.797	2.33	18.00
64	5543	3	41.8	79	83.8	94	18.83	74.60	42	1.75	6.63	0.319	0.667	2.00	15.00
65	5546	3	43.9	77	97.9	96	33.14	154.50	54	1.37	6.58	0.562	0.857	2.23	19.00
66	5547	3	40.4	76.5	98.8	93	38.35	154.50	58.4	1.47	6.63	0.650	0.927	2.45	16.50
67	5549	3	40	77	87.8	94	13.01	136.66	47.8	1.45	6.63	0.221	0.759	2.20	17.00
68	5550	3	40.7	77	91	91	27.84	177.65	50.3	1.59	6.70	0.472	0.798	2.24	14.00
69	5551	3	39.5	75.5	89.3	91.5	35.36	69.75	49.8	1.78	6.68	0.599	0.790	2.26	16.00
70	5552	3	40	75	83.3	93	4.69	58.75	43.3	1.37	6.65	0.080	0.687	2.08	18.00
71	5555	3	37.6	74.5	91.6	96	27.30	141.60	54	1.47	6.63	0.463	0.857	2.44	21.50
72	5556	3	38.2	75.5	91.2	91	25.23	128.85	53	1.45	6.54	0.428	0.841	2.39	15.50
73	5558	3	42.1	77	92.6	91	28.77	151.30	50.5	1.59	6.60	0.488	0.802	2.20	14.00
74	5559	3	42.5	75	86	92.5	26.03	96.40	43.5	1.78	6.52	0.441	0.690	2.02	17.50
75	5563	3	38.1	74	80.4	90	11.41	142.41	42.3	1.51	6.45	0.193	0.671	2.11	16.00
76	5564	3	42.1	79	84.3	91.5	22.45	204.35	42.2	1.79	6.67	0.380	0.670	2.00	12.50
77	5568	3	38.2	75	88.4	90.5	20.27	83.66	50.2	1.47	6.70	0.344	0.797	2.31	15.50
78	5569	3	41.1	79	84.6	92	13.83	70.50	43.5	1.55	6.63	0.234	0.690	2.06	13.00

79	5570	3	40.2	76.5	96.1	92	30.26	177.35	55.9	1.47	6.67	0.513	0.887	2.39	15.50
80	5571	3	37	73	93.3	92	25.86	128.95	56.3	1.39	6.67	0.438	0.894	2.52	19.00
81	5572	3	38	78	93.3	94	32.53	133.60	55.3	1.52	6.64	0.551	0.878	2.46	16.00
82	5573	3	38	77	92.4	91.5	22.47	89.82	54.4	1.39	6.67	0.381	0.863	2.43	14.50
83	5577	3	39	78.5	89.8	92	17.71	160.00	50.8	1.38	6.53	0.300	0.806	2.30	13.50
84	5578	3	44	77	97.5	98	38.39	189.10	53.5	1.66	6.53	0.651	0.849	2.22	21.00
85	5579	3	40	77.5	98.3	92	55.31	187.45	58.3	1.80	6.67	0.937	0.925	2.46	14.50
86	5581	3	43.2	75.5	96.8	94	34.18	108.86	53.6	1.60	6.67	0.579	0.851	2.24	18.50
87	5582	3	39	77.5	101.4	97	43.03	127.70	62.4	1.50	6.67	0.729	0.990	2.60	19.50
88	5584	3	38	77	98.6	96	42.36	204.85	60.6	1.54	6.67	0.718	0.962	2.59	19.00
89	5586	3	42	76.5	98.5	91.5	31.78	122.38	56.5	1.47	6.55	0.539	0.897	2.35	15.00
90	5587	3	44	77	90.7	90	27.83	134.56	46.7	1.68	6.48	0.472	0.741	2.06	13.00

ANEXO 04

ANCOVA- Análisis de covarianza para los índices de crecimiento (Peso vivo al destete; Tamaño al destete y ganancia de peso).

Variable dependiente: **Peso vivo al destete**

Módulo Lineal General: peso al destete versus peso nacimiento, tratamiento

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información de factores

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	fijo	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	F-Valor	P-Valor
Peso nac. tratamiento	1	381.2	381.22	9.17	0.003
Error	2	681.3	340.67	8.19	0.001
Falta de ajuste	85	3533.6	41.57		
Pure Error	51	1679.9	32.94	0.60	0.949
Total	34	1853.7	54.52		
	88	4516.5			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.44761	21.76%	19.00%	14.48%

Variable dependiente: **Tamaño al destete**

Modelo lineal general: Tamaño al destete versus tamaño al nacimiento, tratamiento

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información de factores

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	fijo	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	DF	Adj	SS	Adj MS	F-Valor	P-Valor
Tamaño nac.	1	206.538	206.538	206.538	29.54	0.000
tratamiento	2	8.231	4.115	4.115	0.59	0.557
Error	85	594.285	6.992	6.992		
Falta de ajuste	33	200.983	6.090	6.090	0.81	0.744
Pure Error	52	393.302	7.564	7.564		
Total	88	820.775				

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.64416	27.59%	25.04%	20.91%

Variable dependiente: **Ganancia total de peso**

Modelo Linear General: Ganancia De Peso versus peso al nacimiento, tratamiento

Método

Codificación de factores (-1, 0, +1)

Información de factores

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Tratamiento	fijo	3	1, 2, 3

Análisis de Varianza

Fuente	DF	Adj	SS	Adj MS	F-Valor	P-Valor
peso nac.	1	1.89	1.889	1.889	0.05	0.830
tratamiento	2	633.19	316.594	316.594	7.79	0001
Error	85	3453.36	40.628	40.628		
Falta de ajuste	51	1663.54	32.618	32.618	0.62	0.940
Pure Error	34	1789.82	52.642	52.642		
Total	88	4098.34				

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq(pred)
6.37399	15.74%	12.76%	7.77%

ANEXO 05

ANOVA - *Análisis de varianza para los índices de crecimiento.*

Variable dependiente: **Peso vivo al destete**

Modelo lineal general: peso vivo al destete versus tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	601.7	300.86	6.61	0.002
Error	86	3914.8	45.52		
Total	88	4516.5			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq (adj)	R-sq(pred)
6.74693	13.32%	11.31%	7.16%

Ecuación de regresión

Peso al destete = 87.717 - 1.02 trat_1 - 2.55 trat_2 + 3.57 trat_3

Variable dependiente: **Tamaño al destete**

Modelo lineal general: tamaño al destete versus tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	19.95	9.976	1.07	0.347
Error	86	800.82	9.312		
Total	88	820.78			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3.05154	2.43%	0.16%	0.00%

Ecuación de regresión

sem9- tam dest = 92.566 + 0.268 trat_1 - 0.669 trat_2 + 0.401 trat_3

Variable dependiente: **Ganancia de peso**
Modelo Linear General: Ganancia De Peso versus tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	725.7	362.85	8.68	0.000
Error	86	3594.9	41.80		
Total	88	4320.6			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
6.46537	16.80%	14.86%	10.90%

Variable dependiente: **Consumo de Alimento**
Modelo linear general: Consumo Total de Alimento versus tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	2114	1057.11	11.44	0.000
Error	86	7945	92.38		
Total	88	10059			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
9.61152	21.02%	19.18%	15.41%

Variable dependiente: **Consumo de agua**
Modelo linear general: Consumo Total de agua versus tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	57559	28779	23.19	0.000
Error	86	106744	1241		
Total	88	164302			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
35.2307	35.03%	33.52%	30.43%

Variable dependiente: **Índice de Conversión Alimenticia**

Modelo linear general: I.C.A versus tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	1.465	0.73226	24.75	0.000
Error	86	2.545	0.02959		
Total	88	4.009			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.17016	36.53%	35.05%	32.03%

Variable dependiente: **Consumo de leche al día**

Modelo linear general: Consumo de leche al día vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	0.01500	0.007502	1.41	0.250
Error	86	0.45833	0.005329		
Total	88	0.47333			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.0730028	3.17%	0.92%	0.00%

Variable dependiente: **Consumo de alimento al día**

Modelo linear general: Consumo de alimento al día vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	0.6074	0.30368	11.44	0.000
Error	86	2.2823	0.02654		
Total	88	2.8897			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.162907	21.02%	19.18%	15.41%

Variable dependiente: **Ganancia de peso al día**

Modelo linear general: Ganancia de peso al día vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	0.1828	0.09142	8.68	0.000
Error	86	0.9057	0.01053		
Total	88	1.0886			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.102625	16.80%	14.86%	10.90%

Variable dependiente: **Relación peso al nacimiento/peso al destete**

Modelo linear general: Relación peso nac/peso destt vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	0.5446	0.27231	7.63	0.001
Error	86	3.0675	0.03567		
Total	88	3.6121			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.188860	15.08%	13.10%	9.06%

Variable dependiente: **Aumento de tamaño**

Modelo linear general: aumento de tamaño vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	12.57	6.285	0.82	0.444
Error	86	658.79	7.660		
Total	88	671.36			

Resumen Modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.76773	1.87%	0.00%	0.00%

Variable dependiente: **Consumo de alimento (concentrado más leche) base materia seca**

Modelo linear general: consumo de alimento MS vs tratamiento

Análisis De Varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	P-Valor
Tratamiento	2	12.57	6.285	0.82	0.444
Error	86	658.79	7.660		
Total	88	671.36			

ANEXO 06

Prueba de comparación de medias para los índices de crecimiento.

Comparaciones en parejas de Tukey para Peso vivo al destete

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	91.5982	A
1	30	86.2897	B
2	29	85.2676	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Tamaño al destete

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	92.456	A
1	30	92.986	A
2	29	92.267	A

Comparaciones en parejas de Tukey para Consumo total de alimento iniciador

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	26.4378	A
2	29	24.8414	A
1	30	15.4346	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Consumo total de agua

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	134.301	A
2	29	84.404	B
1	30	77.399	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Ganancia total de peso

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	51.2367	A
1	30	45.6400	B
2	29	44.8207	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Índice de Conversión Alimenticia

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
2	29	1.72	A
3	30	1.54	B
1	30	1.41	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Consumo de leche diario

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	6.61278	A
1	30	6.61000	A
2	29	6.58379	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Comparaciones en parejas de Tukey para Consumo de alimento diario

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	0.448098	A
2	29	0.421041	A
1	30	0.261603	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tukey Simultaneous 99% CIs

Comparaciones en parejas de Tukey para ganancia de peso diario

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	0.813280	A
1	30	0.724444	B
2	29	0.711440	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tukey Simultaneous 99% CIs

Comparaciones en parejas de Tukey para relación peso al nacimiento/peso al destete

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	30	2.28451	A
1	30	2.12117	B
2	29	2.11689	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tukey Simultaneous 99% CIs

Comparaciones en parejas de Tukey para aumento de tamaño

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	30	17.2000	A
2	29	16.6034	A
3	30	16.3000	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tukey Simultaneous 95% CIs

Comparaciones en parejas de Tukey para consumo de alimento en base materia seca

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 99%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
1	30	63.41	B
2	29	76.86	A
3	30	78.52	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Tukey Simultaneous 99% CIs

ANEXO 07

Registro De Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Humedad Relativa (%) Y Cálculo de ITH

		Horario									Promedio al día /mes		
		08:00:00 a.m.			12:00:00 m.			04:00:00 p.m.					
		T ⁰ ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)	ITH	T ⁰ ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)	ITH	T ⁰ ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)	ITH	T ⁰ ($^{\circ}\text{C}$)	HR (%)	ITH*
M e s	Abril	22.36	71.40	70.04	24.7	70	73.44	25.66	62.4	74.02	24.24	67.93	72.50
	Mayo	20.38	64.74	66.64	24.18	68.32	72.50	25.71	62.78	74.13	23.42	65.28	71.09
	Junio	18.27	76.63	64.05	21.43	74.73	68.88	21.37	74.23	68.74	20.36	75.20	67.23
	Julio	17.11	80.45	62.35	21.28	78.35	68.89	21.37	74.48	68.76	19.92	77.76	66.67
	Agosto	16.90	79.61	61.98	20.93	78.77	68.37	21.36	76.35	68.88	19.73	78.25	66.41
	Septiembre	17.52	76.36	62.88	22.70	74.57	70.82	22.83	70.87	70.70	21.02	73.93	68.13
	Octubre	19.19	73.14	65.33	23.68	71.00	72.00	24.33	67.64	72.65	22.40	70.60	69.99

*ITH: Índice de Temperatura y Humedad